

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE
"ASCOLI SATRIANO MASSERIA SAN POTITO" - POTENZA NOMINALE IMPIANTO FOTOVOLTAICO 47,5 MVA
POTENZA NOMINALE SISTEMA DI ACCUMULO ENERGIA 90 MVA

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA di FOGGIA
COMUNE di ASCOLI SATRIANO
Località: Masseria San Potito

PROGETTO DEFINITIVO
Id AU 82BKAH2

Tav.:

Titolo:

R04
rev1

Relazione Tecnica Opere Elettriche

Scala:

Formato Stampa:

Codice Identificatore Elaborato

n.a.

A4

82BKAH2_DocumentazioneSpecialistica_04-rev1

Progettazione:

Committente:

DOTT. ING. Fabio CALCARELLA

Via Bartolomeo Ravenna, 14 - 73100 Lecce
Mob. +39 340 9243575
fabio.calcarella@gmail.com - fabio.calcarella@ingpec.eu
P. IVA 04433020759

Whysol-E Sviluppo S.r.l.

Via Meravigli, 3 - 20123 - MILANO
Tel: +39 02 359605
Info@whysol.it - whysol-e.sviluppo@legalmail.it
P. IVA 10692360968



Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Aprile 2020	Prima emissione	STC S.r.l.	FC	WHYSOL-E Sviluppo s.r.l.
Novembre 2020	Rev1 - Validazione TERNA progetto connessione	STC	FC	WHYSOL-E Sviluppo s.r.l.

Sommario

1. Generalità.....	2
2. Caratteristiche dell'impianto e dell'area oggetto dell'intervento.....	2
2.1. Caratteristiche dell'area	2
2.2. Caratteristiche dei moduli fotovoltaici.....	4
3. Architettura elettrica dell'impianto	6
4. Gruppi di Conversione (Inverter)	12
5. Gruppi conversione / trasformazione (Shelter).....	13
6. Cabine di Campo.....	14
7. Cabina di Smistamento (CdS)	16
8. Shelter per l'accumulo dell'energia prodotta.....	17
9. Linea elettrica interrata MT	18
10. Linea elettrica interrata AT	19
11. Rete di terra dell'Impianto e delle Cabine elettriche.....	20

1. Generalità

La presente relazione ha lo scopo di illustrare gli aspetti tecnici legati alla progettazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (solare), avente potenza nominale pari a 47.500,00 kW e una potenza installata pari a 47.502,00 kWp. Inoltre è prevista l'installazione, nell'area di impianto, di un **Sistema di Accumulo (SdA)** di potenza nominale pari a 90 MVA (equivalenti ad una produzione di 270 MWh) costituito da un sistema di batterie al Litio-Ferro-Fosfato. Un Sistema di accumulo è un insieme di dispositivi, apparecchiature e logiche di gestione e controllo, funzionale ad assorbire e rilasciare energia elettrica, previsto per funzionare in maniera continuativa in parallelo con la rete con obbligo di connessione di terzi o in grado di comportare un'alterazione dei profili di scambio con la rete elettrica (immissione e/o prelievo).

In particolare si farà riferimento alle Opere Impiantistiche Elettriche.

Si precisa che:

- La Potenza installata (P) è data dalla potenza del singolo modulo fotovoltaico moltiplicata per il numero complessivo di moduli installati. Nel particolare caso è prevista l'installazione di 109.200 moduli. Poiché il singolo modulo ha potenza di picco pari a 435 Wp, la potenza installata è pari a $109.200 \times 435 \text{ Wp} = 47.502 \text{ kWp}$;
- La Potenza nominale (Pn) è data dalla somma delle potenze lato AC (corrente alternata) dei singoli Inverter installati. Poiché è previsto che vengano installati 19 Inverter aventi massima potenza lato AC pari a 2.500 kVA ognuno, la Potenza nominale massima dell'Impianto è pari a $19 \times 2.500 \text{ kVA} = 47.500 \text{ kVA}$.

2. Caratteristiche dell'impianto e dell'area oggetto dell'intervento

2.1. Caratteristiche dell'area

L'impianto fotovoltaico propriamente detto è ubicato ad Ovest del Comune di Ascoli Satriano (FG). Il Cavidotto MT a 30 kV interesserà i Comuni di Ascoli Satriano (FG) e di Deliceto (FG). La SSE in progetto denominata "Renoir" a cui l'Impianto si collegherà, sarà ubicata nel Comune di Deliceto (FG) e collegata alla Stazione Terna "Deliceto" tramite la esistente SSE "Elce".

L'impianto avrà un'estensione di circa 72,5 ha. Le sue caratteristiche principali sono riportate nelle tabelle seguenti:

Latitudine	Longitudine	Comune
41° 12.728'N	15° 29.569'E	Ascoli Satriano (FG)

Tabella A – Ubicazione geografica delle opere

Estensione (ha)	Potenza (MW)	Rapporto ha / MW	Ubicazione NCT
72,5	47,502	1,53	Foglio 57-21 (Ascoli Satriano)

Tabella B – Estensione e Potenza installata

2.2. Caratteristiche dei moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici saranno del tipo monocristallino di potenza massima pari a 435 Wp, e saranno montati su inseguitori solari monoassiali orizzontali (*Tracker*) in file parallele orientate nel verso dell'asse Nord-Sud.

I *Tracker* saranno di due tipi, da 24 e da 48 moduli in configurazione "*portrait*", quindi con pannello montato in posizione verticale.

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	RSM156-6-425M	RSM156-6-430M	RSM156-6-435M	RSM156-6-440M	RSM156-6-445M
Maximum Power-Pmax (Wp)	318.0	321.8	325.5	329.3	332.9
Open Circuit Voltage-Voc (V)	48.10	48.20	48.30	48.40	48.48
Short Circuit Current-Isc (A)	8.51	8.59	8.67	8.75	8.83
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	39.80	39.90	40.00	40.10	40.24
Maximum Power Current-Impp (A)	7.98	8.06	8.13	8.21	8.27

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

figura 1 – caratteristiche elettriche dei moduli fotovoltaici

MECHANICAL DATA

Solar cells	Monocrystalline, 9BB
Cell configuration	156 cells (6×13+6×13)
Module dimensions	2178×996×40mm
Weight	25.5kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	White Back-sheet
Frame	Anodized Aluminium Alloy type 6063T5, Silver Color
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm ² (12AWG), Positive(+)270mm, Negative(-)270mm
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

figura 2 – caratteristiche meccaniche dei moduli fotovoltaici

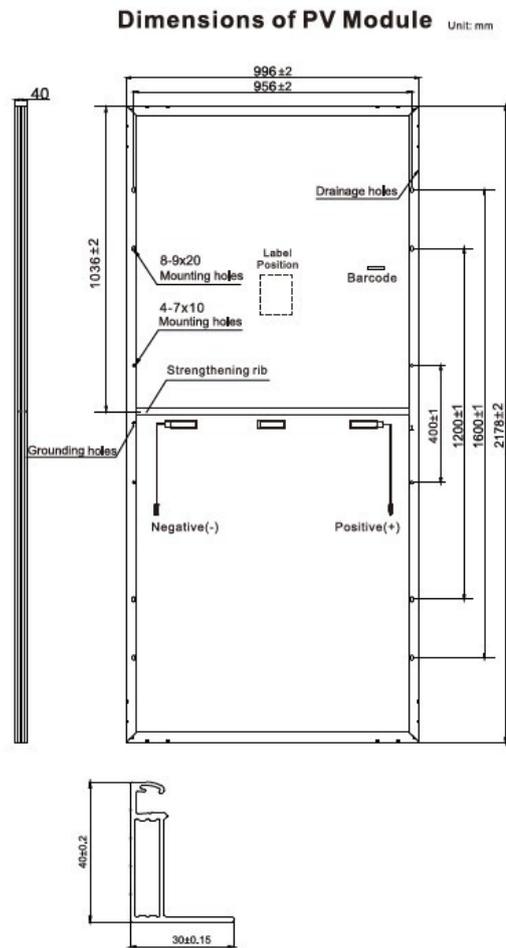


figura 3 – caratteristiche dimensionali dei moduli

3. Architettura elettrica dell'impianto

Tutta l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico e proveniente dall'impianto di accumulo saranno raccolte nella Cabina di Smistamento (CdS), ubicata all'interno dell'area di impianto. Le opere di connessione per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale, prevedono la realizzazione:

- 1) di linee MT in cavo interrato di lunghezza pari a 1,5 km circa per il convogliamento dell'energia prodotta in media tensione a 30 kV dalla Cabina di Smistamento alla SSE elettrica di trasformazione che sarà denominata *SSE Renoir*;
- 2) della *SSE Renoir* in cui avviene l'innalzamento di tensione dell'energia prodotta da 30 kV (media tensione) a 150 kV (alta tensione), ubicata nel territorio comunale di Deliceto, ad 1 km circa in linea d'aria dall'impianto fotovoltaico in progetto;
- 3) di una linea AT in cavo interrato di lunghezza pari a circa 600 m, che trasporta l'energia a 150 kV dalla *SSE Renoir* alla ***SSE Elce esistente ed in esercizio*** adiacente alla *SE Terna Deliceto* a cui è elettricamente connessa.;
- 4) di tutte le apparecchiature elettriche AT per il collegamento del cavo in arrivo dalla *SSE Renoir* alle sbarre AT esistenti e predisposte per ulteriori connessioni della *SSE Elce*.

L'impianto fotovoltaico propriamente detto sarà ubicato ad Ovest del Comune di Ascoli Satriano (FG). Il Cavidotto MT a 30 kV interesserà i Comuni di Ascoli Satriano (FG) e di Deliceto (FG) ed avrà una lunghezza complessiva di circa 1,5 km. La *SSE Renoir* è ubicata nel Comune di Deliceto (FG). Il percorso del cavo AT, 600 m circa dalla *SSE Renoir* alla *SSE Elce esistente*, avverrà interamente nel territorio comunale di Deliceto.

Da un punto di vista elettrico, il generatore fotovoltaico è costituito da stringhe. Una stringa sarà formata da 24 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	V _{oc} (V) - NOCT	I _{mp} (A) - NOCT	Tensione stringa	Corrente stringa
24	48,30	8,13	1.159,2 V	8,67 A

Nella tabella seguente si evidenziano il numero di stringhe contenute nei tracker a seconda

della loro lunghezza.

	Pot. Modulo (Wp)	Numero moduli	N° di stringhe
Tracker 24moduli	435	24	1
Tracker 48 moduli	435	48	2

L'energia prodotta dalle stringhe afferisce nei Quadri di Parallelo Stringhe, posizionati in campo in prossimità delle strutture di sostegno dei moduli. L'energia raccolta in ciascuno di essi viene poi trasportata all'interno degli Shelter preassemblati in stabilimento dal fornitore, contenenti il gruppo conversione / trasformazione, dove afferirà a degli inverter centralizzati, uno per ogni Shelter. L'inverter sarà dotato di un numero di ingressi pari a 32, con una massima tensione di ingresso pari a 1.500 V e range operativo 850/1.425 V (la tensione massima di stringa è di 1.159,2 V). Come detto in ciascuno dei 32 ingressi dell'inverter afferisce un quadro di parallelo stringhe. In particolare si prevede che a ciascun inverter afferiscano un massimo di 24 stringhe.

L'inverter effettua la conversione della corrente continua in corrente alternata a 550 V trifase, con frequenza di 50 Hz. È prevista l'installazione di:

- n° 19 inverter con massima potenza in uscita lato AC pari a 2.500 kVA, per una potenza nominale totale di 47.500 kVA.

All'interno degli Shelter l'energia a 550 V in c.a. subirà un innalzamento di tensione sino a 30 kV. In ciascuno Shelter sarà installato infatti un trasformatore MT/BT di taglia pari a 2.500 kVA.

In uscita dagli Shelter, l'energia sarà trasportata verso la più vicina Cabina di Campo.

Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche principali dell'impianto. In particolare sono indicati:

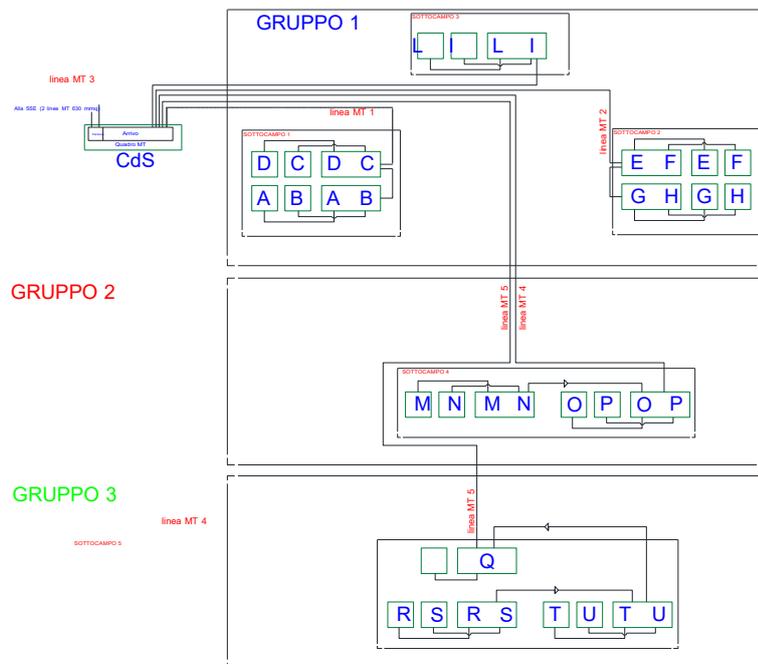
- numero di tracker da 24 moduli installati;
- numero di tracker da 48 moduli installati;
- numero di pannelli installati;
- potenza di picco installata.

IMPIANTO ASCOLI SATRIANO								
Tracker Type	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracker	Tracker quantity	Total N° strings	QP tot	Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Pn (kW)
Trck 48 PV M	2	48	2.160	4.320		103.680	45.100,80	
Trck 24 PV M	1	24	230	230		5.520	2.401,20	
Total			2.390	4.550	453	109.200	47.502,00	47.500

Principali caratteristiche impianto e potenza di picco installata

Si evince quindi che la potenza installata totale di picco dell'impianto sarà pari a 47.502,00 kWp.

Gruppi di Cabine di Campo (in totale 3), a loro volta, saranno elettricamente collegate in serie, secondo la classica configurazione in "entra-esce", tramite linee MT a 30 kV in cavo interrato. Si formeranno, così, 5 sottocampi, secondo lo schema sotto riportato.



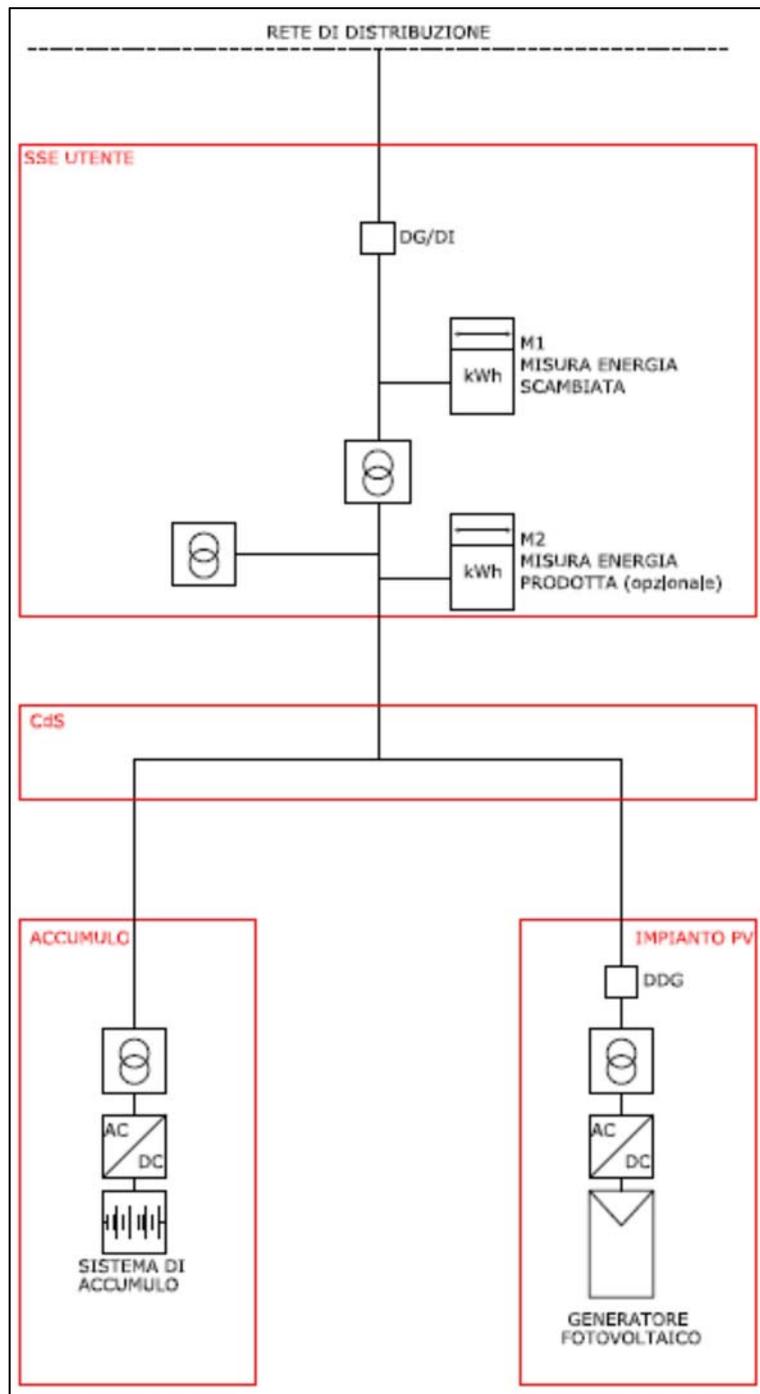
L'energia di ciascun sottocampo sarà convogliata come (sempre tramite linee MT in cavo), nella Cabina di Smistamento (CdS) del tipo MT/MT.

Lunghezza, sezione e formazione cavidotti MT				
Shelter	Tratte	Stima finale (m)	Sezione e formazione cavi	
A-B C-D	CAB. 1- 2	16	3x1x50 mmq	SOTTOCAMPO 1
	CAB. 2 - CdS	504	3x1x120 mmq	
E-F G-H	CAB. 3- 4	16	3x1x50 mmq	SOTTOCAMPO 2
	CAB. 4 - CdS	727	3x1x120 mmq	
I-L	CAB. 5 - CdS	263	3x1x70 mmq	SOTTOCAMPO 3
M-N O-P	CAB. 6 - 7	140	3x1x50 mmq	SOTTOCAMPO 4
	CAB. 7 - CdS	1.045	3x1x120 mmq	
Q R-S T-U	CAB. 8- 9	16	3x1x50 mmq	SOTTOCAMPO 5
	CAB. 9 - 10	347		
	CAB. 10 - CdS	1.567	3x1x185 mmq	

Dalla Cabina di Smistamento l'energia sar  trasportata, tramite linea in cavo MT a 30 kV (costituita da 2 terne di cavi Air-Bag da 630 mmq, di lunghezza pari a circa 1.500 m), nella Sottostazione Elettrica Utente (SSE) "Renoir" di nuova realizzazione.

In alternativa, in uscita dalla CdS, l'energia elettrica prodotta potr  essere inviata al Sistema di Accumulo installato nell'area di impianto ed essere da qui prelevata e riversata nella RTN nei momenti opportuni (per picchi di assorbimento o per livellamento di frequenza).

Nella SSE avverr  un altro innalzamento di tensione da MT (30 kV) ad AT (150 kV) e quindi la consegna dell'energia prodotta.



Schema di connessione e dispositivi di protezione

La SSE Utente "Renoir" di nuova realizzazione, sarà collegata alla SE TERNA 150/380 kV "Deliceto" tramite la esistente SSE "Elce". Più precisamente, il collegamento alla RTN avviene in

cavo AT interrato tra lo stallo dedicato nella SE TERNA di “*Deliceto*” ed un sistema di sbarre a 150 kV all’interno della SSE “*Elce*”. A tale sistema di sbarre sarà quindi collegata la SSE Utente “*Renoir*”. Il prolungamento di tali sbarre e la realizzazione di un nuovo stallo, infatti, permetterà quindi la connessione direttamente in AT dell’impianto fotovoltaico in progetto.

In estrema sintesi, l’impianto di generazione è costituito da:

- 109.200 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino (collettori solari) di potenza massima unitaria pari a 435 Wp, installati su inseguitori monoassiali da 48 e 24 moduli;
- 4.550 stringhe, ciascuna costituita da 24 moduli da 435 Wp ciascuno, collegati in serie.

Tensione di stringa 1.159,2 V, corrente di stringa 8,67 A;

- n°19 cabinati prefabbricati (shelter) da 2.500 kVA contenenti i gruppi di conversione/trasformazione, di dimensioni **(L x H x p) 6,00 x 3,00 x 2,50 m**;
- n° 10 Cabine di Campo contenenti i quadri MT (celle arrivo e partenza linee MT) di dimensioni **(L x H x p) 10,00 x 3,10 x 2,50 m**;
- N. 60 Container prefabbricati contenenti le batterie agli ioni di Litio-Ferro-Fosfato per l’accumulo dell’energia. Tale container avranno dimensioni pari a **(L x h x p) = 12,20 x 2,59 x 2,43 m**, cioè le dimensioni standard di un container metallico da 40’ (piedi);
- N. 15 Containers da 30’ contenenti ciascuno 4 Inverter c.c./c.a. da 1,5 MVA. Tali containers avranno dimensioni **(L x h x p) = 9,15 x 2,90 x 2,43 m** cioè le dimensioni standard di un container metallico da 30’ (piedi);
- N. 30 trasformatori BT/MT da 3 MVA ciascuno per l’innalzamento della tensione sino a 30 kV.
- Una Cabina di Smistamento (CdS) in cui viene raccolta tutta l’energia prodotta dall’impianto fotovoltaico proveniente dalle 9 Cabine di Campo MT/BT. Dalla CdS, tramite due linee MT in cavo interrato in Alluminio da 630 mm²., avverrà il collegamento alla Sottostazione di Trasformazione (esistente);
- Apparecchiature elettriche di protezione e controllo BT, MT, AT ed altri impianti e sistemi che rendono possibile il sicuro funzionamento dell’intera installazione e le comunicazioni al suo interno e verso il mondo esterno, installati all’interno delle Cabine di Campo.

Le parti in muratura dell'impianto saranno:

- Cabine di Campo e Trasformazione;
- **Cabina di Smistamento Utente** a struttura prefabbricata (**CdSU**);
- Cabina di Raccolta Sistema di Accumulo dell'energia a struttura prefabbricata (**CdR**);
- L'edificio servizi della Sottostazione Utente "*Renoir*".

4. Gruppi di Conversione (Inverter)

Il gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (o inverter) attua il condizionamento e il controllo della potenza trasferita. Esso deve essere idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. In particolare il gruppo deve essere rispondente alle norme su EMC e alla Direttiva Bassa Tensione (73/23/CEE e successiva modifica 93/68/CEE).

I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura devono essere compatibili con quelli del campo fotovoltaico cui è connesso, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita devono essere compatibili con quelli della rete del distributore alla quale viene connesso. Il convertitore deve, preferibilmente, essere basato su inverter a commutazione forzata (con tecnica PWM) ed essere in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto di massima potenza (MPPT) del campo fotovoltaico. Tra i dati di targa deve figurare la potenza nominale dell'inverter in c.c e in c.a, nonché quella massima erogabile continuamente dal convertitore e il campo di temperatura ambiente alla quale tale potenza può essere erogata.

Tra i dati di targa dovrebbero figurare inoltre l'efficienza, la distorsione e il fattore di potenza. L'inverter deve essere progettato in modo da evitare, così come nei quadri elettrici, che la condensa si formi nell'involucro IP65; questo in genere è garantito da una corretta progettazione delle distanze fra le schede elettroniche. Un'ultima nota riguarda le possibili interferenze prodotte. I convertitori per fotovoltaico sono, come tutti gli inverter, costruiti con dispositivi a semiconduttore che commutano (si accendono e si spengono) ad alta frequenza (fino a 20kHz); durante queste commutazioni si generano dei transitori veloci di tensione che possono propagarsi ai circuiti elettrici ed alle apparecchiature vicine dando luogo ad interferenze. Le interferenze possono essere condotte (trasmesse dai collegamenti elettrici) o irradiate (trasmesse come onde elettromagnetiche).

Gli inverter devono essere dotati di marcatura CE, ciò vuol dire che si presume che rispettino le

norme che limitano queste interferenze ai valori prescritti, senza necessariamente annullarle. Inoltre le verifiche di laboratorio sono eseguite in condizioni standard che non sono necessariamente ripetute sui luoghi di installazione, dove peraltro possono essere presenti dispositivi particolarmente sensibili.

Quindi, per ridurre al minimo le interferenze è bene evitare di installare il convertitore vicino a apparecchi sensibili e seguire le prescrizioni del costruttore, ponendo attenzione alla messa a terra dell'inverter e collegandolo il più a monte possibile nell'impianto dell'utente utilizzando cavidotti separati (sia per l'ingresso dal campo fotovoltaico che per l'uscita in ca).

Nel caso del progetto in esame è prevista l'installazione di cabinet preassemblati dal fornitore, dotati di fabbrica, al loro interno, di Inverter e Trasformatore MT/BT (gruppo conversione-trasformazione).

5. Gruppi conversione / trasformazione (Shelter)

Cabinet preassemblati dal fornitore, dotati di fabbrica al loro interno di Inverter e Trasformatore MT/BT (gruppo conversione-trasformazione), saranno installati in campo. In prossimità delle strutture di sostegno dei moduli saranno installati dei Quadri di Parallelo Stringhe, per la raccolta dell'energia prodotta in c.c. dai gruppi di moduli ed il convogliamento della stessa ai suddetti Shelter.

Ciascun gruppo di conversione / trasformazione è costituito da:

- un Inverter centralizzato da 2.500 kVA per la conversione della corrente proveniente dai Quadri di Parallelo Stringhe, da c.c. a c.a.;
- un trasformatore MT/BT di taglia pari a 2.500 kVA per l'innalzamento di tensione da 0,55 kV a 30 kV.

La corrente in uscita dal gruppo di conversione/trasformazione viene convogliata nella più vicina Cabina di Campo.

È prevista l'installazione di 19 cabinet contenenti i gruppi di conversione/trasformazione, di dimensioni (L x H x p) 6,058 x 2,89 x 2,43 m.

Altri 36 gruppi di conversione/trasformazione saranno installati accanto ai 36 Shelter contenenti le batterie utilizzate per l'accumulo dell'energia prodotta.



Esempio di Shelter (Il cabinato in figura ha dimensioni (L x H x p) 6.058 x 2.896 x 2.438 mm)

6. Cabine di Campo

In linea generale le cabine elettriche svolgono la funzione di edifici tecnici adibiti a locali per la posa dei quadri, degli inverter, del trasformatore, delle apparecchiature di telecontrollo, di consegna e misura.

Nel particolare caso oggetto della presente relazione, le Cabine di Campo saranno a struttura monoblocco del tipo prefabbricato. In ciascuna di esse troveranno alloggio: il quadro generale in BT, il Quadro MT per l'arrivo e la partenza delle linee in cavo e gli organi di comando e protezione MT contenuti negli appositi scomparti, come rappresentato negli elaborati grafici costituenti il progetto.

La cabina, come accennato, sarà a struttura prefabbricata (tuttavia in fase di progettazione esecutiva si potrà optare per una struttura gettata in opera), che pertanto non necessita di fondazioni in cemento, fatta eccezione per la base di supporto della cabina stessa che sarà costituita da una platea in cemento dello spessore di 30 cm ed armata con rete elettrosaldata 20x20 ϕ 10.

La cabina sarà dotata di impianto di illuminazione ordinario e di emergenza, forza motrice, alimentate da apposito quadro BT installato in loco, nonché di accessori normalmente richiesti dalle normative vigenti (schema del quadro, cartelli comportamentali, tappeti isolanti 30 kV,

guanti di protezione 30 kV, estintore ecc.). Il sostegno dei circuiti ausiliari dei quadri per la sicurezza e per il funzionamento continuativo dei sistemi di protezione elettrica avverrà da gruppi

di continuità (UPS) installati in loco.



figura 7 – Tipico Cabina di Trasformazione prefabbricata monoblocco

In linea generale, il box viene realizzato ad elementi componibili (il che consente anche in fase esecutiva di modificare le dimensioni della Cabina prevista, semplicemente accoppiando altri elementi ma sempre rimanendo nella sagoma volumetrica del presente progetto) prefabbricati in cemento armato vibrato, materiale a bassa infiammabilità (come previsto dalla norma CEI 11-1 al punto 6.5.2 e CEI 17-63 al punto 5.5) e prodotto in modo tale da garantire pareti interne lisce e senza nervature e una superficie interna costante lungo tutte le sezioni orizzontali come indicato nelle tavole allegate.

Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione degli elementi costituenti il box viene additivato con idonei fluidificanti-impermeabilizzanti al fine di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-1 al punto 6.5.2.1.

Le dimensioni e le armature metalliche delle pareti sono sovrabbondanti rispetto a quelle occorrenti per la stabilità della struttura in opera, in quanto le sollecitazioni indotte nei vari elementi durante le diverse fasi di sollevamento e di posa in opera sono superiori a quelle che si generano durante l'esercizio.

Come appena detto, nelle cabine è prevista una fondazione prefabbricata in c.a.v. interrata, costituita da una o più vasche in c.a. unite e di dimensioni uguali a quelle esterne del box e di altezza variabile da 60 cm fino a 100 cm a seconda della tipologia impiegata.

Per l'entrata e l'uscita dei cavi vengono predisposti nella parete della vasca dei fori a frattura prestabilita, idonei ad accogliere le tubazioni in PVC contenenti i cavi; gli stessi fori appositamente flangiati possono ospitare dei passa cavi a tenuta stagna; entrambe le soluzioni garantiscono comunque un grado di protezione contro le infiltrazioni anche in presenza di falde acquifere.

L'accesso alla vasca avviene tramite una botola ricavata nel pavimento interno del box; sotto le apparecchiature vengono predisposti nel pavimento dei fori per permettere il cablaggio delle stesse.

Come già detto, il posizionamento delle Cabine di Campo e della Cabina di Smistamento prevede la realizzazione di uno scavo a sezione ampia di profondità che varia dai 65 cm ai 100 cm a seconda delle dimensioni della cabina. Lo sbancamento sarà eseguito per un'area di 1 m oltre l'ingombro massimo della cabina in tutti i lati, questo per consentire la realizzazione dell'impianto di terra esterno secondo quanto previsto dalle specifiche Enel DG10061 ed. V, che a sua volta sarà collegato all'anello perimetrale di terra dell'impianto.

Il materiale di risulta dello scavo, sarà destinato al riutilizzo o al conferimento in idonea discarica.

All'interno delle cabine di campo confluisce l'energia proveniente dai gruppi di conversione/trasformazione.

Nel particolare caso del presente progetto è prevista l'installazione di 10 Cabine di Campo di dimensioni pari a (L, H, p) 10,00 x 3,10 x 2,50 m.

7. Cabina di Smistamento (CdS)

La Cabina di Smistamento raccoglie l'energia prodotta dai sottocampi dell'impianto (già convogliata all'interno delle Cabine di Campo). Dalla CdS, sempre tramite una linea in cavo interrato a 30 kV (costituita da 2 terne di cavi Air-Bag da 630 mmq, della lunghezza di circa xx km), l'energia verrà convogliata alla Sottostazione Elettrica Utente 30/150 kV, in cui avviene la trasformazione di tensione (30/150 kV) e la consegna (in AT a 150 kV) alla SE TERNA 150/380 kV "*Deliceto*", tramite cavo interrato AT.

In alternativa, in uscita dalla CdS, l'energia elettrica prodotta potrà essere inviata al Sistema di Accumulo installato nell'area di impianto ed essere da qui prelevata e riversata nella RTN nei momenti opportuni (per picchi di assorbimento o per livellamento di frequenza).

La CdS consta essenzialmente di un Quadro MT, con sbarre 36 kV – 1.600 A, 20 kA x 1 sec, costituito dagli interruttori delle linee MT in arrivo dai cinque sottocampi MT ed i sezionatori delle due linee MT in parallelo in partenza verso la SSE. Nello stesso quadro è contenuto un sezionatore MT di protezione del trasformatore ausiliari di cabina (trafo 50 kVA Dyn11).

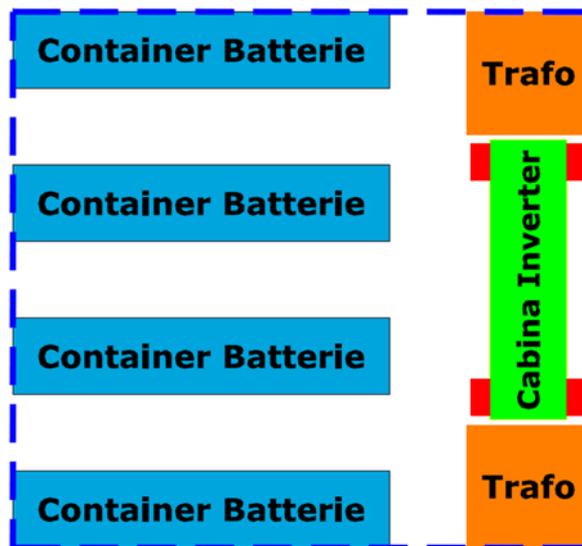
La CdS avrà dimensioni pari a (L, H, p) 25,00 x 3,00 x 3,00 m.

8. Shelter per l'accumulo dell'energia prodotta

Per l'accumulo si è scelto di utilizzare batterie agli ioni di Litio-Ferro-Fosfato-ferro-fosfato ($LiFePO_4$).

Da un punto di vista elettrico, il Sistema di Accumulo sarà diviso in **15 moduli, ciascuno costituito da:**

- 4 Containers da 40' (12,2 m) contenenti le Batterie al Litio-Ferro-Fosfato-Ferro-Fosfato ($LiFePO_4$) per l'accumulo dell'Energia prodotta. Le batterie contenute in ciascuno dei containers, hanno una capacità di 4,5 MWh.;
- 1 Containers da 30' (9,15 m) contenente 4 Inverter c.c./c.a. da 1,5 MW ciascuno. Pertanto il tempo minimo di carica/scarica sarà pari a 3 h;
- 2 Trasformatori BT/MT da 3 MVA ciascuno.



Schema Modulo Sistema di Accumulo

Considerando quindi l'installazione di 15 moduli come sopra descritti, la **potenza nominale complessiva di accumulo sarà pari a 90,00 MVA (270 MWh)**. Ogni modulo avrà pertanto capacità di 18 MWh.

Nella tabella di seguito si sintetizza quanto sopra detto.

Configurazione	Numero container da 4,5 MWh	Energia erogabile in 3 ore [MWh]	Potenza storage [MW]	Potenza nominale Storage [MVA]
Minima (producibilità minima giornaliera gennaio)	60	270	90	90

L'energia erogata in MT a 30 kV confluirà in una Cabina di Raccolta (CdR – ubicata nei pressi delle batterie di accumulo e degli shelter), da qui poi convogliata alla Cabina di Smistamento (CdS), sempre all'interno dell'area di impianto, in comune con l'impianto fotovoltaico.

Nella stessa cabina di raccolta, confluirà, sempre in MT a 30 kV, l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico, che potrà essere utilizzata per la carica del sistema di accumulo o a sua volta direttamente convogliata verso la SSE Utente per la consegna alla RTN.

Di fatto sulla sbarra a 30 kV della CdS, avverrà lo scambio tra l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico e il Sistema di Accumulo (SDA), e si renderà possibile in tal modo "accumulare" l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico.

Dal momento, poi, che la CdS attraverso la SSE Renoir e la SSE Elce è collegata alla RTN (SE Terna Deliceto), sarà altresì possibile per il Sistema di Accumulo, prelevare direttamente energia dalla rete, in alcuni periodi o ore della giornata (quando abbiamo un surplus di produzione), e accumularla per poter essere utilizzata per fornire servizi di dispacciamento (bilanciamento, peak shaving, regolazione di tensione e frequenza).

Pertanto per quanto concerne il sistema di accumulo, il flusso di energia potrà essere **bidirezionale**: potrà essere infatti accumulata energia direttamente assorbita dalla Rete, per poi essere riversata nella Rete stessa nei momenti necessari (picchi di assorbimento, livellamento di frequenza).

9. Linea elettrica interrata MT

La linea interrata MT a 30 kV sarà realizzata per connettere l'impianto (dalla CdS) alla nuova Sottostazione Elettrica Utente 30/150 kV, "Renoir" in prossimità della SE TERNA 150/380 kV

“*Deliceto*”. Il cavidotto sarà realizzato, interamente su terreni privati.

La linea interrata MT sarà costituita da 5 terne di cavi Air-Bag da 630 mm², sufficienti per trasportare sia la massima energia erogabile dall’Impianto Fotovoltaico quindi 47,5 MW che quella accumulata nelle batterie dello Storage, 90 MW, per un totale di 137.500 kWp.

10. Linea elettrica interrata AT

Come detto, la connessione alla RTN avverrà tramite la SSE “*Elce*” adiacente alla SE Terna “*Deliceto*”. Quindi a valle della trasformazione AT/MT all’interno della nuova SSE “*Renoir*”, un cavo AT di lunghezza pari a circa 600 m, “viaggiando” su terreni privati, si collegherà al sistema di sbarre AT esistente all’interno della SSE *Elce*. In definitiva per la connessione alla RTN, si sfrutterà una infrastruttura già esistente.

Il cavo AT avrà le seguenti caratteristiche principali:

- Conduttore: Alluminio
- Isolamento: XLPE
- Guaina: Alluminio termofuso
- Diametro conduttore 48,9 mmq
- Sezione del conduttore: 1600 mmq
- Spessore del semiconduttore interno: 2 mm
- Spessore medio isolante: 15,8 mm
- Spessore del semiconduttore esterno: 1,3 mm
- Spessore guaina metallica (circa): 0,6 mm
- Spessore guaina: 4 mm
- Diametro esterno nominale: 100 mm
- Sezione schermo: 180 mmq
- Peso approssimativo: 10 kg/m
- Massima tensione di funzionamento: 170 kV
- Messa a terra degli schermi – posa a trifoglio o posa in piano: assenza di circolazioni
- Portata di corrente posa a trifoglio, cavi interrati a 30°C: 970 A
- Portata di corrente posa in piano, cavi interrati a 30°C: 1050 A
- Massima elettrica del conduttore a 20àC in c.c.: 0,019 Ohm/km
- Capacità nominale: 0,3 microF/km
- Corrente ammissibile di corto circuito: 20 kA
- Tensione operativa 150 kV

La terna di cavi sarà posata all'interno di una trincea avente profondità di 1,5 m. I cavi saranno posati su letto di sabbia e completamente annegati essi stessi nella sabbia.

Data la brevità del percorso non sono previsti giunti intermedi.

I terminali saranno realizzati con schermi messi a terra da entrambi i lati (SSE e SE Terna)

11. Rete di terra dell'Impianto e delle Cabine elettriche

L'impianto di terra del campo fotovoltaico sarà costituito da:

- un anello perimetrale in corda nuda di rame 50 mmq, posata ad una quota non inferiore a 0,50 m da piano di campagna;
- un anello perimetrale in corda nuda di rame 50 mmq posizionato sul perimetro di ciascuna cabina di Campo e della Cabina di Smistamento, collegato poi all'anello perimetrale di cui al punto precedente;
- una rete di corda di rame 50 mmq per il collegamento a terra delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici nonché degli inverter. La corda di rame sarà posata sul fondo dello scavo della rete interna della vie cavi BT, quindi seguirà il suo stesso schema;
- una corda di rame nudo da 50 mmq, posata nel cavidotto esterno MT, per il collegamento di terra dalla Cabina di Smistamento alla SSE Utente.

Quanto sopra riportato è dettagliatamente descritto negli elaborati grafici di progetto concernenti la rete di terra dell'impianto fotovoltaico.

La realizzazione dell'impianto di terra dei fabbricati Cabine di Campo e Cabina di Smistamento consisterà nelle seguenti attività:

- Installazione di collettori di terra in piatto di rame 60x6 mm sulle pareti;
- Esecuzione delle derivazioni di messa a terra delle masse metalliche fisse verso i collettori, con piatto di rame 40x3 mm;
- Connessioni di continuità elettrica delle carpenterie mobili, con conduttori flessibili di sezione:
 - 50 mmq per la messa a terra dei pannelli mobili (ante di celle ed armadi);
 - 70 mmq per la messa a terra delle parti mobili tipo aste di manovra.
- Posa e collegamento, con doppio cavo in rame da 70mmq, alla rete di terra del fabbricato che sarà, a sua volta, così costituita:
 - anello perimetrale di forma rettangolare in corda di rame nudo di sezione 50

mmq a 7 fili elementari posata a quota -0,65 m, con sviluppo totale L_P del conduttore perimetrale pari a:

$$L_P = 45 \text{ m}$$

○ n. 4 dispersori puntuali a picchetto in profilato di acciaio, di lunghezza pari a 1,5 m, posizionati in prossimità dei vertici dell'anello. In alternativa potranno essere utilizzati n. 4 dispersori a piastra in acciaio zincato di lato pari a 0,6 m.

L'installazione dei collettori di terra e delle derivazioni alle masse metalliche dovrà essere opportunamente distanziata dalla parete mediante interposizione di distanziali in resina autoestinguenta, ed il fissaggio a parete dovrà essere eseguito con viti in acciaio e tasselli in PVC.

Le sbarre in rame dell'impianto di terra interno ai fabbricati dovranno essere verniciate sulle parti a vista, in GIALLO con strisce VERDI, oppure con il simbolo di terra (verniciato o prestampato, ben adesivo e resistente).