



COMUNE DI GROTTOLE
PROVINCIA DI MATERA
REGIONE BASILICATA

**PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO AGRI-FOTOVOLTAICO DI
 POTENZA DI PICCO P=15'146,04 kWp CON SISTEMA DI
 ACCUMULO PER UNA POTENZA IN IMMISSIONE COMPLESSIVA
 PARI A P=19'999,80 kW**

Proponente

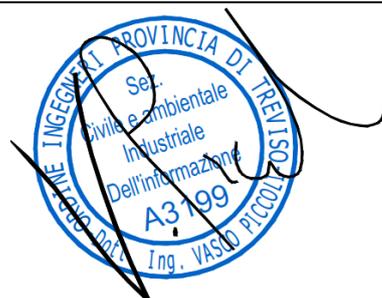
SOLAR ENERGY TRE Srl

VIA SEBASTIAN ALTMANN n. 9 - 39100 BOLZANO

P.I. - C.F. 03004290213

solarenergytre.srl@legalmail.it

Progettazione



Preparato

Dario Ing. Bertani

Verificato

Gianandrea Ing. Bertinazzo

Approvato

Vasco Ing. Piccoli

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Titolo elaborato

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GROTTOLE MATINA"
 RELAZIONE SISTEMA D'ACCUMULO**

Elaborato N.

A.20

Data emissione

29/11/21

Nome file

RELAZIONE ACCUMULO

N. Progetto

SOL019a

Pagina

COVER

00

REV.

29/11/21

DATA

PRIMA EMISSIONE

DESCRIZIONE

Sommario

1	Premessa	3
1.1	Inquadramento Generale	4
2	Sistema di Accumulo	5
2.1	Container Batterie	5
2.1.1	Batterie	5
2.1.2	Container	7
2.2	Quadri Parallelo DC	9
2.3	PCS	10
2.3.1	Inverter di Conversione	11
2.3.2	Trasformatore.....	13
2.3.3	Quadro MT.....	14
2.3.4	Sistemi Ausiliari.....	15
2.3.5	Container	15
2.4	Connessione del Sistema di Accumulo	17
2.5	BMS.....	19
	Appendice 1 – Container Batterie	20
	Appendice 2 – Inverter di Conversione	23
	Appendice 3 – PCS	25

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

1 Premessa

La presente relazione ha lo scopo descrivere tecnicamente la sezione di Sistema di Accumulo a servizio dell'impianto di generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica denominato "Matina", da ubicarsi nel Comune di Grottole (MT), di potenza nominale pari a 15'146.04 kWp e dotato di sistema di accumulo, per una potenza in immissione in rete complessiva pari a 19'999.80 kW.

L'impianto FV sarà connesso alla rete elettrica nazionale in virtù della STMG proposta dal gestore della rete Terna (codice STMG: 202100383), relativa ad un impianto FV da 13,6998 MW integrato da un sistema di accumulo da 6,3MW, per una potenza elettrica in immissione complessiva pari a 19,9998 MW. Lo schema di collegamento alla RTN prevede il collegamento in antenna a 150 kV sulla futura stazione elettrica di trasformazione della RTN 380/150 kV da inserire in entra-esce sulla linea 380 kV "Matera-Aliano".

Il sistema di accumulo è l'insieme di dispositivi, apparecchiature e logiche di gestione e controllo, funzionale ad assorbire e rilasciare energia elettrica, previsto per funzionare in maniera continuativa con la rete di distribuzione ed in questo caso specifico, integrato con l'impianto di produzione fotovoltaico.

Nello specifico caso il sistema di accumulo rilascerà l'energia elettrica accumulata in modo che la potenza immessa in rete non superi in nessun caso la potenza indicata da Terna nella STMG; in estrema sintesi il Sistema di Accumulo è caratterizzato dai seguenti dati nominali:

$$28 \text{ MWh} - 6,3 \text{ MW}_{AC}$$

Nella presente relazione verranno descritti più dettagliatamente i componenti principali che costituiscono il Sistema di Accumulo, ovvero:

- i container batterie;
- i quadri di parallelo DC;
- le cabine Power Conversion System (di seguito PCS), ovvero il sistema di conversione bidirezionale dell'energia;
- la connessione del Sistema di Accumulo con l'impianto fotovoltaico e la rete;
- sistema di supervisione (di seguito BMS).

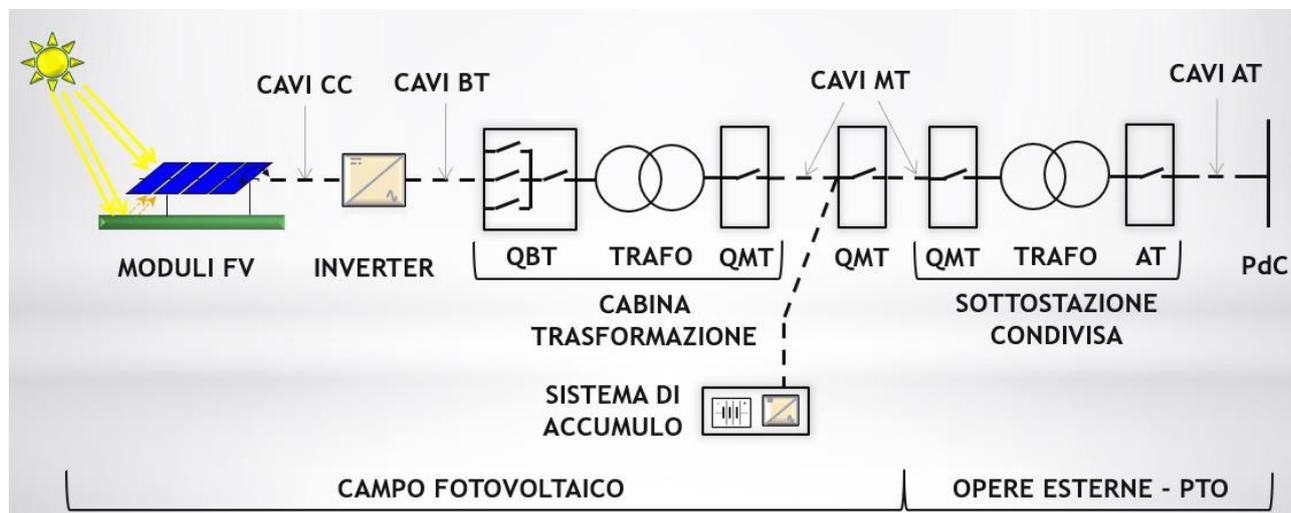
Tali componenti possono essere dedicati unicamente al sistema di accumulo e non svolgeranno altre funzioni all'interno dell'impianto Utente.

Si ritiene opportuno sottolineare che la scelta definitiva del produttore/modello di ogni apparecchiatura sarà effettuata in fase di progettazione costruttiva in seguito all'esito positivo della procedura autorizzativa, sulla base delle attuali condizioni di mercato nonché delle effettive disponibilità da parte dei produttori. L'architettura d'impianto non subirà comunque alcuna variazione significativa.

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

1.1 Inquadramento Generale

L'impianto di generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica è tipicamente molto vasto, poiché l'energia viene generata da ogni modulo fotovoltaico. Compito dei collegamenti elettrici è convogliare tutta l'energia prodotta in un solo punto. Di seguito è illustrato uno schema di principio dell'impianto fotovoltaico:



L'impianto FV ha la capacità di generare energia elettrica dai Moduli FV: ogni singolo Modulo FV trasforma l'irraggiamento solare in energia elettrica, generata in forma di corrente continua.

Per il presente impianto sono stati previsti moduli con tecnologia bifacciale, ovvero in grado di convertire in energia elettrica sia la radiazione diretta dal sole che la radiazione sul lato posteriore dei moduli stessi (prevalentemente radiazione diffusa e riflessa dal terreno).

I pannelli FV sono posizionati su strutture dedicate (strutture FV), che sono in grado di massimizzare l'irraggiamento dal quale è investito il pannello lungo l'arco dell'intera giornata, e collegati elettricamente in serie a formare una "stringa" di moduli.

L'energia prodotta dai moduli FV è raggruppata tramite collegamenti in cavo CC e quadri di parallelo stringa (o "string boxes"), e successivamente immessa negli inverter che sono in grado di trasformare l'energia elettrica da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) in Bassa Tensione (BT). L'energia disponibile in corrente alternata BT verrà quindi trasformata in Media Tensione (MT) in Cabina di Trasformazione.

L'energia disponibile in corrente alternata MT verrà convogliata dalle varie cabine di trasformazione alla cabina MT di Smistamento.

In parallelo all'impianto di produzione FV verrà previsto un sistema di accumulo capace di assorbire e rilasciare energia elettrica in maniera continuativa. La connessione in parallelo del sistema di accumulo avverrà in Media Tensione, direttamente nella cabina MT di Smistamento.

In uscita dal campo fotovoltaico ci saranno le opere di connessione definite da un dedicato Piano Tecnico delle Opere di connessione (PTO) che permetterà di far arrivare l'energia generata fino a Punto di Connessione (PdC) tramite trasformazione in Alta Tensione e trasmissione con cavidotti in Alta Tensione (cavi AT) alla Sottostazione di Smistamento a 150kV di Terna e quindi di fatto consegnata alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2 Sistema di Accumulo

Come già introdotto nella premessa, in questo capitolo la descrizione dettagliata dei principali componenti del Sistema di Accumulo.

2.1 Container Batterie

Il presente Sistema di Accumulo prevede l'utilizzo di nr. 8 container opportunamente equipaggiati per alloggiare batterie al Litio, ognuno con una capacità massima pari a 3'727 kWh con una tensione di riferimento pari a 1'152 V_{DC}. Con questa configurazione sono disponibili fino a 29'816 kWh di capacità, al fine di garantire la capacità netta pari a 28'000 kWh.

2.1.1 Batterie

Sono previste batterie a ioni di Litio che è la tecnologia utilizzata più efficacemente per i sistemi di accumulo di energia, perché gli ioni di Litio hanno una densità di carica molto elevata, la più alta di tutti gli ioni che si sviluppano naturalmente. Gli ioni di Litio sono piccoli, mobili e rapidamente immagazzinabili permettendo alle batterie di essere tra le più compatte.

Il funzionamento della batteria è caratterizzato da:

- un intervallo di tensione (range) di funzionamento; la batteria che conserva energia al 50% della sua capacità può durare molto di più di una batteria che conserva energia al 100% della sua capacità; d'altra parte, è molto pericoloso mantenere una batteria al di sotto di una soglia minima di stato di carica/tensione, in quanto questo potrebbe compromettere irrimediabilmente prestazioni e vita utile della batteria stessa;
- un certo numero di cicli e velocità di ciclo di carica/scarica; si definisce un fattore in multipli di "C": i valori tipici sono 0,5C (scarica in mezz'ora), 1,0C (scarica in un'ora), 2,0C (scarica in 2 ore). La carica e scarica di una batteria si misura con la tensione rilevata ai capi della stessa e ogni batteria è definita dalla capacità di lavorare all'interno di un range di tensioni: il valore minimo identifica batteria scarica, il valore massimo batteria completamente carica;
- un intervallo di temperatura; le batterie soggette ad alte temperature e/o irraggiamento diretto, sono soggette a guasti; il guasto di un componente che contiene energia è particolarmente gravoso, perché l'energia immagazzinata tende a liberarsi, quindi in funzione della quantità di energia potrebbero prendere fuoco o esplodere; dato che nel normale funzionamento di carica e scarica, le batterie tendono a surriscaldarsi, è di cruciale importanza il mantenimento delle batterie all'interno di ambienti controllati, capaci di isolare le batterie dall'ambiente esterno e di smaltire il calore prodotto dalle batterie stesse;
- le batterie sono particolarmente soggette a degrado se non vengono utilizzate, per cui si definisce anche una vita media del prodotto anche se il periodo passivo di stoccaggio è particolarmente lungo.

Il container di alloggio delle batterie dovrà quindi avere un sistema di isolamento termico e raffreddamento ottimo ed estremamente affidabile, ed un sistema di spegnimento incendi particolare, che rilevi immediatamente sovratemperature interne a spot e/o valori elettrici anomali ed estingua automaticamente ogni innesco di incendio.

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Le batterie vengono disposte in celle elementari contenute in un involucro di alluminio che ha caratteristiche eccellenti in particolare in merito alla conducibilità, sicurezza e dispersione termica verso l'esterno del calore generato dalla batteria stessa. Le celle tipo proposte sono del tipo LFP 280Ah.

Le varie celle elementari saranno raggruppate in moduli, in modo da creare un cassetto di dimensioni e meccanica adatta per essere alloggiato all'interno di un rack. All'interno di un modulo ci sono varie celle LFP 280Ah collegate in serie.

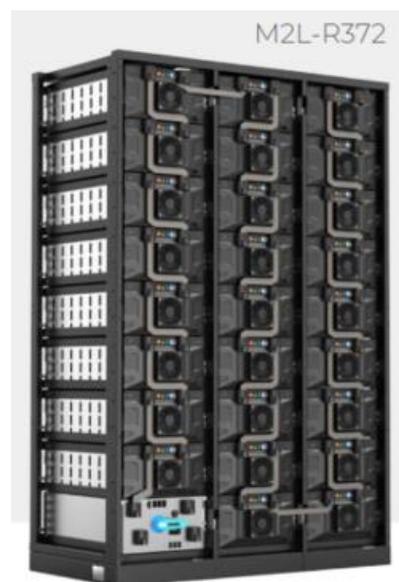
Il sistema di alloggiamento e fissaggio è progettato per garantire una dispersione termica, già buona in ventilazione naturale e atta ad avere la massima efficienza con ventilazione forzata. Le caratteristiche meccaniche ed elettriche del modulo sono:

- Capacità nominale : $\leq 14,3$ [kWh]
- Corrente di carica/scarica : $\leq 1,0C$
- Tensione Nominale : 51,2 [V]
- Intervallo di funzionamento : 43,2 – 58,4V
- Dimensioni : 455x760x230 [mm]
- Peso : 105kg



I vari moduli verranno raggruppati ed alloggiati nei rack, che saranno in grado di contenere fino a 26 moduli batteria + 1 modulo di protezione batterie, opportunamente distribuiti su 3 colonne. I moduli batterie verranno opportunamente collegati in serie al fine di rendere disponibili in un range di tensione adeguato per i convertitori, l'uscita dei cavi DC; i collegamenti arriveranno fino all'ultima unità, posizionata in basso a sinistra, dove verrà posizionato il modulo protezione batterie, che avrà doppia funzione: dal punto di vista di potenza, di aprire o chiudere il circuito attraverso un sezionatore 2P dedicato; dal punto di vista di supervisione/sicurezza, di raccogliere tutti i segnali da e verso i vari moduli batteria. Le caratteristiche meccaniche ed elettriche del rack sono:

- Capacità nominale : $\leq 372,7$ [kWh]
- Corrente di carica/scarica : $\leq 1,0C$
- Tensione Nominale : 1'331,2 [V]
- Intervallo di funzionamento : 1'123,2 – 1'497,6V
- Dimensioni : 1'500x2'285x760 [mm]
- Peso : 2'950kg



Il rack sarà collaudato e certificato in accordo alle Norme IEC valide in ambito di Sicurezza.

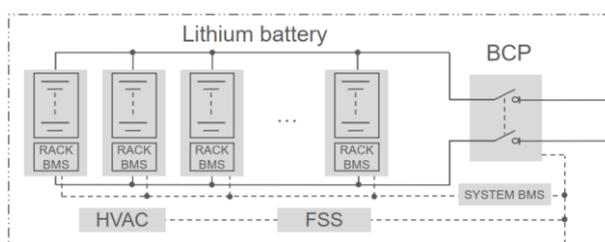
00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.1.2 Container

I rack batterie saranno posizionati all'interno di container, in soluzione derivata da High Cube 40'' marine container.



Di seguito una descrizione preliminare dei componenti principali installati all'interno del container batterie per come riportati nel seguente schema a blocchi:



Rack BMS – è l'armadio, ogni colonna è adatta per ospitare fino ad 9 unità rack; nella presente configurazione sono previsti multipli di armadi a tre colonne, quindi un totale di 27 unità rack, equipaggiati:

- nr. 26 moduli rack batterie ognuno da 14,3kWh, con capacità di scarica $\leq 1,0C$; i moduli saranno collegati in serie tra di loro;
- nr. 1 modulo di protezione aventi la funzione di aprire o chiudere il circuito in corrente continua e di supervisione/sicurezza, raccogliendo tutti i segnali da e verso i vari moduli rack batteria;

BCP / SYSTEM BMS – è il quadro di interfaccia lato potenza tra i rack batteria ed i quadri di parallelo DC (Corrente Continua); al suo interno sono previsti:

- fusibili di protezione per ogni ingresso lato rack,
- sensori di corrente per la misurazione del flusso di corrente DC,
- contattore DC per l'apertura / chiusura automatico e da distanza del circuito di potenza verso l'esterno del container,
- interruttore DC per proteggere elettricamente il circuito di potenza, con apertura automatica in caso di guasto rilevato dai sensori di corrente.

FSS – è l'unità di concentrazione dei segnali provenienti dai vari Rack BMS inseriti nel container;

HVAC – è il sistema di controllo e mantenimento di una temperatura controllata all'interno del container.

Il container sarà accessoriatato con un sistema di rilevazione antincendio con funzione anche inibizione e spegnimento di tutte le unità fonti potenziali di incendio nel container (spegnimento a CO₂ – Novec1230).

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Nel presente Sistema di Accumulo sono previsti nr. 8 container, ognuno avente le seguenti caratteristiche essenziali:

- Nr. rack per container	:	10
- Nr. Moduli per container	:	270
- Energia Installata per container	:	3,727 MWh
- Energia Utilizzabile per container	:	3,500 MWh
- Tensione Nominale	:	1'331,2 [V _{DC}]
- Intervallo di funzionamento	:	1'123,2 – 1'497,6V
- Dimensioni	:	Standard 40'' HC → ~ 12,2x2,9x2,5 [m] *
- Grado di Protezione	:	IP54
- Peso	:	45,5 [ton] *

(*) – dimensioni e peso del container: 45,5 tonnellate è un peso assolutamente impegnativo per cui è necessario approfondire la modalità di gestione dei componenti di ogni container; il container non viaggerà completamente accessoriatato, ma verranno montati in cantiere:

- gli armadi del sistema di condizionamento, che escono dalla sagoma del container 40'' HC verranno trasportati separatamente, provvedendo al montaggio delle unità esterne direttamente in cantiere;

- il peso del container è riferito al container completamente accessoriatato; è doveroso sottolineare il fatto che il container arriverà senza unità esterne del sistema di condizionamento (circa 2,5ton), e, soprattutto, tutti i rack batterie saranno senza moduli batterie, che arriveranno separatamente (questa è una richiesta obbligatoria anche per una questione di sicurezza), per cui con un peso inferiore pari a

$$10 \text{ [rack/container]} \times 26 \text{ [moduli batterie / rack]} \times 105 \text{ [kg/modulo batterie]} =$$

$$= 27,3 \text{ [tons]}$$

Il container così avrà una sagoma per il trasporto standard 40'' HC ed un peso inferiore alle 20 ton, per cui anche questo valore è standard.

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.2 Quadri Parallelo DC

I quadri parallelo DC utilizzati per tutto il Sistema di Accumulo sono 4, uno per ogni inverter.

I quadri parallelo DC hanno il compito di collegare l'inverter di conversione CA/CC e CC/CA ai container batterie, in modo che tra inverter e armadi di parallelo DC ci sia un solo collegamento DC opportunamente dimensionato.

I quadri parallelo DC sono realizzati in vetro-resina in modo da garantire una classe di isolamento II ed ubicate in prossimità dell'inverter di conversione abbinato, installata in un apposito chiosco in grado di proteggerle dall'esposizione diretta all'irraggiamento solare. Nella seguente tabella sono riportate le loro principali caratteristiche.

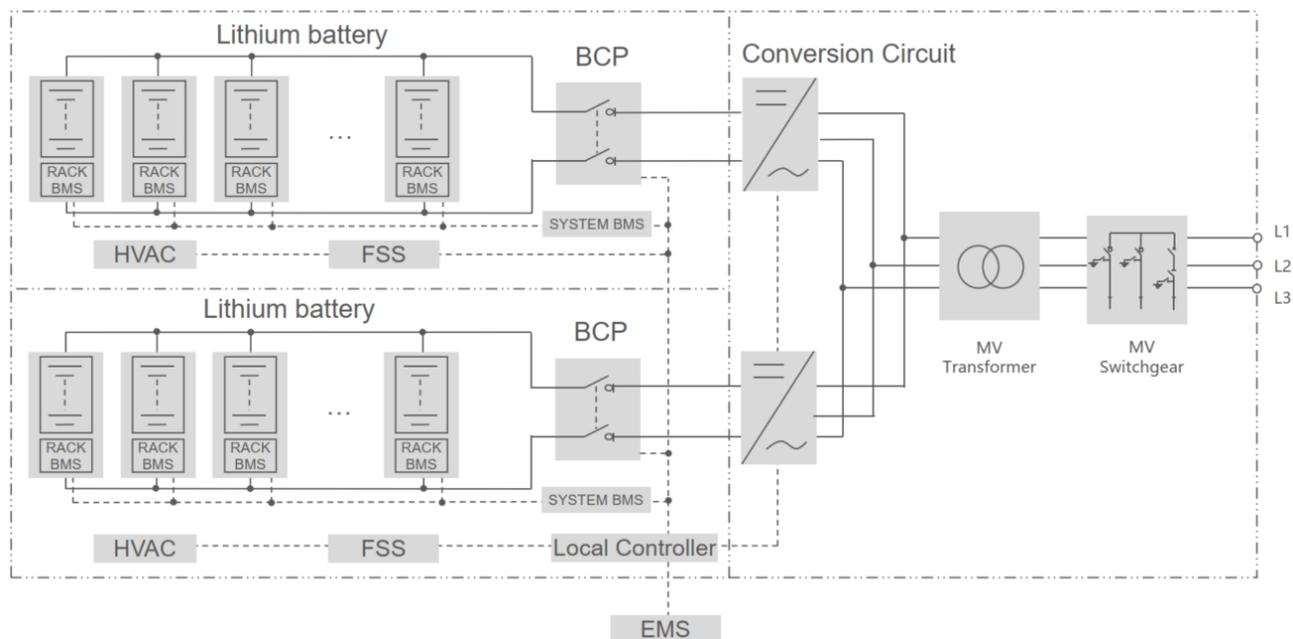
Input	≤ 5 ingressi
Fusibili	350A gPV – 1'500V (2 per ingresso – “+” e “-“)
Scaricatore sovratensione	I+II (sulla barra parallelo DC)
Output	Diretto dal sistema sbarre DC
Classe di Isolamento	II
Grado di protezione	IP 65
Dimensioni	820x1'422x425 mm
Peso	50 kg
Temperatura di funzionamento	-5...+55°C

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.3 PCS

Il Power Conversion System prevede l'utilizzo di nr. 2 container opportunamente equipaggiati per alloggiare un sistema di conversione CC/CA e CA/CC, ognuno con una capacità massima pari a 4'000 kW_{AC} con una tensione di riferimento pari a 800 V_{AC}. La potenza massima erogabile dagli inverter sarà opportunamente limitata a livello software in maniera tale da garantire che la potenza immessa in rete non superi il limite consentito indicato in STMG.

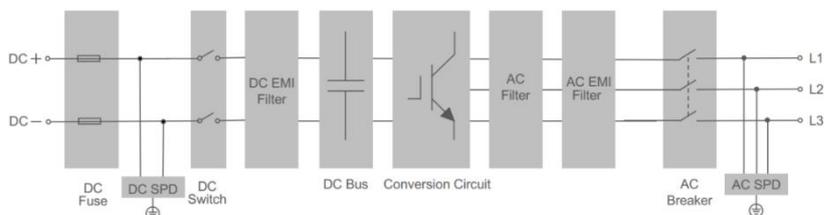
Di seguito è illustrato lo schema elettrico semplificato della parte potenza del PCS utilizzato per questo Sistema di Accumulo.



00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.3.1 Inverter di Conversione

Sono previsti nr. 2 Inverter di conversione per ogni PCS; gli inverter di conversione utilizzati per tutti l'impianto sono del costruttore Sungrow, modello SC2000UD. Ogni singola macchina è in grado di convertire fino a 2'000 kVA@45°C, per cui l'utilizzo di due inverter collegati in parallelo, identifica una potenza garantita pari a 4'000 kVA. Di seguito è illustrato il modello SC2000UD.



Lato DC – gli inverter di conversione avranno un unico ingresso in cavi DC provenienti dai quadri parallelo DC; l'ingresso sarà protetto da fusibili DC (DC Fuse) opportunamente dimensionati, con scaricatore di sovratensione (DC SPD) e interruttore DC (DC Switch) per la protezione ed il sezionamento dei circuiti DC inverter con circuiti DC batterie.

Lato AC – l'inverter avrà l'uscita verso un sistema sbarre AC comune tra i due inverter previsti per la PCS; ogni inverter sarà opportunamente protetto tramite interruttore automatico (AC Breaker); il sistema sbarre AC sarà collegato direttamente al lato BT del trasformatore MT/BT.

Gli inverter, aventi grado di protezione IP 65, saranno installati direttamente sulla struttura skid in configurazione per esterno (outdoor) risultano adatti ad operare nelle condizioni ambientali che caratterizzano il sito di installazione dell'impianto FV.

Ciascun inverter è in grado di monitorare, registrare e trasmettere automaticamente i principali parametri elettrici in corrente continua ed in corrente alternata. L'inverter selezionato è conforme alla norma CEI 0-16.

Nella tabella della pagina successiva si riportano le principali caratteristiche tecniche dell'inverter selezionato.

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

System Type	SC2000UD
DC side	
Max. DC voltage	1500 V
Min. DC voltage	1150 V
DC voltage range	1150 – 1500 V
Max. DC current	1935 A
No. of DC inputs	1
AC side (Grid)	
AC output power	2000 kVA @ 45 °C/ 2200 kVA @ 30 °C
Max. AC output current	1443 A @ 45 °C / 1587 A @ 30 °C
Nominal AC voltage	800 V
AC voltage range	704 – 880 V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Harmonic (THD)	< 3 % (at nominal power)
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	>0.99 / 1 leading – 1 lagging
Adjustable reactive power range	-100 % – 100 %
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE
AC side (Off-Grid)	
Nominal AC voltage	800 V
AC voltage range	704 – 880 V
AC voltage Distortion	< 3 % (Linear load)
DC voltage component	< 0.5 % Un (Linear balance load)
Unbalance load Capacity	100 %
Nominal Voltage frequency / Voltage frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Efficiency	
Max. efficiency / European efficiency	99 % / 98.5 %
Protection	
DC input protection	Load break switch + fuse
AC output protection	Circuit breaker
Surge protection	DC Type II / AC Type II
Grid monitoring / Ground fault monitoring	Yes / Yes
Insulation monitoring	Yes
Overheat protection	Yes
General Data	
Dimensions (W*H*D)	1080*2400*1400 mm
Weight	1500 kg
Topology	Transformerless
Degree of protection	IP65
Operating ambient temperature range	-35 to 60 °C (> 45 °C derating)
Allowable relative humidity range	0 – 100 %
Cooling method	Temperature controlled forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m (> 2000 m derating)
Display	LED, WEB HMI
Communication	RS485, CAN, Ethernet
Compliance	CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC61000-6-4
Grid support	L/HVRT, L/HFRT, active & reactive power control and power ramp rate control, Volt-var, Volt-watt, Frequency-watt

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.3.2 Trasformatore

All'interno di ciascuna cabina PCS sarà ubicato un trasformatore elevatore MT/BT, raffreddato ad olio, sigillato ermeticamente ed installato su apposita vasca di raccolta olio.

Ogni trasformatore è essenzialmente definito da potenza nominale ed un rapporto di trasformazione pari tensione primaria / tensione secondaria. Le principali caratteristiche della macchina selezionata sono riportate di seguito.

Caratteristiche costruttive	Mineral Oil (PCB free)
Potenza	4'000 kVA
Gruppo vettoriale	Dy11
Tensione primario - V_1	30'000 V
Tensione secondario - V_2	800 V
Frequenza nominale	50 Hz
V_{cc}	6%
Perdite nel ferro	$\leq 0,15\%$
Perdite nel rame	$\leq 0,8\%$
Dimensioni	2,2x1,5x2 [m]
Peso – con olio	5...6t
Peso – senza olio	4...5t

L'olio utilizzato come isolante all'interno del trasformatore è del tipo minerale con assenza di PCB (in alternativa olio naturale a basso impatto ambientale). Sono previsti non più di 1'500 litri di olio.

Nel verificare il coordinamento inverter-trasformatore saranno considerati solo i due punti a temperatura ambiente 40 e 50°C, e sarà debitamente tenuto in conto il fattore di utilizzo del sistema di accumulo che, per caratteristiche intrinseche della tecnologia, non sarà particolarmente gravoso.

In particolare il costruttore è tenuto a condividere la curva potenza in funzione della temperatura ambiente: durante la progettazione esecutiva sarà necessario verificare il completo coordinamento inverter-trasformatore MT/BT lungo tutti i range possibili di temperatura ambiente.

Il trasformatore è corredato dei relativi dispositivi di protezione elettromeccanica, quali sensori di temperatura, relè Buchholz, ecc; nella figura sottostante è riportata un'immagine esemplificativa della tipologia di trasformatore installato presso ciascuna cabina.



00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.3.3 Quadro MT

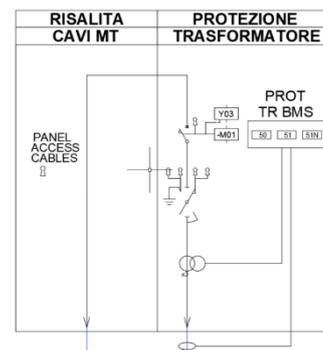
Il quadro di media tensione (QMT) è classificato in accordo alla Norma di riferimento CEI EN 62271-200 come segue:

36kV-16kA-630A - LSC2A/PI IAC AFLR 16kA x 1s

ovvero in particolare con l' Internal Arc Certification (IAC) su tutti e 4 i lati (Fronte Lati Retro) a massima sicurezza dell'operatore.

Il quadro sarà composto da tre unità, il cui schema elettrico di principio è illustrato a fianco; le tre unità saranno:

- nr. 1 per l'attestazione dei cavi di MT, accessoriato con:
 - sistema di interblocchi a chiave per garantire la sicurezza dell'operatore nelle manovre di manutenzione straordinaria (accesso cavi MT).
- nr. 1 per la protezione trasformatore MT/BT, motorizzato, con un relè di protezione dedicato per le protezioni:
 - massima corrente di fase con ritardo intenzionale (50) ed istantanea (51);
 - massima corrente omopolare per la rimozione dei guasti monofase a terra (51N).



00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.3.4 Sistemi Ausiliari

Ogni PCS ha un sistema ausiliari per l'alimentazione dei carichi interni necessari per il funzionamento dello stesso PCS, piuttosto che alimentazione dei sistemi ausiliari dei container batteria.

Nella sezione in bassa tensione saranno ubicati due quadri in bassa tensione contenenti:

- Quadro di alimentazione sezione ausiliari;
- Trasformatori BT/BT (isolato in resina) di potenza nominale pari a 30kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina e dei container batterie;
- Un quadro di distribuzione secondaria per l'alimentazione dei carichi della cabina di trasformazione, suddivisi in
 - Sezione "normale" di alimentazione dei servizi non essenziali;
 - Sezione "preferenziale" sotto UPS, dedicata all'alimentazione dei servizi essenziali, quali ad esempio: comandi elettrici di emergenza, SCADA per segnalazione allarmi e stato dei componenti principali.
- Un quadro UPS per alimentazione di emergenza (6kVA – 230/230V, autonomia 2h@ 200 VA).

2.3.5 Container

I componenti del PCS saranno posizionati all'interno di container, in soluzione derivata da High Cube 20" marine container. I container PCS utilizzati per tutti l'impianto sono del costruttore Sungrow, modello SC4000UD-MW, di seguito illustrato.



00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Nel presente Sistema di Accumulo è previsto nr. 1 container avente le seguenti caratteristiche essenziali:

- Nr. Inverter per container : 2 x SC2000UD
- Nr. Trasformatori per container : 1 x 4'000kVA
- Nr. Unità QMT per container : 2 da 36kV/16kA/630A
- Tensione Lato Corrente Continua : 1'152 [V_{DC}] - 1'008...1'296 [V_{DC}]
- Tensione Corrente Alternata MT : 330000 [V_{AC}]
- Tensione Corrente Alternata BT : 800 [V_{AC}] potenza – 400/230 [V_{AC}] ausiliari
- Trasformatore Servizi Ausiliari : 30 [kVA] – 800/400 [V]
- Dimensioni : Standard 20'' HC → ~ 6x2,9x2,5 [m] *
- Peso : < 18 [ton]
- Grado di Protezione : IP65 (PCS) / IP54 (altri componenti)
- Sistema di raffreddamento : ventilazione forzata

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

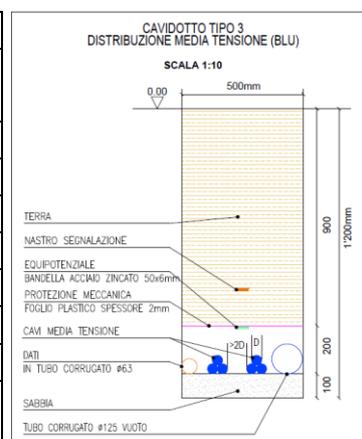
2.4 Connessione del Sistema di Accumulo

Il Sistema di Accumulo sarà connesso con l'intero impianto fotovoltaico, mediante una linea dedicata in Media Tensione a 30kV che si collegherà direttamente al quadro MT di cabina di smistamento CS, che prevede in estrema sintesi:

- nr. 1 scomparto sul quadro MT di Smistamento, accessoriati con:
 - o nr. 1 interruttore MT 36kV-16kA-630A equipaggiato con relè di protezione elettronico "Prot L11" nello schema unifilare generale (cod. ANSI 50/51 67N);
 - o nr. 3 TA 100/5 [A] che mandano i segnali al relè di protezione elettronico;
 - o nr. 1 Toroide apribile CSH 120 che manda i segnali al relè di protezione elettronico;
 - o segnali provenienti dai TV dello scomparto dedicato alla rilevazione della tensione sulle sbarre generali MT;

Di seguito vengono riportate le principali caratteristiche e modalità di posa del cavo selezionato:

Modello	ARP1H5EX
Conduttore	Corda compatta a fili di alluminio (CEI 20-29, classe 2)
Isolante	HEPR (elastomero reticolato)
Guaina	PVC
Temperatura di esercizio	0 – 90°C
Tensione nominale U₀/U (Um)	18/30 (36) kV
Sezione conduttore	95 / 120 mm ²
Portata corrente [A]	A trifolito direttamente interrati: 95 mm ² : 265 A 120 mm ² : 303 A



La sezione tipica di questi cavidotti è essenzialmente costituita da una sezione larga 500mm e profonda 1'200mm, che sarà riempita con:

- Sabbia di fiume nella parte più profonda per evitare che i cavi direttamente interrati possano essere a contatto diretto con sassi e/o detriti che ne possano scongiurare l'integrità durante tutti gli anni di esercizio, con:
 - o uno spessore pari a circa 100mm sul fondo;
 - o uno spessore pari a circa 200mm nel quale verranno installati cavi e corrugati in base alla specificità di ogni tratta; dovrà essere usata l'accortezza di posizionare i cavi MT opportunamente distanziati tra di loro (>2D con D diametro del cavo MT);
- Un foglio plastico per la separazione tra strato inferiore e strato superiore, avente anche la funzione di protezione meccanica;
- Terra di riporto per il riempimento dello strato superiore, fino al livellamento nativo della sezione.

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Essendo una distribuzione radiale saranno opportunamente dimensionati per il passaggio della corrente totale del PCS, per cui pari a:

3'500kVA → circa 70A @30kV

7'000kVA → circa 135A @30kV

La configurazione scelta è:

1 cabina BESS → 3// (1x95) mm²

1 cabina BESS → 3// (1x120) mm²

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

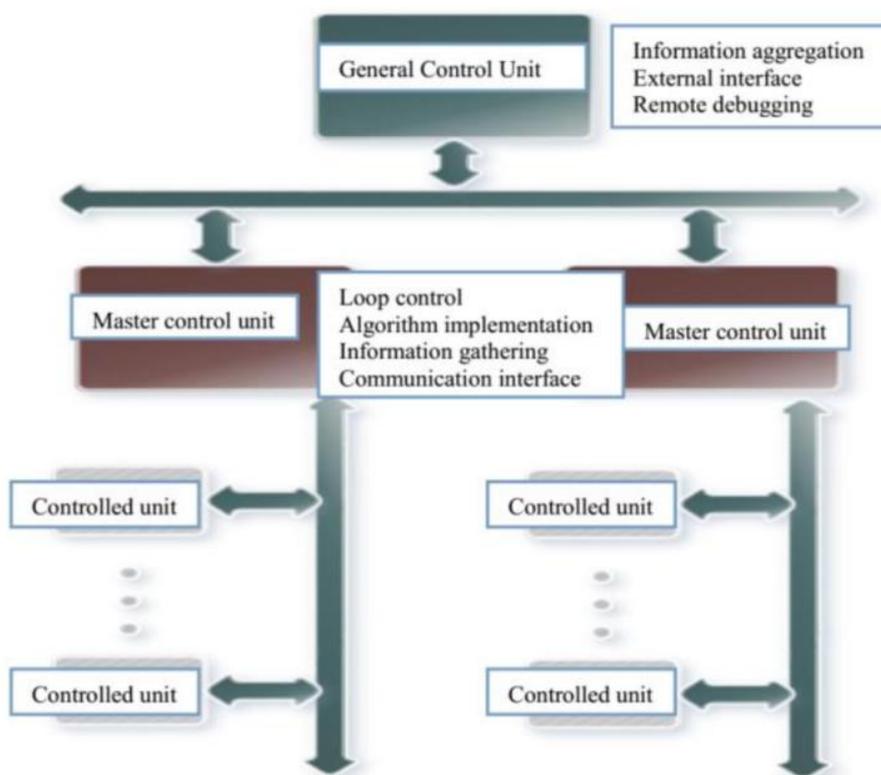
2.5 BMS

Il BMS (Battery Management System) è uno degli elementi più importanti del Sistema di Accumulo, perché sarà in grado di monitorare e proteggere l'intero sistema, garantendo l'esercizio dello stesso in condizioni di massima sicurezza.

Di seguito si riassumono le funzioni essenziali del BMS:

- monitoraggio delle condizioni di funzionamento di ogni singolo modulo batterie;
- stima dello stato di carica (State of Charge – SOC) di ogni singolo modulo batterie;
- stima dello stato di salute (State of Health – SOH) di ogni singolo modulo batterie;
- controllo del sistema ed andamento del ciclo di carica / scarica;
- gestione delle variabili termiche sia puntuali (modulo batterie) che generali (container batterie);
- ricerca ed analisi dei segnali di allarme / guasto provenienti dai container batterie;
- monitoraggio dei parametri di funzionamento del Sistema di Accumulo;
- indicazione disponibilità di energia per lo SCADA dell'intero impianto, in modo da sapere se è possibile/necessario avviare una sessione di carica o scarica delle batterie.

Di seguito è rappresentata l'architettura base del sistema BMS.



Ovviamente il BMS sarà completamente accessibile in supervisione allo SCADA dell'intero impianto (Fotovoltaico + Accumulo).

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Appendice 1 – Container Batterie

Di seguito si riporta il datasheet di un fornitore primario per le batterie container.



Item	Specification
Model	M2L-M143
Charge&discharge rate	$\leq 1C$
Cell type	LFP 280Ah
Configuration	1P16S
Capacity	280 Ah
Nominal energy	14.3 kWh
Charging&discharging power	≤ 14.3 kW
Nominal voltage	51.2 V
Operating voltage range	43.2 V-58.4 V
Dimensions (W*H*D)	455*230*760mm
Weight	105 kg

Item	Specification
Model	M2L-R372
Charge&discharge rate	$\leq 1C$
Cell type	LFP 280Ah
Configuration	1P416S
Key component	PACK*26+SG*1
Capacity	280 Ah
Nominal energy	372,7 kWh
Charging&discharging power	≤ 372.7 kW
Nominal voltage	1331.2 V
Operating voltage range	1123.2V-1497.6 V
Dimensions (W*H*D)	1500*2285*760 mm

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



16 MW / 8.5 MWh Frequency Regulation, Germany 🇩🇪



30 MW / 42 MWh PV+ESS, USA 🇺🇸



1 MW / 3.3 MWh Renewable Energy Shifting, Akita, Japan 🇯🇵

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



7 MW / 235 MWh Micro-grid, Tibet, China 🇨🇳



1.5MW / 3.836MWh DC-coupled Energy Storage Project in Florida, USA 🇺🇸



27.5MW/30.14MWh PV+ESS Yorkshire, England 🇬🇧

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Appendice 2 – Inverter di Conversione

Di seguito si riporta un datasheet di un fornitore primario per gli inverter di conversione.



HIGH YIELD

- Advanced three-level technology, max. efficiency 99%
- Effective forced air cooling, no derating up to 45°C
- Wide DC voltage operation window, full power operation at 1500 V



SMART O&M

- Modular design, easy for maintenance
- IP65 protection degree, easy for outdoor installation
- C5 anti-corrosion degree, adjust to applications close to the sea



FLEXIBLE APPLICATION

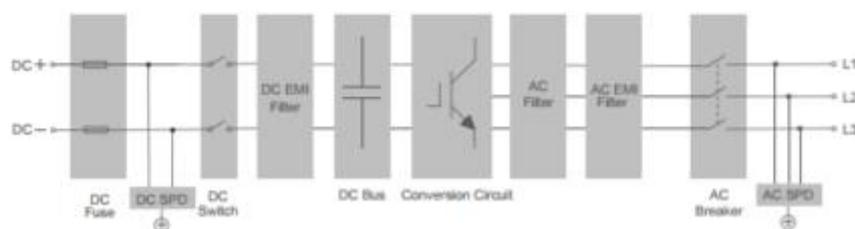
- Bidirectional power conversion system with full four-quadrant operation
- Compatible with high voltage battery system, low system cost
- Battery charge & dis-charge management and black start function integrated



GRID SUPPORT

- Compliant with CE, IEC 62477, IEC 61000 and grid regulations
- Fast active/reactive power response
- L/HVRT, L/HFRT, soft start/stop, specified power factor control and reactive power support

CIRCUIT DIAGRAM



00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

System Type	SC2000UD
DC side	
Max. DC voltage	1500 V
Min. DC voltage	1150 V
DC voltage range	1150 – 1500 V
Max. DC current	1935 A
No. of DC inputs	1
AC side (Grid)	
AC output power	2000 kVA @ 45 °C / 2200 kVA @ 30 °C
Max. AC output current	1443 A @ 45 °C / 1587 A @ 30 °C
Nominal AC voltage	800 V
AC voltage range	704 – 880 V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Harmonic (THD)	< 3 % (at nominal power)
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	>0.99 / 1 leading – 1 lagging
Adjustable reactive power range	-100 % – 100 %
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE
AC side (Off-Grid)	
Nominal AC voltage	800 V
AC voltage range	704 – 880 V
AC voltage Distortion	< 3 % (Linear load)
DC voltage component	< 0.5 % Un (Linear balance load)
Unbalance load Capacity	100 %
Nominal Voltage frequency / Voltage frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Efficiency	
Max. efficiency / European efficiency	99 % / 98.5 %
Protection	
DC input protection	Load break switch + fuse
AC output protection	Circuit breaker
Surge protection	DC Type II / AC Type II
Grid monitoring / Ground fault monitoring	Yes / Yes
Insulation monitoring	Yes
Overheat protection	Yes
General Data	
Dimensions (W*H*D)	1080*2400*1400 mm
Weight	1500 kg
Topology	Transformerless
Degree of protection	IP65
Operating ambient temperature range	-35 to 60 °C (> 45 °C derating)
Allowable relative humidity range	0 – 100 %
Cooling method	Temperature controlled forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m (> 2000 m derating)
Display	LED, WEB HMI
Communication	RS485, CAN, Ethernet
Compliance	CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC61000-6-4
Grid support	L/HVRT, L/HFRT, active & reactive power control and power ramp rate control, Volt-var, Volt-watt, Frequency-watt

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Appendice 3 – PCS

Di seguito si riporta un datasheet di un fornitore primario per Cabine PCS.



HIGH YIELD

- Advanced three-level technology, max. efficiency 99%
- Effective forced air cooling, no derating up to 45°C
- Wide DC voltage operation window, full power operation at 1500V

SMART O&M

- Modular design, easy for maintenance
- High protection degree, easy for outdoor installation
- Optional C5 anti-corrosion degree, adjust to applications close to the sea

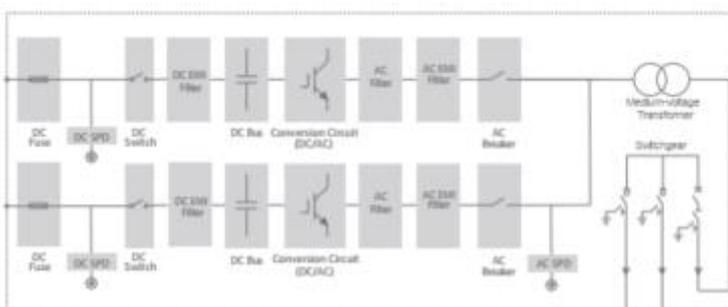
FLEXIBLE APPLICATION

- Bidirectional power conversion system with full four-quadrant operation
- Compatible with high voltage battery system, low system cost
- Battery charge & dis-charge management and black start function integrated

GRID SUPPORT

- Compliant with CE, IEC 62477, IEC 61000 and grid regulations
- Fast active/reactive power response
- L/HVRT, L/HFRT, soft start/stop, specified power factor control and reactive power support

CIRCUIT DIAGRAM



00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

System Type	SC4000UD-MV
DC side	
Max. DC voltage	1500 V
Min. DC voltage	1150 V
DC voltage range	1150 – 1500 V
Max. DC current	2 * 1952 A @ 30 °C
No. of DC inputs	2
AC side (Grid)	
AC output power	4000 kVA @ 45 °C / 4400 kVA @ 30 °C
Max. AC output current	2886 A @ 45 °C / 3174 A @ 30 °C
Nominal AC voltage	800 V
AC voltage range	704 – 880 V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Harmonic (THD)	< 3 % (at nominal power)
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	>0.99 / 1 leading – 1 lagging
Adjustable reactive power range	-100 % – 100 %
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE
AC side (Off-Grid)	
Inverter port nominal AC voltage	800 V
Inverter port AC voltage range	704 – 880 V
AC voltage distortion	< 3 % (Linear load)
DC voltage component	< 0.5 % Un (Linear balance load)
Unbalance load Capacity	100 %
Nominal Voltage frequency / Voltage frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Efficiency	
Max. efficiency	99 %
Transformer	
Transformer rated power	4000 kVA
Transformer max. power	4400 kVA
LV / MV voltage	0.8 kV / 35 kV
Transformer vector	Dy11
Transformer cooling type	ONAN
Oil type	Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request
Protection	
DC input protection	Load break switch + fuse
Inverter output protection	Circuit breaker
AC output protection	Circuit breaker
Surge protection	DC Type II / AC Type II
Grid monitoring / Ground fault monitoring	Yes / Yes
Insulation monitoring	Yes
Overheat protection	Yes
General Data	
Dimensions (W*H*D)	6058*2896*2438 mm
Weight	18000 kg
Degree of protection	IP65
Operating ambient temperature range	-35 to 60 °C (> 45 °C derating)
Allowable relative humidity range	0 – 100 %
Cooling method	Temperature controlled forced air cooling
Max. operating altitude	1000 m (Standard) / > 1000 m (Optional)
Display	LED, WEB HMI
Communication	RS485, CAN, Ethernet
Compliance	CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC61000-6-4
Grid support	L/HVRT, L/HFRT, active & reactive power control and power ramp rate control, Volt-var, Volt-watt, Frequency-watt

00	29-11-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione