



REGIONE
BASILICATA



COMUNE DI
BERNALDA



PROVINCIA DI
MATERA

PROGETTO DEFINITIVO

Lavori di realizzazione di un parco agro-fotovoltaico denominato "Bernalda 1" con potenza in immissione pari a 14.1 MW integrato con un sistema di accumulo e relative opere di connessione

Titolo elaborato

A.6. Relazione tecnica delle opere architettoniche

Codice elaborato

F0538BR06A

Scala

-

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Progettazione



F4 ingegneria srl

Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza
Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico
(ing. Mauro MARELLA)



Gruppo di lavoro

Ing. Giorgio ZUCCARO
Ing. Mauro MARELLA
Dott. for. Luigi ZUCCARO
Ing. Cristina GUGLIELMI
Ing. Manuela NARDOZZA
Ing. Giuseppina D'AGROSA GRIECO
Dr. agr. Maria Rosaria MONTANARELLA
Vito PIERRI



Società certificata secondo le norme UNI-EN ISO 9001:2015 e UNI-EN ISO 14001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).

Consulenze specialistiche

Committente

APOLLO Solar 1 srl

Viale della Stazione 7, 39100 Bolzano (BZ)

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Aprile 2023	Prima emissione	MNA	GZU	MMA

Relazione tecnica opere architettoniche

Sommario

1	Premessa	4
2	Descrizione del progetto	6
2.1	Pannelli fotovoltaici	6
2.1.1	Stringhe	8
2.1.2	Trasformatore	9
2.2	Strutture di supporto	10
2.3	Cabine di campo e inverter	13
2.4	Sistema di accumulo	14
2.4.1	Dimensionamento del sistema di accumulo	15

1 Premessa

Il presente progetto definitivo si riferisce alla realizzazione di un impianto di energia rinnovabile da fonte solare, a carattere agrivoltaico, nel comune di Bernalda (MT). La Soluzione Minima Tecnica Generale (STMG) prevede il collegamento in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150/36 kV nel comune di Montescaglioso (MT), come definito nel preventivo di connessione con codice pratica 202202508.

Le opere in progetto sono proposte dalla società Apollo Solar S.r.l. con sede in Via della Stazione 7, 39100 Bolzano (BZ).

Nello specifico, l'impianto sarà costituito da 21450 moduli fotovoltaici suddivisi in 4 sottocampi, in cui i moduli sono organizzati in stringhe ciascuna da 30 moduli o coppie di stringhe da 15 moduli. La potenza nominale dell'impianto è pari a 14.1 MW (lato AC).

Si precisa, inoltre, che l'impianto in oggetto si caratterizza come un impianto "agrivoltaico", ovvero un impianto che permette di preservare l'attività di coltivazione agricola o pastorale, garantendo una buona produzione energetica. La progettazione è stata perseguita tenendo conto delle recenti Linee Guida in materia di impianti agrivoltaici del Ministero della Transizione Ecologica (Mite - attuale Mase) del giugno 2022.

Pertanto, il progetto è perseguito in coerenza con le indicazioni del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e tenendo conto del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR, legge 29 luglio 2021, n.108).

La presente relazione generale, in particolare, è conforme agli allegati tecnici del Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale (PIEAR) della Regione Basilicata ex DGR 2260 del 29.12.2010 e s.m.i. perché descrive in dettaglio i diversi elementi progettuali dell'impianto fotovoltaico nonché il loro dimensionamento ed i criteri di scelta utilizzati.

A tal proposito si precisa che tutti gli impianti previsti rappresentano la miglior soluzione installativa emergente dalla valutazione del rapporto qualità/prezzo e dell'oggettiva funzionalità e flessibilità degli impianti, data anche la particolare natura della struttura in oggetto.

La validità delle soluzioni proposte sotto il profilo della sicurezza e della conformità normativa è vincolata all'impiego di materiali recanti la marcatura CE ed il marchio IMQ, integri, posati secondo le indicazioni del costruttore e in ogni caso strettamente dipendente dalle condizioni d'uso e di conservazione in efficienza dello stesso. Le installazioni da porre in opera saranno verificate con adeguata strumentazione prima dell'entrata in funzione, coerentemente con quanto disposto dalla normativa vigente.

Il sito di realizzazione dell'impianto fotovoltaico, ricadente nel territorio comunale di Bernalda (MT), presenta le seguenti coordinate:

- 40° 26'31. 87" N;
- 16°39'26.73" E;
- Altitudine: circa 198 m s.l.m.

Le opere di connessione interessano il limitrofo comune di Montescaglioso per il punto di connessione finale.

Dal punto di vista catastale, le aree interessate sono:

- Foglio 1 particella 183, comune di Bernalda, per quanto riguarda l'impianto fotovoltaico;
- Foglio 83 particella 248, comune di Montescaglioso, per quanto riguarda la sottostazione.

L'impianto fotovoltaico in progetto è costituito principalmente dai seguenti elementi:

- **Pannelli fotovoltaici;**

Lavori di realizzazione di un parco agro-fotovoltaico denominato "Bernalda 1" con potenza in immissione pari a 14.1 MW integrato con un sistema di accumulo e relative opere di connessione

A.6. Relazione tecnica delle opere architettoniche

- **Strutture metalliche di sostegno ad inseguimento;**
- **Cabine di sottocampo per la trasformazione MT/BT;**
- **Conduttori elettrici e cavidotti;**
- **Cabina di raccolta;**
- **Sistema di accumulo;**
- **Recinzione perimetrale e cancelli di accesso;**
- **Interventi di riequilibrio e reinserimento ambientale.**

2 Descrizione del progetto

Gli interventi in progetto consistono nella realizzazione di un impianto fotovoltaico da realizzarsi in area agricola e delle opere di connessione costituite dalla posa di un cavidotto interrato e della realizzazione di una futura SE condivisa 150/36 kV.

2.1 Pannelli fotovoltaici

Al fine di ottimizzare la produzione di energia, l'impianto fotovoltaico in progetto sarà composto da un modulo tipo Canadian Solar BiHiKu 7 o similare.

I pannelli sfruttano la tecnologia "*half cut cells*" letteralmente celle tagliate a metà, che permette l'aumento della potenza del singolo modulo e della producibilità, grazie ai seguenti fattori:

A) Maggiore tolleranza all'ombreggiamento

Nei moduli tradizionali le celle sono collegate in serie in una matrice 6 x 10 e l'effetto di un'eventuale ombra è mitigato dai 3 diodi di by-pass. Nell'eventualità in cui una cella non venga irraggiata come le altre, uno dei 3 diodi si attiva e la produzione del modulo viene garantita solo per 2/3 (un modulo da 300W potrebbe produrre 200W). Considerando invece un modulo con 120 celle half-cut ci saranno 2 serie da 60 celle in parallelo aventi in comune i 3 diodi di by-pass. In questo modo se una cella viene ombreggiata solo 1/6 del modulo risentirà dell'ombra (un modulo da 300W potrebbe quindi produrre 250W).

B) Diminuzione delle perdite resistive

Nelle celle half cut, essendo la superficie metà rispetto alle celle intere, la corrente prodotta sarà anch'essa dimezzata e di conseguenza le perdite saranno ridotte di $\frac{1}{4}$ (essendo le perdite proporzionali al quadrato della corrente). Inoltre, con una minore corrente circolante nei bus bar, la temperatura del modulo sarà più bassa concorrendo così ad aumentarne la producibilità.

C) Minore possibilità di crack

In una cella a minore superficie i microcrack che si formano nel tempo influiranno meno e il modulo fotovoltaico manterrà le prestazioni più a lungo nel tempo.

In allegato alla "*Relazione tecnica dell'impianto fotovoltaico e del sistema di accumulo*" è presente la scheda tecnica di dettaglio del modulo, mentre nel seguito si riportano le caratteristiche principali:

- **Produttore: Canadian Solar;**
- **Modello: CS7N-670MB-AG;**
- **Potenza di picco: 670 Wp;**
- **Potenza di picco con guadagno bifacciale del 10%: 737 W;**
- **Tensione a circuito aperto (Voc a STC): 45.8 V;**
- **Tensione massima di sistema: 1500 V (DC);**
- **Corrente di corto circuito (Isc a STC): 18.55 A;**
- **Dimensioni: 2384x1303x33 mm**
- **Peso: 37.8 kg.**

Dal punto di vista del collegamento elettrico, come anticipato in precedenza, si prevede di collegare 30 moduli connessi in serie in modo da non superare una tensione di vuoto di 1500 Vcc anche in condizioni di basse temperature (a -10°C).

Lavori di realizzazione di un parco agro-fotovoltaico denominato "Bernalda 1" con potenza in immissione pari a 14.1 MW integrato con un sistema di accumulo e relative opere di connessione

A.6. Relazione tecnica delle opere architettoniche

ELECTRICAL DATA | STC*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
CS7N-670MB-AG	670 W	38.7 V	17.32 A	45.8 V	18.55 A	21.6%
Bifacial Gain**	5%	704 W	38.7 V	45.8 V	19.48 A	22.7%
	10%	737 W	38.7 V	45.8 V	20.41 A	23.7%
	20%	804 W	38.7 V	45.8 V	22.26 A	25.9%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

Figura 1: Dati elettrici pannello fotovoltaico

Pertanto, nel presente progetto le potenze per ogni sottocampo sono le seguenti:

- **sottocampo 1:**
182 stringhe x 30 Moduli
5460 moduli da 670 Wp
13 inverter di stringa da 300 kW
Potenza totale in DC: 4400 kW
Potenza totale in AC: 3900 kW
Rapporto DC/AC: 1.12
- **sottocampo 2:**
181 stringhe x 30 Moduli
5430 moduli da 670 Wp
12 inverter di stringa da 300 kW
Potenza totale in DC: 4201 kW
Potenza totale in AC: 3600 kW
Rapporto DC/AC: 1.15
- **sottocampo 3:**
164 stringhe x 30 Moduli
4920 moduli da 670 Wp
11 inverter di stringa da 300 kW
Potenza totale in DC: 3869 kW
Potenza totale in AC: 3300 kW
Rapporto DC/AC: 1.17
- **sottocampo 4:**
188 stringhe x 30 Moduli
5640 moduli da 670 Wp
13 inverter di stringa da 300 kW
Potenza totale in DC: 4533 kW
Potenza totale in AC: 3900 kW
Rapporto DC/AC: 1.16

Per una potenza complessiva in corrente continua di 14.4 MW e in corrente alternata di 14.1 MW.

2.1.1 Stringhe

Dal punto di vista del collegamento elettrico, si prevede di collegare in serie, a formare una "stringa", i 30 moduli installati sulle singole strutture di supporto.

Ogni stringa, considerando solo il contributo del lato superiore è caratterizzata da una potenza nominale di picco pari a:

$$30 \times 670 \text{ W} = 20.10 \text{ kW}$$

Considerando, invece, un guadagno bifacciale del 10% la potenza nominale di picco della stringa risulta:

$$30 \times 737 \text{ W} = 22.11 \text{ kW}$$

Di seguito i dati nominali della stringa (rif. Condizioni STC):

DATI PANNELLO

Marca

CANADIAN SOLAR

modello

BiHiKu7 CS7N-670MB-AG

	W_n	670	704	737	804 W
Potenza nominale (STC)					
Incremento bifacciale		0	5	10	20 %
Potenza condizioni operative (40°)	W_p	636	704	737	804 W
Tensione alla potenza massima	V_{MPP}	38.7	38.7	38.7	38.7 V
Corrente alla potenza massima	I_{MPP}	17.32	18.2	19.05	20.78 A
Tensione circuito aperto	V_{oc}	45.8	45.8	45.8	45.8 V
Corrente di corto circuito	I_{sc}	18.55	19.48	20.41	22.26 A
Efficienza del modulo	Eff	21.6%	22.7%	23.7%	25.9% %

Stringa

	n	30	30	30	30
numero moduli	n				
Potenza massima	P_{MAX}	20.10	21.12	22.11	24.12 kW
Tensione alla potenza massima	V_{MPP}	1161	1161	1161	1161 V
Tensione circuito aperto	V_{oc}	1374	1374	1374	1374 V
Corrente alla potenza massima	I_{MPP}	17.32	18.2	19.05	19.05 A
Corrente di corto circuito	I_{sc}	18.55	19.48	20.41	22.26 A

Calcoli per variazione di temperatura

Temperatura STC	T_{STC}	25	°C
Coefficiente di temperatura per I_{sc}	$\alpha_{I_{sc}}$	0.05%	%/°C
Coefficiente di temperatura per V_{oc}	$\beta_{V_{oc}}$	-0.26%	%/°C

Lavori di realizzazione di un parco agro-fotovoltaico denominato "Bernalda 1" con potenza in immissione pari a 14.1 MW integrato con un sistema di accumulo e relative opere di connessione

A.6. Relazione tecnica delle opere architettoniche

Coefficiente di temperatura per P_{MAX}	$\gamma_{P_{mp}}$	-0.34%			%/°C
Temperatura minima	T_{min}	-10			°C
Temperatura massima	T_{max}	40			°C
Tensione minima stringa	V_{min}	1115.7	1115.7	1115.7	V
Tensione massima stringa	V_{max}	1499.0	1499.0	1499.0	V
Corrente di corto circuito stringa (T_{max})	I_{max}	18.7	19.5	20.4	A

Dove:

V_{min} STRINGA è la tensione minima V_{MPP} della stringa alla massima temperatura ambiente del sito (40°C) calcolata come segue:

$$V_{min} = V_{MPP(25^\circ)} \cdot (1 + \beta_{Voc} \cdot \Delta T) = V_{MPP(25^\circ)} \cdot (1 + \beta_{Voc} \cdot (40-25))$$

$$V_{min} = 1161 \cdot (1 + (-0.25\%) \cdot 15) = \mathbf{1115.7 V}$$

V_{max} STRINGA è la tensione massima V_{oc} della stringa alla minima temperatura ambiente del sito (-10°C) calcolata come segue:

$$V_{max} = V_{oc(20^\circ)} \cdot (1 + \beta_{Voc} \cdot \Delta T) = V_{oc(25^\circ)} \cdot (1 + \beta_{Voc} \cdot (-10-25))$$

$$V_{max} = 1374 \cdot (1 + (-0.25\%) \cdot (-35)) = \mathbf{1499.0 V}$$

I_{max} STRINGA è la corrente massima I_{MP} della stringa a condizioni STC

2.1.2 Trasformatore

Nel presente progetto è prevista la divisione dell'impianto in 4 campi. In ogni sottocampo è prevista una cabina prefabbricata in cui verrà installato il trasformatore di elevazione BT/MT della potenza variabile tra 3600 e 4000 kVA. I trasformatori saranno a singolo secondario con tensione di 800V ed avrà una tensione al primario di 36kV con le seguenti caratteristiche a seguito:

- Tipo **a olio**
- Nucleo magnetico realizzato con lamierini a cristalli orientati a basse perdite
- Dimensioni tipo: 2240 (a) x1120 (b) x2390 (c) mm
- Peso: 8000 Kg ca
- frequenza nominale 50 Hz
- Tensione primario 36 KV
- Tensione secondario 0.8 KV
- Perdite 6%
- simbolo di collegamento Dy 11
- collegamento primario triangolo
- collegamento secondario stella
- classe ambientale E2
- classe climatica C2

- comportamento al fuoco F1
- classe di isolamento termico primarie e secondarie F/F
- temperatura ambiente max. 40 °C
- installazione interna

2.2 Strutture di supporto

Le strutture metalliche di supporto ai pannelli fotovoltaici, denominate "tracker", saranno posizionate con asse nord-sud dato che sono in grado di variare l'angolazione orientare i pannelli in modo da "inseguire" la fonte solare durante il suo moto apparente sulla volta celeste.

Sulla base delle considerazioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche, la fondazione su cui poggeranno le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà di tipo ad infissione, costituita da tubolari o omega in acciaio zincato (pali), che saranno infissi direttamente nel terreno mediante l'utilizzo di una macchina specifica. Tale tecnologia è utilizzata nell'ambito dell'ingegneria ambientale e dell'ecoedilizia al fine di non alterare le caratteristiche naturali dell'area soggetta all'intervento. Rispetto alle tradizionali fondazioni in cemento armato tale sistema risulta essere meno invasivo e permette una maggiore facilità di rimozione al momento della dismissione dell'impianto.

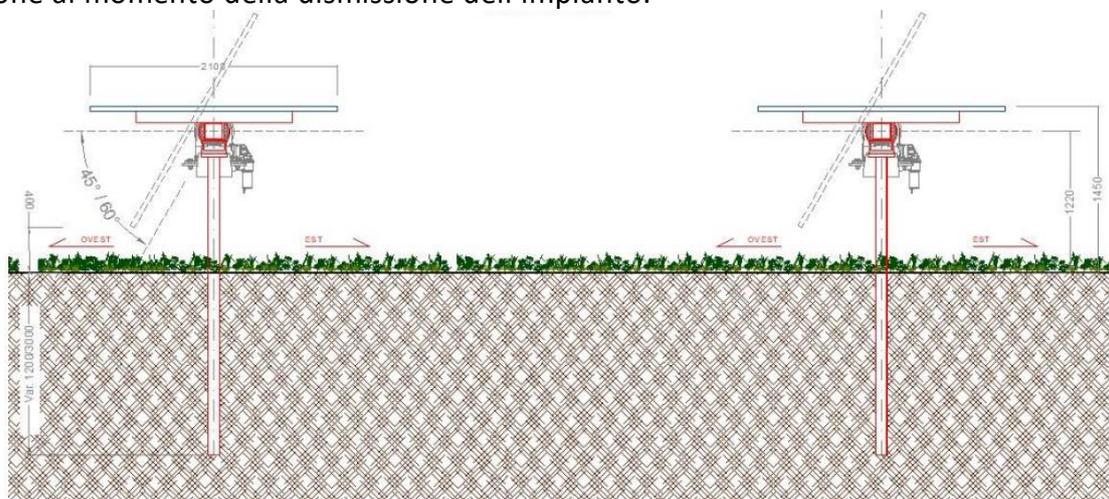


Figura 2: Sezione tipologica

La distanza fra le file è stata scelta di 5,5m non solo per evitare un possibile effetto ombra fra i moduli fotovoltaici, ma anche per garantire una distanza libera tra i moduli superiore ai 3 metri per lo svolgimento delle operazioni di coltivazione.

Come detto i "tracker" sono in grado di variare l'angolazione orientare i pannelli in modo da "inseguire" la fonte solare durante il suo moto apparente sulla volta celeste. L'inclinazione massima degli inseguitori tradizionali arriva fino a 60°, invece per i tracker in impianti agro-fotovoltaici l'inclinazione massima è limitata a 45° per lasciare maggiore spazio alle colture sottostanti. Nel caso specifico, si è scelto di limitare l'inclinazione a 40°.

La soluzione adottata è stata scelta per avere un'altezza minima utile per le coltivazioni e allo stesso tempo contenere l'impatto visivo delle strutture.

In posizioni di sole critiche, come l'alba o il tramonto, un sistema di "backtracking" limiterà ulteriormente l'inclinazione scegliendo la posizione dei pannelli in modo da evitare l'ombreggiamento reciproco.

Per poter rendere la giacitura del terreno compatibile con l'installazione delle strutture di supporto, inoltre, sono previste anche minime attività di movimento terra finalizzate ad operazioni di livellamento e regolarizzazione del piano campagna.

In allegato alla presente relazione è presente la scheda tecnica di dettaglio della struttura, mentre nel seguito si riportano le caratteristiche principali:

- **produttore: CONVERT;**
- **modello: TRJ-P (Portrait);**
- **range di rotazione: 90° (da -45° a +45°);**
l'angolo di rotazione viene limitato a 40° al fine di garantire uno spazio maggiore alle coltivazioni al di sotto del tracker.
- **massima inclinazione ammissibile: N-S 7%;**

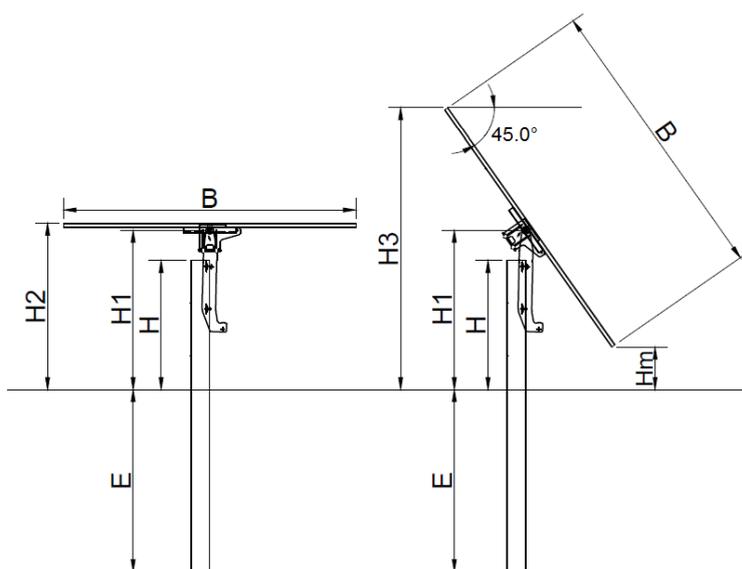


Figura 3: Dettagli tracker

Caratteristiche principali tracker:

- *Tipo di inseguitore:* Tracker orizzontale, monoassiale con asse di rotazione N-S e inseguimento E-O.
- *Sistema di inseguimento:* Controllo dell'inseguimento basato su orologio astronomico, auto riconfigurante ad ogni riaccensione.
- *Deviazione massima:* $\pm 2^\circ$
- *Configurazione:* 1 x V (verticale o "portrait")
- *Intervallo di Inclinazione:* $\pm 45^\circ$ (limitato a $\pm 40^\circ$)
- *Movimentazione:* Attuatore lineare autolubrificante.
- *Bilanciamento:* Struttura completamente bilanciata (asse di rotazione allineato con il baricentro della parte in movimentazione).
- *Backtracking:* Indipendente, sia meccanicamente che elettricamente, per ogni fila e completamente regolabile in base al montaggio ed alle pendenze su lato Est e lato Ovest.
- *Alimentazione motori:* Alimentazione standard AC 148V, 50/60 Hz;
- *Monitoraggio:* Comunicazione Wireless o wired in tempo reale tramite protocollo ModBus/TCP.

- **Materiale:** Acciaio strutturale con caratteristiche in accordo ai calcoli strutturali secondo norme vigenti
- **Protezione superficiale:** Tutti gli elementi dovranno essere in acciaio zincati a caldo secondo ISO1461:2009. Dovranno essere considerati ambienti aggressivi industriali per una durata minima di 25 anni.
- **Messa a terra elettrica:** Struttura metallica in continuità elettrica, con messa a terra tramite pali di fondazione.
- **Altezza palo sostegno fuoriterra H1:** altezza fuoriterra del palo di sostegno variabile da un minimo di 2m a un massimo di 3m.
- **Altezza minima Hm:** altezza minima dei moduli dal terreno alla massima inclinazione di 40° pari a 2100mm.
- **Altezza massima H3:** altezza massima dei moduli dal terreno alla massima inclinazione pari a 3640 mm (per tracker a 40°).
- **Tolleranze di installazione:** Altezza: ± 20 mm; Nord/Sud: ± 20 mm; Est Ovest: ± 20 mm; Inclinazione: $\pm 2^\circ$; Torsione: $\pm 5^\circ$; Inclinazione del terreno N/S: $\pm 4^\circ$ in direzione N/S (estendibile); Inclinazione del terreno E/O: Nessuna limitazione

Tutte le parti in acciaio di movimento e i pilastri di fondazione saranno zincati a caldo secondo ISO 1461:2009, le altre componenti in acciaio saranno zincate in base alle condizioni ambientali del sito per avere una durata di progetto di 25 anni.

L'inseguitore potrà essere installato da due operatori utilizzando strumenti standard e senza particolari esigenze di assemblaggio in quanto non è richiesta alcuna saldatura o taglio in loco durante la fase di montaggio.

L'inseguitore è completamente adattabile alle condizioni geomorfologiche del sito mentre il baricentro della parte mobile della struttura verrà allineato all'asse di rotazione.

PANNELLO DI CONTROLLO

La scheda di controllo è dotata di 10 uscite per il comando di 10 motori (attuatori lineari elettrici). Un'unica scheda di controllo potrà pilotare 10 tracker, per una capacità di energia fotovoltaica di circa 201,00 kWp (stringa di 30 moduli da 670 Wp).

Sistema di controllo degli inseguitori, dotato di connessione remota in tempo reale, è basato su orologio astronomico, auto configurato che non richiede alcun sensore di campo.

Il sistema di backtracking è configurato sulla base delle condizioni del singolo tracker.

Ogni sottocampo è dotato di un anemometro per allarme vento forte e sistema di autoprotezione

Il sistema GPS integrato acquisisce automaticamente la posizione del sito, la data e l'ora. Interfaccia RS232 con Sovratensione protezione 120 A – 0.2 J. 20 canali simultanei.

Protocollo di comunicazione ModBus su Wireless.

N° 20 ingressi per contatti puliti per il collegamento dei finecorsa dell'attuatore lineare (2 ingressi per ogni attuatore).

Protezione da sovratensione, 40 A – 400 W – forma d'onda 10/1000 μ s.

Isolamento elettrico 890 V.

SPECIFICHE ELETTRICHE

Massimo potenza di picco per inseguitore 12.0 kW CC (1x30 stringhe moduli FV - 400 Wp).

Attuatori: 1 attuatore lineare elettrico AC.

Tensione di alimentazione: 240 V monofase 60 Hz.

Codice IP: IP55.

Gli attuatori sono alimentati dal quadro ausiliari ubicato nella cabina del relativo sottocampo.

Configurazione attuatori:

Blocco da 60 moduli fotovoltaici	2 attuatori
Blocco da 30 moduli fotovoltaici	1 attuatore
Blocco da 15 moduli fotovoltaici	1 attuatore

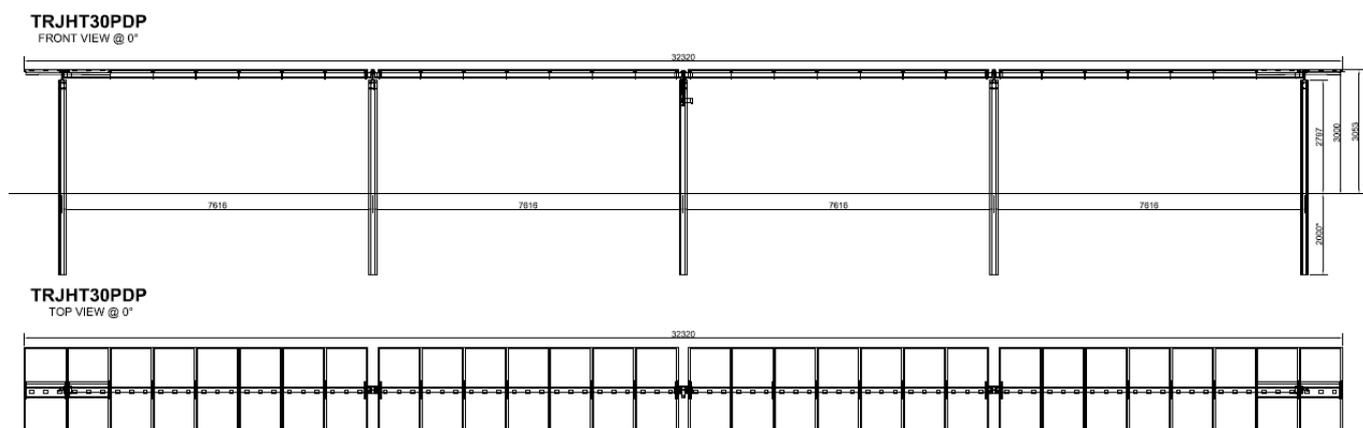


Figura 4: Tracker da 30 moduli

2.3 Cabine di campo e inverter

Come anticipato in precedenza, nel presente progetto è prevista la divisione dell'impianto in 4 sottocampi, ognuno dei quali gestito da un numero variabile di inverter di stringa della potenza unitaria di 300 kW e potenza complessiva da 3300 a 3900 kW in AC.

In ogni sottocampo verrà installata una cabina (power station), avente dimensioni esterne 7.5 mt x 2.5 mt (LxP), composta da due vani che conterranno in uno il quadro di parallelo BT, quadro ausiliari e gli scomparti MT, nell'altro vano sarà ubicato il trasformatore MT/BT.

Il vano trasformatore sarà dotato di opportuno estrattore calcolato secondo le caratteristiche del trasformatore MT/BT.

La cabina sarà dotata di impianto di illuminazione ordinario e di emergenza, forza motrice per tutti i locali, alimentati da apposito quadro BT (quadro AUX) installato in loco, nonché di accessori normalmente richiesti dalle normative vigenti (schema del quadro, cartelli comportamentali, tappeti isolanti 36kV, guanti di protezione 36kV, estintore ecc.).

La cabina sarà del tipo prefabbricato, realizzata mediante una struttura monolitica in calcestruzzo armato vibrato autoportante, completa di porte di accesso e griglie di aerazione.

Le cabine dei sottocampi avranno tutte le medesime caratteristiche, ovvero le pareti sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm, il tetto di spessore non inferiore 6-7 cm, sarà a corpo unico con il resto della struttura, impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo

per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta. Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/mq ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/mq. Sul pavimento saranno predisposte apposite finestrate per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi. L'armatura interna del monoblocco sarà elettricamente collegata all'impianto di terra, in maniera tale da formare una rete equipotenziale uniformemente distribuita su tutta la superficie. I materiali da utilizzare per le porte e le griglie saranno in vetroresina stampata, o lamiera zincata (norma CEI 11-1 e DPR 547/55 art. 340), ignifughe ed autoestinguenti.

Anche le fondazioni della cabina sono prefabbricate e per l'alloggio sarà realizzata un'apposita area con livellazione e costipamento del terreno e predisposizione di un letto di sabbia, previo uno scavo a sezione ampia per l'asportazione del terreno coltivo.

La cabina di raccolta posizionata all'interno dell'area di impianto sarà costituita da un fabbricato in c.a.p. di dimensioni in pianta pari a 25m x 10m, all'interno del quale saranno alloggiati i quadri di arrivo dei circuiti a 36kV provenienti dai 4 sottocampi fotovoltaici e dall'impianto di storage, nonché il quadro di partenza del collegamento verso la SE sempre con un cavidotto a 36kV.

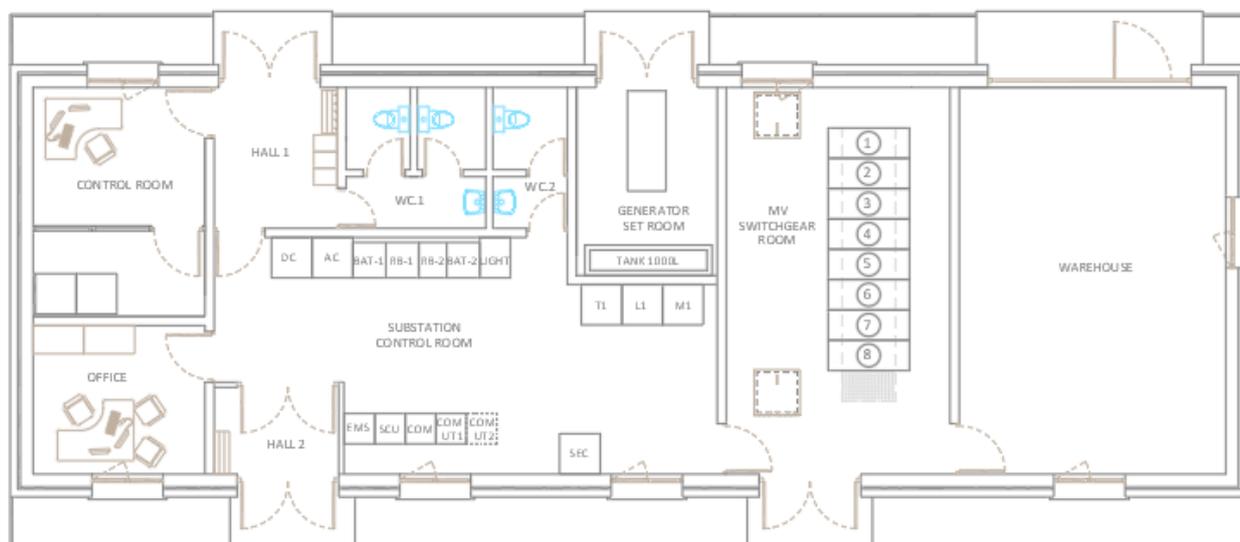


Figura 5: Cabina di raccolta

2.4 Sistema di accumulo

Il presente progetto prevede la realizzazione, su una superficie di circa 300 m² all'interno del campo agri fotovoltaico, un impianto di accumulo con unità containerizzate, inverter e trasformatori per una potenza di prelievo ed immissione di 3.45 MW e una capacità di 13.8 MWh.

Gli obiettivi di progetto sono quelli di:

- Ottimizzare l'utilizzo di energia prodotta dall'impianto fotovoltaico, tramite l'energy shifting, accumulando energia durante le ore del giorno in cui si presentano picchi di produzione dell'impianto fotovoltaico e fornendo energia alla rete nelle ore di maggiore necessità;
- Predisporre l'impianto a futuri servizi di rete richiesti da Terna riguardanti i sistemi di accumulo in ottica di adattare la rete RTN a gestire i radicali cambiamenti del sistema elettrico nazionale, come ad esempio regolazione secondaria e bilanciamento.

2.4.1 Dimensionamento del sistema di accumulo

L'impianto di accumulo è stato dimensionato rispettando l'ottimizzazione dei flussi di potenza dell'impianto fotovoltaico autorizzato e in previsione di futuri ulteriori sviluppi.

Considerando le opportune efficienze di conversione e la profondità di scarica delle batterie (DoD) è stata calcolata l'Energia Nominale in DC; considerando un C-rate 0.5 è stata definita la Potenza Nominale AC:

- Potenza Nominale AC (40°): 5.1 MW $\cos\phi=0.90$
- Energia Nominale in DC (BOL): 27.6 MWh

L'impianto BESS sarà connesso alla sala di smistamento AT connessa a sua volta alla Cabina AT di Sottostazione a valle del dispositivo di interfaccia come ammesso dalla norma CEI 0-16 per un "sistema di accumulo posizionato nella parte di impianto in corrente alternata a valle del contatore dell'energia generata".

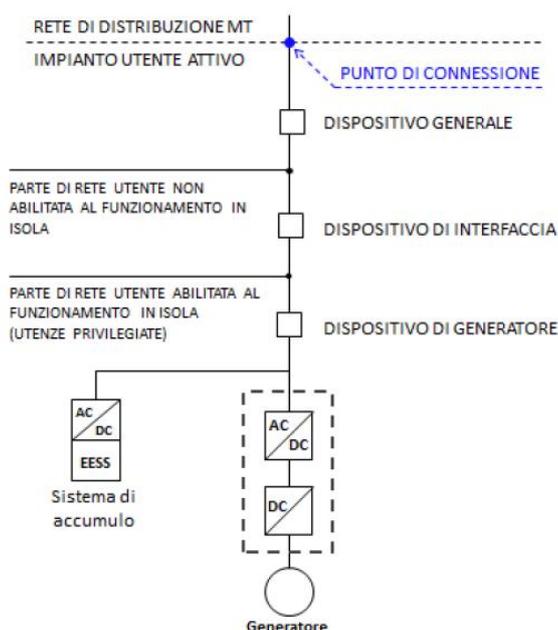


Figura 6: Sistema di accumulo posizionato nella parte di impianto in corrente alternata a valle del contatore dell'energia generata

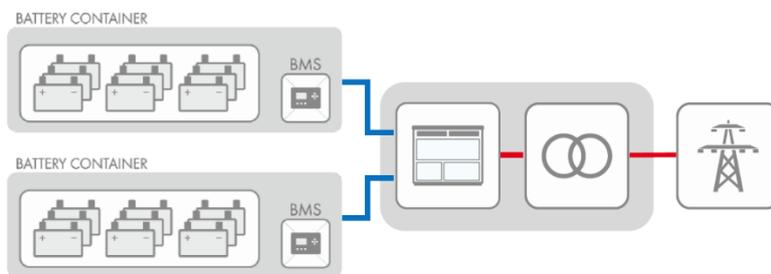


Figura 7 : Esempio di struttura del sistema

L'impianto si costituisce di sottosistemi ciascuno dei quali dotato di un interruttore MT, un trasformatore MT/BT a doppio secondario e due inverter. A ciascun inverter sono connessi in parallelo sul bus DC battery rack (che costituiscono un battery pack) ognuno composto dalla serie di moduli batteria.

Lavori di realizzazione di un parco agro-fotovoltaico denominato "Bernalda 1" con potenza in immissione pari a 14.1 MW integrato con un sistema di accumulo e relative opere di connessione

A.6. Relazione tecnica delle opere architettoniche

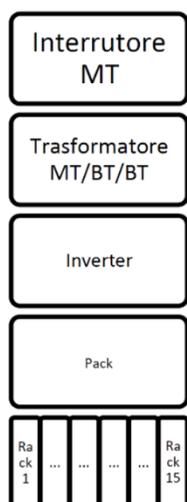


Figura8 : configurazione tipo BESS

L'impianto sarà composto di elementi alloggiati all'interno di container suddivisi funzionalmente come segue.

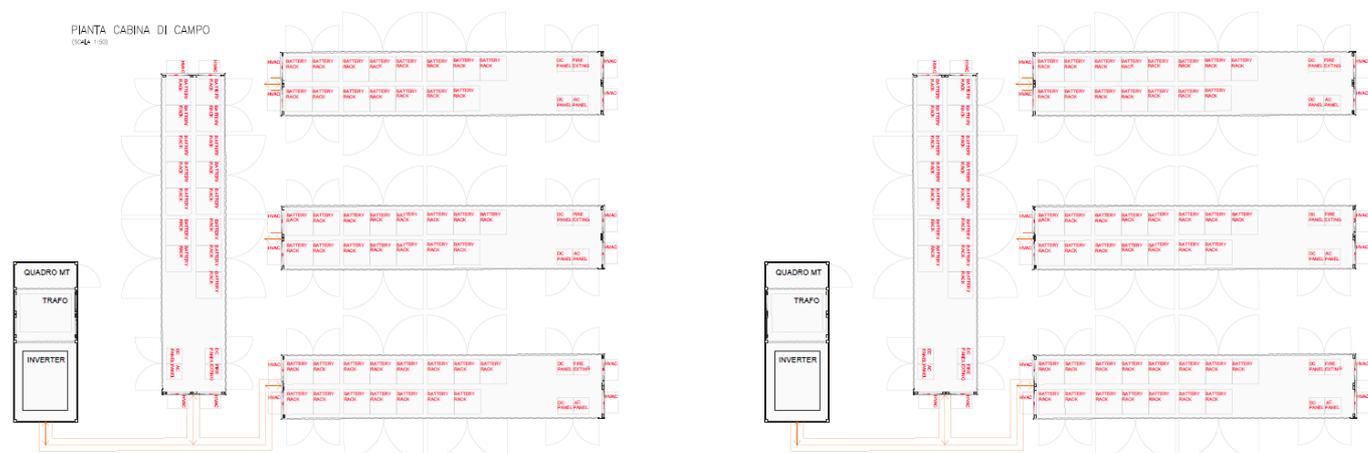


Figura 9: Area Sistema di Accumulo - Pianta

In totale sono quindi previsti:

- 2 container PCS (power station con inverter, trasformatore MT/BT e quadro MT)
- 8 container Batterie ESS

Potenza sistema accumulo:

potenza di scarica a 40°C pari a $2 \times 2880 \text{kVA} = 5760 \text{kVA}$

potenza attiva 5184 kW con $\cos\phi=0.90$

Capacità sistema accumulo (BOL): **8 x 3.450 MWh = 27 MWh**

Il progetto prevede l'installazione di 2 Cabine SMA MVPS 4000-S2 in cui sarà installato un Inverter bidirezionale per sistemi di accumulo SMA Sunny Central Storage (SCS) 3450-UP XT.

Lavori di realizzazione di un parco agro-fotovoltaico denominato "Bernalda 1" con potenza in immissione pari a 14.1 MW integrato con un sistema di accumulo e relative opere di connessione

A.6. Relazione tecnica delle opere architettoniche

Con la potenza fornita dai nuovi inverter centralizzati Sunny Central Storage UP e i componenti di media tensione appositamente studiati, la nuova MV Power Station offre una densità di potenza maggiore e viene fornita chiavi in mano con estrema garanzia di funzionalità delle varie componenti.

La soluzione integrata nel container da 20 piedi assicura semplicità di trasporto e rapidità di montaggio e messa in servizio. La MVPS e tutti i componenti sono sottoposti a test. La MV Power Station garantisce la massima sicurezza dell'impianto, massimi rendimenti energetici, e minimi rischi operativi. Naturalmente la MV Power Station è predisposta per i collegamenti CC



Figura 10: Esempio di soluzione integrata inverter e trasformatore in container da 20 piedi