

REGIONE SARDEGNA

PROVINCIA DI ORISTANO

COMUNE DI SOLARUSSA - COMUNE DI TRAMATZA

**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA R.T.N.  
DELLA POTENZA DI PICCO 76.636,56 kW E POTENZA DI IMMISSIONE 65.700 kW**

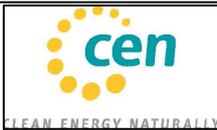
Denominazione Impianto: **Impianto Agrofotovoltaico ORI 3**

Ubicazione: **Comuni di Solarussa e Tramatzza**

**ELABORATO**

**RELAZIONE TECNICA SISTEMA DI ACCUMULO**

**DOC\_R\_04**



*Project - Commissioning - Consulting*  
CEN SRL  
STRADA DI GUINZA GRANDE  
1 INT. 2 CAP 01014  
MONTALTO DI CASTRO (VT)

Scala: /

PROGETTO

Data:  
**30/06/24**

PRELIMINARE



DEFINITIVO



ESECUTIVO



Il Richiedente:

**CCEN ORISTANO 3 SRL**  
**PIAZZA WALTHER VON VOGELWEIDE n. 8**  
**39100 BOLZANO**  
**P. IVA: 03218210213**

Tecnici:

Ing. Federico BONI  
Inscrizione Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo A-754

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Approvato	Autorizzato
01					
02					
03					
04					

Firma Produttore

Firme



-

## Sommario

- .....	1
1. INTRODUZIONE .....	2
2. PRINCIPALI APPLICAZIONI E SERVIZI DEI SISTEMI DI ACCUMULO .....	2
3. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEGLI ACCUMULATORI .....	6
4. APPLICAZIONE AL CAMPO AGROFOTOVOLTAICO IN OGGETTO .....	7

---

## **1. INTRODUZIONE**

---

L'impianto agrofotovoltaico ORI 3 oggetto di Autorizzazione Unica sarà predisposto per l'implementazione di un Sistema di Accumulo (SdA) di energia, a tale scopo nei paragrafi successivi saranno illustrate brevemente le diverse modalità di impiego dei suddetti sistemi, nonché le principali tecnologie e i rischi specifici ad esse correlati.

I SdA possono essere impiegati per la fornitura di servizi molto diversi, alcuni dei quali richiedono "prestazioni in potenza", quindi sistemi in grado di scambiare elevate potenze per tempi brevi (da frazioni di secondo a qualche minuto), mentre altri richiedono "prestazioni in energia", quindi sistemi in grado di fornire potenza con autonomia di parecchie ore.

In generale, i Sistemi di Accumulo possono essere utilizzati per erogare energia, e quindi contribuire al soddisfacimento della domanda energetica in momenti temporali in cui la produzione di impianto è scarsa, oppure per fornire servizi ancillari di rete.

I servizi ancillari rivestono un ruolo fondamentale per il corretto funzionamento del sistema elettrico, essi infatti contribuiscono a garantire sicurezza ed affidabilità al sistema elettrico nazionale. Essi sono caratterizzati da una pronta risposta all'ordine di dispaccio che può arrivare fino a 15 minuti. L'operatore di mercato compensa il fornitore del servizio con un pagamento diretto all'interno del mercato del bilanciamento (MB).

Ad applicazioni molto diverse corrispondono caratteristiche elettriche dei SdA variabili in un intervallo di valori piuttosto ampio. La potenza elettrica del SdA può variare da qualche kW nelle applicazioni residenziali, a centinaia di MW nelle reti di trasmissione. La durata della scarica può variare da decine di ore per gli impianti "Energy Intensive", a frazioni di secondo per impianti destinati a migliorare la Power Quality dei sistemi di utenze. La velocità di risposta può pure variare molto, da minuti a frazioni di secondo, in base ai requisiti dell'applicazione. Infine, i SdA possono essere connessi alla rete in alta, media e bassa tensione.

## **2. PRINCIPALI APPLICAZIONI E SERVIZI DEI SISTEMI DI ACCUMULO**

---

### TIME SHIFT ENERGETICO

Tutti i SdA offrono la possibilità di disporre di energia elettrica in istanti diversi dal momento della sua produzione, la carica e la scarica delle batterie avviene in istanti diversi; pertanto, essi svolgono una sorta di funzione di spostamento nel tempo dell'energia.

Come noto, l'energia elettrica ha un valore economico variabile nel tempo sia sul medio/lungo periodo ma anche durante l'arco del singolo giorno (prezzo orario). Tipicamente con il termine Time Shift di Energia si descrive l'azione di acquisto dell'energia elettrica in momenti (istanti) in cui il suo valore di mercato è più basso per poi immagazzinarla nel SdA utilizzandola o rivendendola in momenti in cui il valore di mercato è più elevato. La convenienza economica è determinata dalla differenza tra i prezzi di acquisto e di rivendita nelle diverse fasce orarie, lo sfruttamento di tale differenza di prezzo è definito "Arbitraggio".

Inoltre, il fenomeno del Time Shift Energetico può essere sfruttato per migliorare il funzionamento del Sistema Elettrico Nazionale, in quanto può contribuire al soddisfacimento della domanda di energia elettrica andando ad abbatterne i picchi. Attraverso il "peak shaving" i SdA consentono di ridurre i picchi di consumo immagazzinando energia nei periodi di basso fabbisogno, quando gli impianti di generazione sono costretti a operare in assetti meno efficienti (minimo tecnico) e rilasciandola nei periodi di fabbisogno più alto evitando il ricorso ad impianti di punta di minore affidabilità e con maggiori costi variabili. In una micro-rete, ad esempio, la funzione "peak shaving" dei SdA consente di ridurre la potenza di dimensionamento dei generatori e della rete di distribuzione, mantenendola più prossima alla potenza media dei carichi, rispetto al picco.

### SUPPORTO AL FUNZIONAMENTO DI UNA MICRO-RETE

L'adozione di SdA in una Micro Rete consente di massimizzare la quota di energia auto-prodotta dalle Fonti Rinnovabili non Programmabili presenti nel sistema (FRNP), di aumentare l'autoconsumo e di ridurre gli oneri di sbilanciamento che gravano su tale impianto, grazie ad un profilo di generazione complessivo più regolare e prevedibile. Infine, il SdA presente nella micro-rete consente di erogare Servizi di Rete (regolazione di frequenza e di tensione), ottimizzando lo sfruttamento delle FRNP presenti.

### SUPPORTO ALLE CONGESTIONI DI RETE

I SdA contribuiscono alla risoluzione delle congestioni di rete. Essi, infatti, consentono di accumulare energia elettrica nei momenti di elevata produzione, ad esempio da fonti rinnovabili in zone con bassa domanda e rete debole, evitando l'insorgere di congestioni sulle linee elettriche e la necessità di intervenire sull'assetto topologico di rete o di modulare la produzione, rilasciandola poi nei periodi di minore disponibilità di fonte solare o eolica. In questo modo i SdA consentono di differire nel tempo gli investimenti necessari per l'ampliamento della rete.

### INTEGRAZIONE DELLE FONTI DI ENERGIA NON PROGRAMMABILI

Le FRNP presentano intrinsecamente un carattere di intermittenza e scarsa prevedibilità, la loro integrazione nel sistema elettrico richiede di tenere conto della non programmabilità. I SdA possono migliorare decisamente il loro comportamento. Ad esempio, possono compensare le fluttuazioni della potenza generata, causate dalla intermittenza della fonte, in modo da ottenere un profilo di generazione più regolare e prevedibile. In tal modo il proprietario dell'impianto FRNP vedrebbe ridotti eventuali oneri di sbilanciamento, essendo in grado di rendere programmabili i profili di produzione. Un altro vantaggio, in particolar modo per i generatori eolici, consiste nell'evitare tagli alla produzione nei periodi di picco, quando la rete (debole) non è in grado di assorbire tutta la potenza generata. È il caso che si è verificato su molti impianti eolici nel Sud Italia. I SdA potrebbero ridurre la necessità di fronteggiare con impianti termoelettrici le elevate rampe di potenza che si verificano al tramonto, quando alla cessata generazione fotovoltaica si somma l'aumento di carico per illuminazione. La presenza di SdA consente al proprietario di impianto FRNP

di ricorre all'arbitraggio, mediante Energy time shift, immagazzinando energia nelle ore di basso prezzo, per restituirla e rivenderla nelle ore a prezzo più remunerativo. Infine, laddove la normativa lo consenta, gli impianti FRNP potrebbero fornire servizi di regolazione remunerati (regolazione di frequenza e di tensione).

### "RIAVVIO" DEL SISTEMA ELETTRICO / FUNZIONAMENTO OFF GRID

In caso di blackout generalizzato sulla rete elettrica la riaccensione del sistema elettrico avviene grazie ad alcune centrali di ripartenza autonoma, che possono avviarsi anche in assenza di rete, è il caso ad esempio di alcune centrali idroelettriche. Naturalmente anche i SdA di grande taglia possono utilmente contribuire alla riaccensione del sistema elettrico. Per farlo i SdA devono essere dotati della funzione di Black Start e devono essere in grado di funzionare anche in modalità off grid, regolando tensione e frequenza. In tale condizione tutti i servizi ausiliari di impianto devono essere alimentati da batteria (controllori, strumentazione misura, ...), in modo che il sistema possa funzionare anche in assenza di rete. Con queste caratteristiche tecniche il SdA può essere acceso anche in caso di blackout totale sulla rete elettrica principale. Esso può essere utilizzato per alimentare alcune porzioni di rete per consentire agli impianti di generazione di tornare in servizio, gradualmente, in modo da ripristinare la configurazione di rete iniziale.

Oppure il SdA può funzionare in isola, alimentando alcuni carichi critici e garantendo ad essi una continuità di alimentazione.

### REGOLAZIONE PRIMARIA DELLA FREQUENZA (servizi ancillari)

In presenza di uno squilibrio tra generazione e carico il sistema elettrico risponde con una variazione di frequenza, la quale a sua volta agisce sui regolatori di frequenza dei generatori abilitati a fornire regolazione primaria, determinando una diversa potenza erogata dagli stessi, in modo da ristabilire l'equilibrio. Il tutto avviene secondo le curve di "statismo" dei generatori, ad esempio nel caso di sotto-frequenza il transitorio comporta un aumento della potenza erogata, che va a ridurre la riserva di potenza complessivamente disponibile. I generatori convenzionali termoelettrici sono chiamati a rispondere in tempi di 15 secondi per il primo 50% della richiesta variazione di potenza, e 30 secondi per la restante parte.

I SdA sono assai più veloci e flessibili, e possono mettere in gioco tutta la loro potenza, nelle due direzioni di carica (assorbimento di potenza attiva) e di scarica (erogazione di potenza attiva).

Essi possono pertanto fornire capacità di regolazione primaria di frequenza e di riserva di bilanciamento al sistema elettrico nazionale. Se opportunamente integrati nei sistemi di regolazione, i dispositivi di accumulo possono fornire regolazione primaria di frequenza con prestazioni superiori a quelle degli impianti tradizionali. Inoltre, i sistemi di accumulo si prestano a fornire riserva di bilanciamento in quanto riescono a rispondere molto velocemente rispetto alla maggior parte degli impianti di generazione alla necessità di variare immissione o prelievo di energia. Tali esigenze di bilanciamento rapido sono particolarmente importanti per fronteggiare l'intermittenza di immissione caratteristica della produzione eolica e le rampe di carico delle ore serali accentuate dallo spegnimento degli impianti fotovoltaici.

### REGOLAZIONE SECONDARIA DELLA FREQUENZA (servizi ancillari)

A seguito dell'intervento della regolazione primaria della frequenza, ad esempio per transitorio di sotto frequenza, il sistema elettrico si trova ad operare ad una frequenza diversa dalla nominale (più bassa) e con una riserva di potenza ridotta, a causa dell'intervento dei regolatori di frequenza dei generatori abilitati e coinvolti nell'operazione.

Scopo della Regolazione Secondaria è di ristabilire l'equilibrio, riportando la frequenza al valore nominale e ripristinando la riserva di potenza. Cosa che avviene modificando in modo automatico, da una unità centrale, i set points dei regolatori di frequenza e facendo intervenire i generatori abilitati a questo servizio, che rendono disponibile appunto una riserva secondaria di potenza. Questo servizio è remunerato, la riserva di potenza secondaria in Italia è negoziata sul MSD (Mercato Servizio Dispacciamento). Ovviamente anche questo servizio di regolazione e fornitura di riserva potrebbe essere agevolmente svolto dai SdA.

### REGOLAZIONE TERZIARIA (servizi ancillari)

La Regolazione Terziaria ha lo scopo di ripristinare i livelli di Riserva Secondaria. La regolazione di frequenza avviene tramite la Regolazione Primaria, veloce, seguita dalla Regolazione Secondaria, che ripristina la frequenza nominale e la riserva di potenza primaria. Anche la Regolazione Terziaria e la relativa riserva sono oggetto di negoziazione sul mercato MSD. I SdA possono partecipare alla Regolazione Terziaria, con caratteristiche di flessibilità.

### SERVIZI DI RISERVA (servizi ancillari)

I SdA sono idonei all'approvvigionamento di riserva da parte del sistema elettrico. I sistemi di accumulo sono in grado di contribuire in modo particolarmente efficiente al soddisfacimento del fabbisogno di riserva del sistema elettrico a seguito di contingenze che ne impongano l'utilizzo. Grazie ai tempi di prelievo o immissione di energia in rete particolarmente rapidi, i sistemi di accumulo rappresentano la risorsa più efficiente per il servizio di riserva e possono essere integrati nel sistema di difesa del sistema elettrico nazionale.

### SUPPORTO ALLA TENSIONE (servizi ancillari)

Il Gestore di Rete deve assicurare la stabilità della tensione nei vari nodi della rete. A tale proposito i generatori connessi alla rete sono tenuti ad erogare potenza reattiva, in base allo scostamento della tensione dai valori nominali. A ciò provvedono dei dispositivi automatici di regolazione, in base alla tensione ai morsetti dei gruppi di generazione (sbarre AT della centrale), in questo caso si tratta di regolazione primaria di tensione. Altrimenti sono le tensioni su alcuni "nodi pilota", nel caso della regolazione secondaria. I SdA potrebbero fornire supporto alla tensione. In particolare, l'impiego di SdA distribuiti nella rete, in prossimità dei centri di carico, consentirebbe di ottimizzare il supporto di tensione, in quanto si eviterebbe di trasportare potenza reattiva su lunghe distanze, con conseguente vantaggio di riduzione delle perdite.

### **3. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEGLI ACCUMULATORI**

Di seguito vengono descritte le caratteristiche tecniche e tecnologiche dei due principali tipi di accumulatori di solito utilizzati per implementare i sistemi fotovoltaici.

#### **BATTERIA LITIO**

In una batteria litio/ioni il catodo è solitamente costituito da un ossido litiato di un metallo di transizione ( $\text{LiTMO}_2$  con  $\text{TM} = \text{Co}, \text{Ni}, \text{Mn}$ ) che garantisce una struttura a strati o a tunnel dove gli ioni di litio possono essere inseriti o estratti facilmente. L'anodo è generalmente costituito da grafite allo stato litiato in cui ogni atomo è legato ad altri tre in un piano composto da anelli esagonali fusi assieme e che grazie alla delocalizzazione della nuvola elettronica conduce elettricità.

L'elettrolita è composto tipicamente da sali di litio come l'esafuorofosfato di litio ( $\text{LiPF}_6$ ) disciolti in una miscela di solventi organici (carbonato di dimetile o di etilene) e la membrana separatrice è costituita normalmente da polietilene o polipropilene.

I collettori di corrente sono generalmente costituiti da metalli che non devono reagire con l'elettrolita e sono solitamente il rame per l'anodo e l'alluminio per il catodo. Quando la cella è completamente scarica tutto il litio presente è contenuto nel catodo. Durante il processo di carica lo ione di litio viene estratto dall'ossido metallico costituente il catodo e trasferito all'anodo, mentre gli elettroni migrano dal catodo all'anodo attraverso il circuito esterno ed il metallo del catodo viene quindi ossidato. All'anodo, il processo di carica determina l'intrappolamento dello ione di litio, che si riduce a litio nella matrice di grafite che si ossida acquisendo gli elettroni provenienti dal circuito esterno. Durante la scarica il litio intercalato nella matrice di grafite si ossida rilasciando all'esterno gli elettroni, mentre gli ioni di litio migrano dall'elettrolita al catodo, che viene ridotto. Durante il primo ciclo di carica, oltre al trasferimento degli ioni di litio nella grafite, si forma anche uno strato passivante tra elettrolita ed elettrodo negativo, denominato SEI (Solid-Electrolyte Interface). Questo strato è importante per le prestazioni delle batterie poiché ne influenza il numero di cicli, la capacità e la sicurezza.

Le celle con elettrolita liquido possono essere realizzate con struttura cilindrica, prismatica, a bottone, mentre le celle polimeriche sono piatte. Le batterie litio/ioni sono una famiglia di accumulatori elettrochimici che si differenziano tra loro oltre che per la tecnologia dell'elettrolita (liquido o polimerico) anche per quella dei materiali catodici ed anodici. Il materiale catodico più utilizzato ed il primo ad essere usato è l'ossido litiato di cobalto ( $\text{LiCoO}_2$ ) il quale presenta una buona capacità di immagazzinare ioni di litio, ma critico quando si verifica la sovraccarica della cella, che può determinare il collasso della struttura del materiale con conseguente rilascio di grande quantità di calore. Inoltre, la lieve tossicità e l'elevato costo del cobalto hanno determinato recenti sforzi per cercare alternative migliori. Per migliorare la stabilità e ridurre i costi sono oggi realizzati catodi composti di ossidi misti a tre elementi di transizione a base di nichel/cobalto come l'NCA, NMC, che permettono di ottenere prestazioni superiori dell'ossido di cobalto con prezzi decisamente inferiori. Un altro tipo di catodo è costituito da composti litio/manganese ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ) che presentano una maggiore stabilità termica rispetto al nichel/cobalto e quindi una più elevata sicurezza. Negli ultimi anni hanno preso sempre più spazio l'utilizzo come materiale catodico del fosfato litiato di ferro ( $\text{LiFePO}_4$ ) denominato LFP, in virtù del basso costo e della maggiore sicurezza offerta come

conseguenza del basso potenziale elettrochimico. Questa tecnologia ha però l'inconveniente di avere una ridotta conducibilità ionica, minor flusso di ioni di litio e quindi una maggiore resistenza interna. L'aumento della conducibilità ionica dell'elettrodo viene comunque attuata attraverso diverse tecniche, quali ad esempio il drogaggio dell'ossido. Il materiale anodico maggiormente utilizzato è il carbonio nella forma allotropica della grafite, poiché permette di ottenere una capacità prossima a quella del litio metallico. Come materiale anodico alternativo al carbonio ed alla grafite, è possibile utilizzare ossidi di titanio, per esempio anatasio e rutilio. In particolare, il titanato di litio  $\text{Li}_4/3\text{Ti}_5/304$  (LTO) è stato ampiamente studiato come materiale anodico ottimale da molti enti di ricerca nel mondo. Le batterie agli ioni di litio con anodo LTO possono garantire un'elevata potenza, una lunga durata ed una estrema sicurezza perché l'elettrodo LTO presenta vantaggi in termini di staticità termica sia a basse temperature ( $-30^\circ\text{C}$ ) che ad alte temperature ( $+70^\circ\text{C}$ ).

#### BATTERIA NICHEL / CADMIO

Una batteria nichel/cadmio è composta da coppie di elettrodi isolati elettricamente mediante un separatore e immerse in un elettrolita di tipo alcalino, costituito da idrossido di potassio in soluzione acquosa. Spesso questo elettrolita è addizionato con piccole quantità di idrossido di litio e idrossido di sodio per aumentarne la vita utile e l'intervallo di temperatura.

Durante la scarica, all'anodo il cadmio metallico viene ossidato dalla reazione con gli ioni  $\text{OH}^-$  dell'elettrolita originando idrossido di cadmio e liberando elettroni. Al catodo invece l'ossido idrato di nichel viene ridotto in idrossido di nichel dalla reazione con la molecola di acqua. Durante la carica le due reazioni avvengono nel verso opposto. Sia durante la scarica che durante la ricarica, la concentrazione dell'elettrolita resta praticamente costante (non viene consumato). Le batterie nichel/cadmio presentano normalmente un contenitore rivestito in polipropilene e dotato di una valvola di sfogo per i gas eventualmente prodotti durante l'operazione di ricarica. Gli elettrodi positivi e negativi sono isolati da un separatore (generalmente costituito da nylon) che deve permettere la libera circolazione dell'elettrolita. L'elettrodo negativo (dove si può verificare la formazione di idrogeno) viene generalmente dimensionato con una capacità superiore a quella del catodo, in modo tale da non avere formazione di idrogeno. L'ossigeno prodotto durante la carica viene invece rilasciato all'esterno nel caso di batterie di tipo aperto, mentre viene diffuso attraverso il separatore e ricombinato all'elettrodo negativo nel caso di celle di tipo ermetico. Come per le batterie al piombo, queste reazioni parassite comportano una perdita di carica e di energia e la necessità di periodici rabbocchi con acqua per accumulatori non ermetici. Un'altra reazione parassita è quella di auto scarica, nel corso della quale l'ossigeno sviluppato all'elettrodo positivo migra al negativo riducendo il cadmio nel suo idrossido, analogamente a quanto avviene durante la reazione principale di scarica.

#### **4. APPLICAZIONE AL CAMPO AGROFOTOVOLTAICO IN OGGETTO**

Come anticipato, il progetto prevede di implementare il sistema fotovoltaico con un sistema di accumulo dell'energia prodotta che verrà installato in un'area di impianto riservata allo scopo.

La centrale agrofotovoltaica in esame ha una potenza picco di impianto di 76,63656 MWp mentre la potenza in connessione, lato corrente alternata, sarà limitata dal sistema a 65,7 MW.

La capacità energetica del sistema di accumulo previsto sarà di circa 16 MWh, realizzato mediante batterie a ioni di litio e accoppiato al sistema fotovoltaico in corrente alternata (AC coupling).

Tutte le apparecchiature scelte sono del medesimo costruttore (Huawei) dei convertitori DC/AC utilizzati in campo al fine di realizzare un accoppiamento perfetto in termini di parametri elettrici e di gestione dell'intero sistema.

### CARATTERISTICHE SISTEMA DI ACCUMULO

L'accoppiamento dei sistemi fotovoltaico e accumulo avverrà in corrente alternata e in media tensione direttamente sul quadro generale di media tensione ubicato all'interno della cabina di interfaccia dove sarà predisposto uno spazio idoneo all'ampliamento di un'ulteriore cella AT che potrà ricevere in ingresso il collegamento al suddetto sistema di accumulo (vedere allegato grafico). La configurazione del sistema di accumulo sarà tale da prevedere la carica delle batterie esclusivamente dal sistema fotovoltaico (non dalla rete), pertanto esso si configura come sistema monodirezionale, ovvero, l'energia potrà fluire esclusivamente dall'accumulo alla rete.

All'interno dell'area occupata dall'impianto saranno posizionati 13 container di lunghezza 20 piedi (6,058 x 2,896 x 2,438m) dei quali 8 per l'alloggiamento delle batterie e 5 per l'alloggiamento dei trasformatori AT/BT mentre le PCS (Power Conversion System) saranno posizionate all'esterno dei manufatti su apposite strutture.

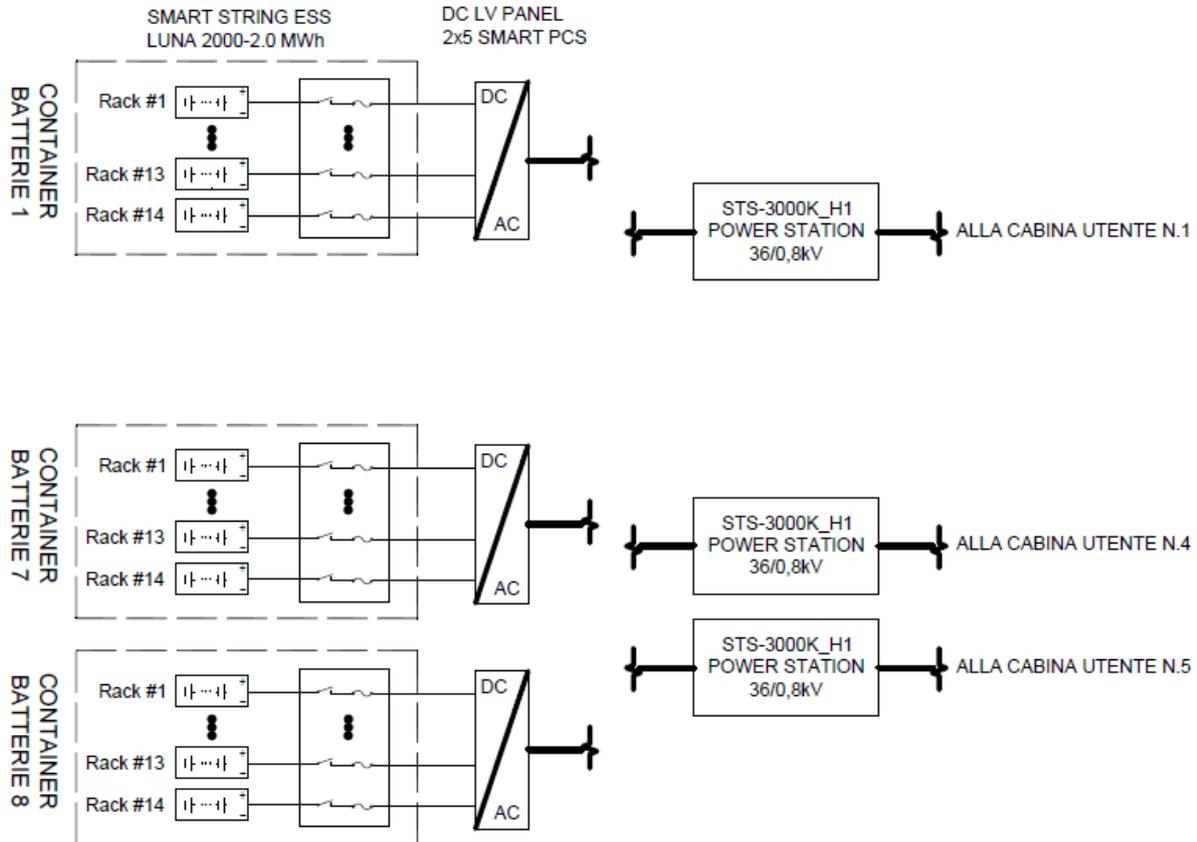
In virtù delle apparecchiature selezionate, il sistema avrà una potenza nominale di 15 MW pari alla potenza delle unità PCS installate.

Complessivamente la superficie occupata dall'intero sistema di accumulo è di circa 1.200 m<sup>2</sup> (superficie complessiva dei container).

Il sistema di accumulo previsto sarà allestito con batterie agli ioni di litio e sarà completamente modulare e scalabile. I moduli batteria saranno collegati in serie al fine di realizzare la configurazione desiderata in termini di parametri elettrici, in particolare, verranno collegati in serie 18 moduli batteria (battery pack) da 280 Ah per ottenere il valore di tensione nominale di 1.036,8 V a cui dovrà operare il sistema. Ogni serie di 18 moduli batteria verrà posizionata su due rack per una capacità energetica complessiva di ciascuna serie di 290,34 kWh (18x16,13). C-rate 0,5. Ad ogni rack sarà poi associato un controllore per la gestione dei cicli di carica/scarica ma anche per l'ottimizzazione del funzionamento del sistema.

All'interno di ciascun container destinato all'alloggiamento delle batterie saranno installati 14 rack ovvero 7 serie di 18 batterie che saranno collegate in parallelo per ottenere le prestazioni richieste in termini di capacità. Pertanto, all'interno di ciascun container da 20 piedi saranno installate un numero complessivo di 126 moduli batteria per una capacità energetica complessiva di 2.032 kWh. Essendo previsti 8 container batterie, il numero complessivo di moduli batteria installate sarà di 1.008 unità e la capacità energetica complessiva del sistema di accumulo previsto sarà di 16.256 kWh (8x2.032 kWh).

Di seguito si riportano: lo schema di collegamento tipo del sistema di accumulo le schede tecniche dei componenti individuati:



## LUNA2000-2.0MWH-1H0/1H1/2H1 Smart String ESS



More Energy



Optimal Investment



Simple O&M



Safe & Reliable

Model	Battery Container		
	LUNA2000-2.0MWH-1H0	LUNA2000-2.0MWH-1H1	LUNA2000-2.0MWH-2H1
DC Rated Voltage	1,200 V	1,250 V	1,250 V
DC Max. Voltage	1,500 V	1,500 V	1,500 V
Nominal Energy Capacity	2,064 kWh	2,032 kWh	2,032 kWh
Supported Charge & Discharge Rate	≤ 1 C	≤ 1 C	≤ 0.5 C
Rated Power	344 kW * 6	338.7 kW * 6	338.7 kW * 3
Container Configuration (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm	6,058 x 2,896 x 2,438 mm	6,058 x 2,896 x 2,438 mm
Container Weight	≤ 30 t	≤ 30 t	≤ 30 t
Operation Temperature Range	-30°C – 55°C	-30°C – 55°C	-30°C – 55°C
Storage Temperature Range	-40°C – 60°C	-40°C – 60°C	-40°C – 60°C
Operation Humidity Range	0 – 100% (Without Condensation)	0 – 100% (Without Condensation)	0 – 100% (Without Condensation)
Max. Operating Altitude	4,000 m	4,000 m	4,000 m
Cooling Method	Smart Air Cooling	Smart Air Cooling	Smart Air Cooling
Configuration of HVAC	8 HVACs	8 HVACs	6 HVACs
Fire Suppression Agent	FM-200 / Novec 1230**	FM-200 / Novec 1230**	FM-200 / Novec 1230**
Communication Interface	Ethernet / SFP	Ethernet / SFP	Ethernet / SFP
Communication Protocol	Modbus TCP / IEC104	Modbus TCP / IEC104	Modbus TCP / IEC104
Protection Degree	IP55	IP55	IP55

Certificates (more available upon request)

Environment	RoHS
Safety & Electrical	IEC62477-1, IEC62040-1, IEC61000-6-2, EN55011, UL9540A, IEC62619, UN3536, etc.

SOLAR.HUAWEI.COM

## Smart String ESS Battery Pack & Smart Rack Controller



### Battery Pack

Model	LUNA2000-2.0MWH-1H0	General	
		LUNA2000-2.0MWH-1H1 LUNA2000-1.0MWH-1H1(Preliminary)	LUNA2000-2.0MWH-2H1
Cell Material	LFP	LFP	LFP
Pack Configuration	18S 1P	18S 1P	18S 1P
Rated Voltage	51.2 V	57.6 V	57.6 V
Nominal Capacity	320 Ah / 16.38 kWh	280 Ah / 16.13 kWh	280 Ah / 16.13 kWh
Supported Charge & Discharge Rate	≤ 1 C	≤ 1 C	≤ 0.5 C
Weight	≤ 140 kg	≤ 140 kg	≤ 140 kg
Dimensions (W x H x D)	442 x 307 x 660 mm	442 x 307 x 660 mm	442 x 307 x 660 mm



### Smart Rack Controller

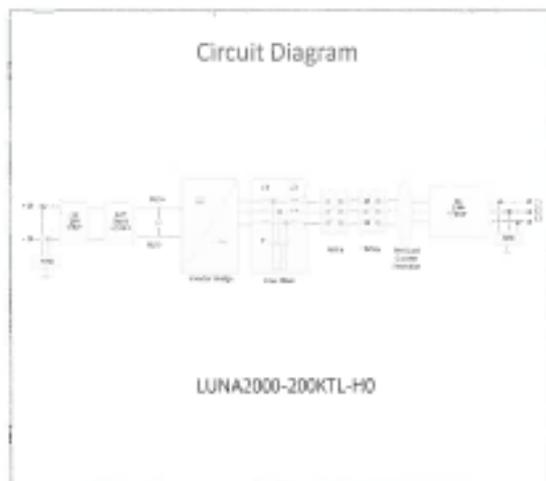
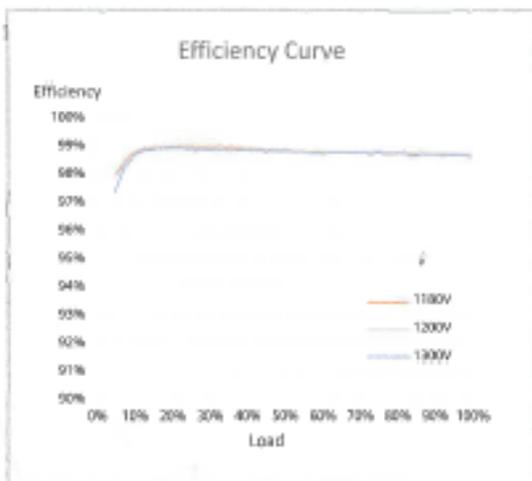
Model	LUNA2000-2.0MWH-1H0	Efficiency	
		LUNA2000-2.0MWH-1H1 LUNA2000-1.0MWH-1H1	LUNA2000-2.0MWH-2H1
Max. Efficiency	99.0%	99.0%	99.0%
<b>Battery Side</b>			
Rated Voltage	1,075.2 V	1,209.6 V	1,209.6 V
Operating Voltage Range	40 V - 1,400 V	40 V - 1,400 V	40 V - 1,400 V
Rated Power Voltage Range	1,075 V - 1,320 V	1,075 V - 1,320 V	1,075 V - 1,320 V
Min. Start Voltage	350 V	350 V	350 V
<b>Bus Side</b>			
Max. DC Voltage	1,500 V	1,500 V	1,500 V
Rated Voltage	1,200 V	1,250 V	1,250 V
Rated Current	286.7 A	275.2 A	275.2 A
Rated Power	344,000 W	344,000 W	344,000 W
<b>General</b>			
Dimensions (W x H x D)	600 x 270 x 820 mm	600 x 270 x 820 mm	600 x 270 x 820 mm
Weight	≤ 90 kg	≤ 90 kg	≤ 90 kg
Cooling Method	Smart Air Cooling	Smart Air Cooling	Smart Air Cooling
Protection Degree	IP66	IP66	IP66

SOLAR HUAWI.COM

LUNA2000-200KTL-H0  
 Smart PCS



-   
 Max. Efficiency 99%
-   
 Modular Design
-   
 IP65 Protection
-   
 Surge Arresters for DC & AC
-   
 Ethernet Communication
-   
 Smart Grid Algorithm



SOLAR.HUAWEI.COM

## LUNA2000-200KTL-H0 Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	99.0%
DC Side	
Rated DC Voltage	1,180 V
Max. DC Voltage	1,500 V
Operating DC Voltage Range	1,180 V – 1,500 V
Max. DC Current	207.6 A
Max. Number of Inputs	1
AC Side	
Rated AC Active Power	200,000 W @40°C
Rated AC Voltage	800 V
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Max. AC Current	173.2 A
Adjustable Power Factor Range	-1 ... +1
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Protection	Yes
DC Surge Protection <sup>1</sup>	Type II
AC Surge Protection <sup>1</sup>	Type II
Communication	
Display	LED indicators, WLAN + APP
USB	Yes
Ethernet	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	875 x 820 x 365 mm
Weight	< 95 kg
Operating Temperature Range	-25°C – 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	~ 4,000 m
Relative Humidity	0 – 100%
DC Connector	OT/DT Terminal
AC Connector	OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

<sup>1</sup>: Compatible Type II protection class according to IEC / EN 61643-11

DCBOX-9/5-H0  
 DC LV Panel



Electrical	
Max. Input Voltage	1,500 V
Nominal Input Voltage	1,200 V
Max. Branch Current for Battery Rack Side	321 A
Max. Branch Current for PCS Side	193 A
Number of DC Circuit Breaker	14
Max. Input Number of Battery Rack	9
Max. Input Number of PCS	5
Max. Convergence Capacity	5 x 193 A
Protection	
DC Overcurrent Protection	Yes
Environment	
Operating Temperature Range	-30°C ~ 60°C
Relative Humidity	0 ~ 100%
Max. Operating Altitude	4,000 m
General	
Cable Entries	Top in for PCS & Bottom in for Battery Rack
Dimensions (W x H x D)	2,040 x 1,415 x 975 mm
Weight (Without Smart PCS)	≤ 750 kg
DC Connector / AC Connector	OT Terminal
Protection Degree	IP55
Installation Options	Grounding



SOLAR.HUAWEI.COM