REGIONE SARDEGNA | PROVINCIA DI SASSARI | COMUNE DI MORES | COMUNE DI TORRALBA | COMUNE DI BONORVA

Juan Perez Templado 05.01.2024 13:47:29 GMT+01:00

Realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato integrato con allevamento non intensivo di ovini, produzione agricola, produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Mores (SS) e delle relative opere di connessione alla Stazione Elettrica RTN nel Comune di Bonorva (SS)

Impianto FV:Potenza nominale cc: 72,618 MWp - Potenza in immissione ca: 60,00 MVA
Sistema di accumulo: Potenza nominale ca: 10,00 MVA

ELABORATO

RELAZIONE TECNICA SISTEMA DI ACCUMULO

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello progetto	Codice Pratica	Documento	Codice elaborato	n° foglio	n° tot. fogli	Nome file	Data	Scala
PD		**R**	2.1_04	1	27	R_2.1_04_RELTECNICASISTACCUMULO.pdf	Dicembre 2023	n.a.

REVISIONI

Rev. n°	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	22/12/2023	I Emissione	SCARDIGNO	ADORNO	AMBRON

PROGETTAZIONE:

MATE System S.r.l.

Via G. Mameli, n.5
70020 Cassano delle Murge (BA)
tel. +39 080 5746758
mail: info@matesystemsrl.it
pec: matesystem@pec.it

Progettista:

Ing. Francesco Ambron

ORDINE DEGLI INGEGNERI PROVINCIA DI BARI
INGEGNERE FRANCESCO AMBRON
Sez. A - 8904
a) CIVILE AMBIENTALE
b) INDUSTRIALE
c) dell' INFORMAZIONE

DIRITTI | Questo elaborato è di proprietà della proponente pertanto non può essere riprodotto nè integralmente, nè in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

PROPONENTE:
MARMARIA SOLARE 3 S.r.l.
Via TEVERE n° 41
00198 ROMA

soltec

Questo documento contiene informazioni di proprietà della società MATE System S.r.l. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto.
É vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso della MATE System S.r.l.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO INTEGRATO CON ALLEVAMENTO NON INTENSIVO DI OVINI, PRODUZIONE AGRICOLA, PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE FOTOVOLTAICA E SISTEMA DI ACCUMULO ELETTROCHIMICO DA UBICARSI IN AGRO DI MORES (SS) E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA STAZIONE ELETTRICA RTN NEL COMUNE DI BONORVA (SS)

Impianto AFV: Potenza nominale cc: 72,618 MWp – Potenza nominale ca: 60,00 MVA

Sistema di accumulo: Potenza nominale ca: 10,00 MVA

COMMITTENTE:

MARMARIA SOLARE 3 S.r.l.

Via TEVERE, 41

00198 – ROMA

PROGETTAZIONE a cura di:

MATE SYSTEM S.R.L.

Via Papa Pio XII, 8

70020 – Cassano delle Murge (BA)

Ing. Francesco Ambron

RELAZIONE TECNICA SISTEMA DI ACCUMULO

Sommario

1. PREMESSA 3

1.1 Inquadramento dell'impianto fotovoltaico e delle opere connesse 4

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE 8

2.1. Il progetto 8

2.2. Elementi costituenti l'impianto di accumulo 9

2.3. Sistema di controllo e monitoraggio (SCM) 20

2.4. Elementi costituenti le opere connesse 23

3. DECADIMENTO TECNICO DEL BESS 24

4. DISMISSIONE DEL SISTEMA DI ACCUMULO 25

1. PREMESSA

La presente relazione descrittiva è relativa al progetto di realizzazione di un impianto di accumulo elettrochimico dell'energia elettrica (BESS- Battery Energy Storage System) della potenza pari a 10,000 MW, accoppiato al parco agrivoltaico di potenza 72,618 MWp da realizzarsi in agro di Mores (SS).

Tale sistema consente un miglior utilizzo dell'energia rinnovabile prodotta dall'impianto fotovoltaico per rendere l'energia anche nei periodi di mancata produzione solare.

L'impianto di accumulo potrà operare come sistema integrato all'impianto FV al fine di accumulare una parte della produzione del medesimo, non dispacciata in rete e rilasciarla in orari in cui l'impianto FV non è in produzione o ha una produzione limitata.

In ogni situazione di esercizio, comunque, il sistema di impianto sarà gestito al fine di immettere in rete una potenza massima complessiva (inclusa la potenza dell'impianto fotovoltaico) pari alla somma della potenza dell'impianto fotovoltaico più quella del sistema di accumulo.

Il trend di crescita degli ultimi anni del settore delle energie rinnovabili ha modificato il sistema elettrico, che, da un assetto tradizionale, monodirezionale, assume una struttura più complessa con delle problematiche (dovute alle caratteristiche intrinseche delle rinnovabili) quali: una minore inerzia, minore capacità regolante e una non programmabilità che è responsabile di congestioni e problematiche di gestione della rete.

Ne deriva la necessità di ripensare il sistema elettrico tradizionale, passando a una concezione di rete intelligente o smart grid, ovvero una rete caratterizzata da dispositivi e procedure in grado di aumentare sicurezza e affidabilità del sistema e ottimizzare la gestione dei carichi e dei flussi di energia.

In questo contesto un ruolo fondamentale è costituito dai sistemi di accumulo, che grazie alla loro capacità intrinseca di immagazzinare energia per restituirla in modo differito nel tempo, svolgono delle funzioni fondamentali per la regolazione del sistema elettrico aumentandone la flessibilità. In particolare, i sistemi di accumulo elettrochimico hanno conosciuto negli ultimi anni uno sviluppo tecnologico e una diffusione importante, venendo installati in vari punti della rete elettrica per risolverne diverse criticità. A seconda infatti delle specie chimiche costituenti, si ottengono batterie caratterizzate da diverse peculiarità tecniche e, in particolare, da diversi tempi intrinseci di carica e scarica che si adattano in modo differente ai vari possibili servizi di rete: servizi in potenza (come regolazione di frequenza e tensione), caratterizzati da tempistiche veloci di carica e scarica e servizi in energia (quali ad esempio peak shaving e time shift), caratterizzati invece da tempi di regolazione più lunghi.

Entrambi i servizi sopra definiti sono a loro volta scomponibili, in base alle funzioni svolte e ai criteri di dimensionamento e impiego, in quattro sotto-sezioni, che risultano essere i seguenti:

- Security;
- Power Quality;
- Mercato;
- Accesso (differimento degli investimenti).

L'impianto di accumulo, inoltre potrà operare in maniera indipendente al fine di fornire servizi ancillari alla rete operando sui mercati dell'energia elettrica e dei servizi, in particolare come arbitraggio sul MGP (Mercato del Giorno Prima) e sul MI (Mercato Infra-giornaliero) e come Riserva Primaria, Riserva Secondaria, Riserva Terziaria sul MSD (Mercato dei Servizi di Dispacciamento) e partecipare ai progetti speciali che verranno banditi dal gestore della rete di trasmissione o dagli operatori della rete di distribuzione negli anni a venire per l'approvvigionamento di nuovi servizi di rete.

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che questa tecnologia è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione è prevedibile che le tecnologie e le caratteristiche dei componenti principali siano oggetto di migliorie che potranno indurre la committenza a scelte diverse da quelle descritte nella presente relazione. Tuttavia si può affermare che resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza, occupazione del suolo e fabbricati.

1.1 Inquadramento dell'impianto fotovoltaico e delle opere connesse

Il sito sul quale sarà realizzato l'impianto fotovoltaico ricade in agro di Mores (SS) e le relative coordinate geografiche sono le seguenti:

- latitudine: 40°30'11.41'' N
- longitudine: 8°51'56.17'' E

Catastalmente le aree oggetto d'intervento fotovoltaico, risultato distinte in catasto come segue:

- Comune di Mores Foglio di mappa n.°16, p.lle 143-144-147-148-149-155-157-368-195-196
- Comune di Mores Foglio di mappa n.°17, p.lle 23-119-24-25-26-37-27-149-34-35-36-29-152-153-154-32-163-171
- Comune di Mores Foglio di mappa n.°20, p.lle 46-48-49-152-154;
- Comune di Mores Foglio di mappa n.°22, p.lle 2-231-1-84-32-196-200-192-194-71-79-78-77-58;

Le necessarie opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) ricadenti in agro Bonorva (SS), individuata alle seguenti coordinate:

- Latitudine: 40° 28’ 13.38’’ N
- Longitudine: 8° 49’ 40.39’’ E

Una linea MT in cavidotto interrato che collega le aree parco alla stazione utente, individuata alle seguenti coordinate:

- Latitudine: 40° 28’ 14.80” N
- Longitudine: 8° 49’ 31.73” E

ed individuate catastalmente come segue:

- Comune di Bonorva (SS) Foglio di mappa 8, p.lla 107;

Il parco fotovoltaico è collegato alla SSU mediante cavidotto interrato che corre per la quasi totalità del percorso lungo la viabilità esistente e per breve tratto attraverso proprietà privata per le quali si prevede di procedere mediante pratica espropriativa.

La stazione Utente è a sua volta collegata alla Stazione RTN “Bonorva” in Comune di Bonorva (SS).

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

- **Battery containers;**
- **PCS;**
- **Container MT;**
- **Stepup transformer;**
- **conduttori elettrici e cavidotti;**
- **viabilità interna per raggiungere i trasformatori;**
- **impianti di illuminazione e videosorveglianza;**
- **recinzione perimetrale e cancelli di accesso;**
- **interventi di riequilibrio e reinserimento ambientale;**

L’area individuata per l’installazione dell’impianto fotovoltaico è posta in linea d’aria è situato a circa 2,5 km a SUD-EST del centro abitato di Mores (SS) e a circa 3,65 km dal centro abitato di Bauladu (OR); l’area è attualmente interessata principalmente da seminativi e pascoli.
L’arrivo all’impianto è garantito dalla S.P. n.° 47.
La sistemazione dei moduli fotovoltaici ha tenuto conto dei vincoli paesaggistici previsti, dalla fascia di rispetto dalla viabilità esistente e dalle aree “impegnate” dalla fascia di rispetto dall’asta idraulica.

La superficie delle particelle acquisite ai fine della progettazione e futura realizzazione, è pari a 1.714.561 mq.

La seguente figura riporta uno stralcio ortofoto dell'area di intervento.

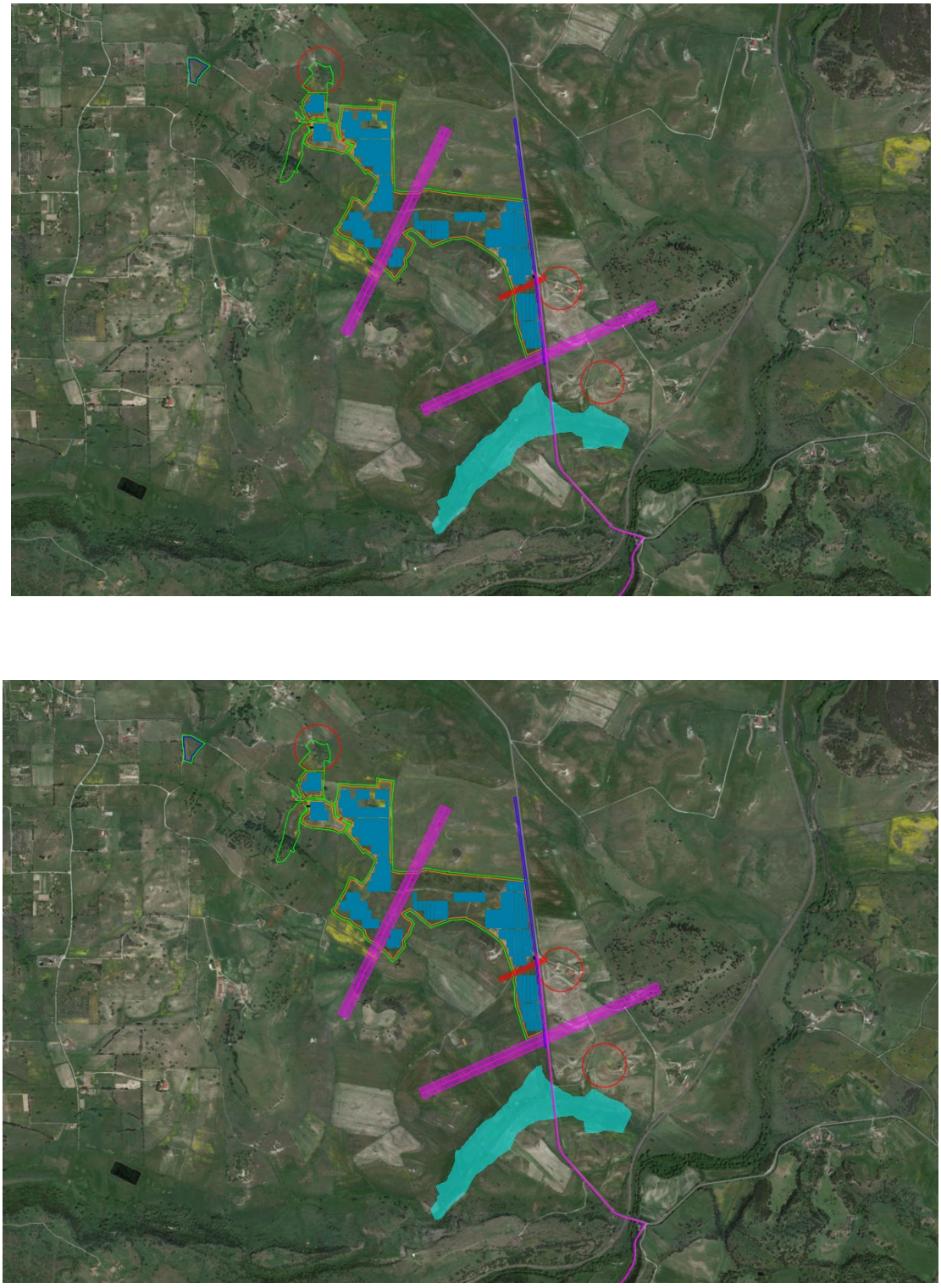


Figura 1 - Impianto FV

L'impianto fotovoltaico sarà collegato alla Stazione Elettrica di Trasformazione AT/MT dell'utente a mezzo di un cavidotto prevalentemente interrato di media tensione con una lunghezza pari a circa 7.928,36 mt, il cui tracciato ricade nei Comuni di Mores (SS), Torralba (SS), Bonorva (SS) per lo più su pubblica viabilità. Infine la connessione tra la stazione di utenza e la SE RTN di trasformazione 220/36 kV, ubicata nel Comune di Bonorva (SS), è prevista mediante la realizzazione cavidotto sempre in alta tensione interrato.

Si evidenzia che la realizzazione delle opere di utenza per la connessione alla Rete Elettrica Nazionale di proprietà Terna S.p.A. permetteranno l'immissione nella stessa dell'energia prodotta dal campo fv del produttore.

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE

2.1. Il progetto

La potenza del sistema di accumulo viene dimensionata in base alla potenza dell'impianto fotovoltaico; secondo la letteratura di riferimento, la potenza dell'impianto di accumulo risulta ottimale intorno al 33% della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico. In tale ipotesi l'impianto di accumulo previsto in progetto avrà una potenza di 10,0 MW e capacità di accumulo di 40,32 MWh.

L'impianto BESS oggetto della presente relazione descrittiva avrà le seguenti caratteristiche:

- BAT: batteria di accumulatori elettrochimici, del tipo agli ioni di Litio;
- BMS: il sistema di controllo di batteria (Battery Management System);
- BPU: le protezioni di batteria (Battery Protection Unit);
- EMS: il sistema di controllo (Energy Management system)
- AUX: gli ausiliari (HVAC, antincendio,ecc.)
- PCS (apparecchiature di conversione dell'energia elettrica da c.c. in c.a.);
- Trasformatore di accoppiamento;
- Apparecchiature di manovra e protezione;
- Servizi ausiliari;
- Sistema di controllo.

Il sistema di accumulo sarà formato dai seguenti dispositivi:

- N.140 battery racks da 288 kWh
- N.2 PCS (power conversion unit) da 3 MVA
- N.1 PCS (power conversion unit) da 4 MVA
- N.2 Trasformatore BT/MT da 3 MVA
- N.1 Trasformatore BT/MT da 4 MVA
- N.1 Container MT, al cui interno saranno alloggiati la sala quadri MT, il locale per i servizi ausiliari e telecomunicazioni
- Cavidotti interrati MT e BT

La rete elettrica sarà costituita da due macro-sezioni:

- La rete in bassa tensione di collegamento dei racks con i PCS, sino al secondario del trasformatore;
- La rete in media tensione che collegherà in prima battuta in entra ed esci tutti i trasformatori convogliando l'intera potenza in un quadro MT posto locale "Container MT", per poi collegare l'intero sistema BESS alla Cabina di raccolta utente.

2.2. Elementi costituenti l'impianto di accumulo

Il metodo utilizzato per "accumulare" energia elettrica è quello di effettuare la sua conversione in un'altra forma di energia che ne permetta lo stoccaggio, per poi effettuare nuovamente la conversione inversa nel momento in cui tale energia dovrà essere riutilizzata.

Un accumulatore elettrochimico è un sistema che permette la conversione reversibile di energia chimica in energia elettrica. Esso è generalmente costituito da una struttura composta da due semi-celle separate da un setto poroso, ciascuna delle quali contiene al proprio interno un elettrodo (anodo e catodo) metallico immerso in soluzione elettrolitica (che tipicamente contiene ioni dello stesso metallo).

Quella che comunemente viene definita una "batteria" non è altro che una combinazione, in parallelo e/o in serie, di un numero variabile di accumulatori elettrochimici.

Il principio di funzionamento "ideale" attraverso il quale un accumulatore elettrochimico permette di rilasciare ed immagazzinare energia elettrica fa riferimento rispettivamente alle reazioni di ossidoriduzione ed elettrolisi. La prima si concretizza nel fatto che un elettrodo (anodo) si ossida, cedendo elettroni, mentre l'altro elettrodo (catodo) si riduce, acquistando gli elettroni persi dal primo: attraverso un conduttore, questo flusso di elettroni viene intercettato, ottenendo così corrente elettrica. La seconda reazione, l'elettrolisi consente di riportare il sistema allo status iniziale: mediante l'applicazione di un campo elettrico dall'esterno, si trasforma l'energia elettrica in energia chimica.

Le diverse tipologie di accumulatori elettrochimici esistenti si caratterizzano per il materiale di cui sono composti gli elettrodi e la soluzione elettrolitica, oltre che in base alle caratteristiche costruttive. In particolare, si possono identificare quattro principali sottocategorie, a ciascuna delle quali appartengono diverse varianti:

- Batterie con elettrolita acquoso (piombo acido, nichel/cadmio, nichel/metal idruro) ;
- Batterie ad alta temperatura;
- Batterie al litio;
- Batterie a circolazione di elettrolita.

Le batterie agli ioni di litio, sono ad oggi la tecnologia dominante di accumulo elettrochimico e risultano essere la scelta migliore per il progetto in oggetto.

Le tecnologie con elettrolita acquoso (piombo acido, nichel/cadmio) presentano livelli di efficienza e velocità di scarica non compatibili alle funzionalità previste. Le tecnologie ad alta temperatura presentano prestazioni generalmente inferiori rispetto a quelle al litio. Le tecnologie a circolazione di elettrolita presentano ad oggi un livello di maturità tecnologica non ancora compatibile con le applicazioni previste per il progetto considerato e, in aggiunta, la bassa efficienza attualmente raggiungibile ne penalizza fortemente l'adozione.

Le caratteristiche principali delle batterie al litio scelte sono di seguito riportate:

- ottime prestazioni in termini di energia, potenza specifica (la più elevata tra tutti i sistemi di accumulo elettrochimici);
- altissimo rendimento energetico(generalmente superiore al 90%);
- vita attesa molto lunga (fino a 5000 cicli di carica/ scarica a DOD 80%);
- basso impatto ambientale se comparate ad altre tecnologie;
- semplicità di installazione e poco ingombro;
- basso costo totale a causa della loro durata ed efficienza;
- Il range di temperatura di lavoro può andare da -30 °C fino a 60 °C (la temperatura consigliata è 30 °C).
- possono fornire fino a 3,6 Volt, circa il triplo rispetto a batterie ad elettrolita acquoso: ciò significa che possono fornire grandi quantità di corrente per applicazioni ad alta potenza.
- Nessuna manutenzione e non richiedono cicli programmati per mantenere la durata della batteria;
- non hanno effetto memoria, un processo dannoso in cui ripetuti cicli di carica o scarica parziale possono far sì che una batteria "ricordi" una capacità inferiore;
- Buona capacità di mantenere la carica iniziale anche in caso di mancato utilizzo

Le batterie agli ioni di litio presentano diverse varianti, le quali, a fronte di una struttura di base comune, impiegano materiali diversi sia per gli elettrodi che per l'elettrolita. Riguardo agli elettrodi, tipicamente l'anodo è formato da grafite allo stato litiato, mentre il catodo è tipicamente costituito da un ossido litiato di un metallo di transizione. L'elettrolita invece, costituito da Sali di litio disciolti in miscela di solventi organici, può essere liquido o polimerico, da cui deriva una possibile distinzione tra batterie agli ioni di litio "tradizionali" e batterie litio/polimeriche. La principale caratteristiche che contraddistingue questa tecnologia fa riferimento all'elevata potenza specifica, notevolmente superiore rispetto alle altre tecnologie

di accumulo elettrochimico, da cui deriva che questa tecnologia di accumulo elettrochimico, da cui deriva che questa tecnologia si presta particolarmente ad applicazioni in "potenza". La tecnologia delle batterie agli ioni di litio è attualmente lo stato dell'arte per efficienza, compattezza, flessibilità di utilizzo.

I sistemi BESS con tecnologia al litio sono costituiti dalla serie di diversi moduli batterie, al cui interno sono disposte serie e paralleli delle celle elementari. Infine a capo dei moduli posti in serie all'interno dei rack vi è l'unità di protezione responsabile della protezione dell'intero rack contro i corto circuiti, il sezionamento del rack per eseguire la manutenzione in sicurezza, e la raccolta di tutte le informazioni provenienti dai vari moduli. Dal momento che i rack batterie sono caratterizzati da grandezze elettriche continue, al fine di poter connettere tali dispositivi alla rete elettrica vi è la necessità di convertire tali grandezze continue in alternate. A tal fine il sistema di conversione solitamente utilizzato in applicazioni Energy Storage è un convertitore bidirezionale monostadio caratterizzato da un unico inverter AC/DC direttamente collegato al sistema di accumulo. Il convertitore poi risulta essere connesso ad un trasformatore elevatore MT/BT.

Tutte queste apparecchiature saranno predisposte in appositi container i quali saranno progettati nel rispetto delle normative antincendio e, in genere, di tutte le normative di riferimento. I container batterie e inverter saranno appoggiati su una struttura in cemento armato, tipicamente costituita da una platea di fondazione appositamente dimensionata in base all'attuale normativa NTC 2018.

Il collegamento del sistema di accumulo avverrà mediante interruttori posti nelle celle a 30 kV sul quadro generale di media tensione dell'impianto. I tratti di interconnessione tra i container saranno realizzati con tubi interrati, tipo corrugato doppia parete; nei punti di ingresso/uscita attraverso i basamenti dei container o tubi che saranno annegati nel calcestruzzo. Sarà presente una sezione di bassa tensione di alimentazione degli ausiliari 400 Vac e 230 Vac derivata dal trasformatore dei servizi ausiliari dell'impianto.

Il sistema batterie è un sistema di tecnologia litio, in particolare la chimica LiFePO4 è stata selezionata per garantire una più facile e competitiva disponibilità sul mercato.

Ricapitolando l'elenco dei componenti, si avranno:

- BESS: il centro dell'accumulo di energia, costituito da un banco di batterie connesse tra loro in serie e in parallelo, e realizzato secondo diverse gerarchie e architetture;
- Battery Management System (BMS): un circuito elettronico volto a controllare i parametri di funzionamento delle celle (Temperatura, tensione e corrente), e realizzato per interrompere l'alimentazione qualora tali parametri escano dai valori nominali di funzionamento e può intervenire durante il normale funzionamento del sistema di accumulo per assicurare che lavori in modo ottimale; tra le sue funzioni si ricordano: determinazione dello stato di carica complessivo SOC, determinazione dello stato di salute SOH complessivo, equalizzazione del pacco, mantenimento delle condizioni di lavoro raccomandate, interruzione di corrente in caso di malfunzionamento, scambio di informazioni con l'esterno, diagnostica, azionamento sistemi di

sicurezza e infine la regolazione del flusso di energia al fine di renderlo più costante possibile;

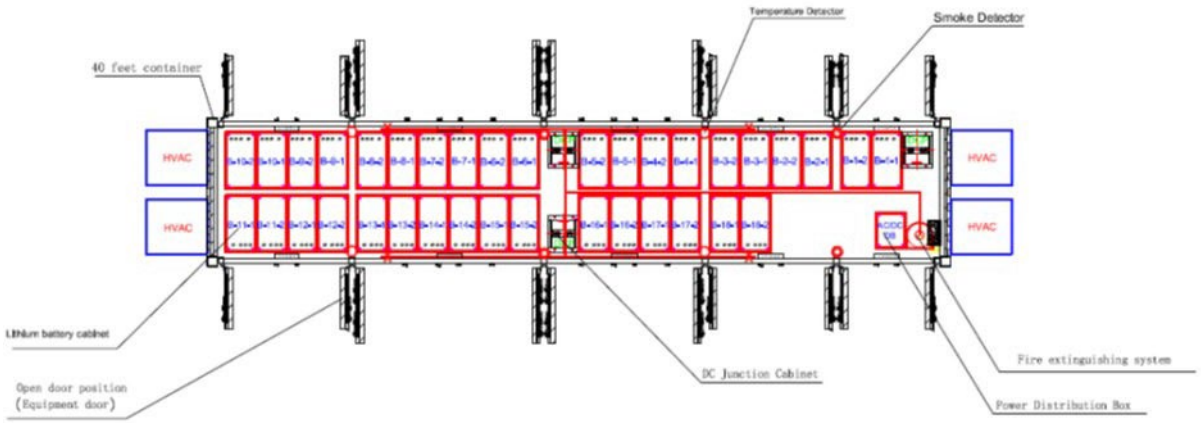
- Power Control System (PCS): costituito da inverter e rectifier, per convertire la natura della corrente in fase di carica e scarica della batteria;
- Energy Management System (EMS): ossia l'organo di rete che monitora e amministra la distribuzione di energia;
- Trasformatori: Inseriti realizzare connessioni da bassa ad alta tensione (e viceversa).

L'intero impianto è suddiviso in n.7 "Battery container", di potenza nominale circa pari a 5,76 MWh cadauna; ognuno di essi è composta da n.20 battery racks di potenza nominale pari a 288kWh cadauno.

BATTERY CONTAINER

I container batterie sono progettati per l'installazione di **5.76MWh** di batterie al litio ferro fosfato, per un totale di **20 rack** per singolo container.

Si porta qui sotto in via preliminare, una schematizzazione del contenuto dei container batterie.



I container batterie possono prevedere una capacità massima fino a 20 rack.

Container 45'		Data
Costruttore	-	TBD
Tipo	-	45ft
Dimensioni (LxWxH)	mm	13716x2500x2895
Peso	Kg	**<80.000**
Nr punti di ancoraggio	-	8
Nr di porte	-	TBD
Container calpestabile	-	no
Colore	-	RAL9002
Illuminazione interna		presente
Sistema rilevamento incendi		presente
Sistema spegnimento incendi		presente
Sistema di condizionamento		presente

Alcuni standard applicati al container batterie:

- UL 9540 – Safety for Energy Storage System and Equipment
- UL 9540A – Test Methods for Evaluating Thermal Runaway Fire Propagation – BESS
- UL 1973 – Batteries For Use in Stationary Applications
- UL 1642 – Standards for Lithium Batteries
- NFPA 70E – Standard for Electrical Safety in the Workplace
- NFPA 551 / NFPA 550 – Fire detection and suppression

Sistema di rilevazione incendi

Il sistema di rilevazione incendi è progettato per prevenire o limitare i danni associati al rischio di incendio. Il sistema di allarme antincendio è costituito da una centralina analogica a microprocessore e il locale batterie è provvisto di sistema di spegnimento incendi a base di gas inerti. Le pareti del container sono progettate per l'isolamento termico e per fornire un livello di protezione in caso di incendio. Questa soluzione evita la costruzione di muri tagliafiamma tra i container.

Sistema antintrusione

Caratteristiche principali:

- Segnale contatto magnetico porta aperta per ogni stanza e pulsante per inclusione ed esclusione.
- Segnale di allarme cablato trasmesso al sistema di controllo della cabina RTU.
- Unità relè di controllo e comando impianto all'interno del quadro elettrico servizi ausiliari

Sistema di illuminazione esterna (crepuscolare + sensori rilevamento di presenza)

Impianto di illuminazione da esterno realizzato con lampade fluorescenti che garantiscono una copertura di 5 metri sul perimetro con un'intensità luminosa minima di 50 Lux.

Grado di protezione minimo di tutti i componenti: IP55

Il sistema è dotato di:

- nr 2 lampade con interruttore di comando sensore crepuscolare automatico + rilevamento presenza.
- Interruttore di controllo manuale per bypass del sistema.

HVAC container batterie

Il raffreddamento del container batterie è garantito da un sistema di raffreddamento ad aria a circuito chiuso; questo sistema permette di mantenere la temperatura interna al livello nominale e di controllare l'umidità dell'aria. Il sistema è costituito da nr. 4 unità “a zaino” fissate sul lato corto di ogni container batteria, in configurazione N-1 per garantire la necessaria ridondanza in caso di guasto o manutenzione di una unità.

Le “unità a zaino” sono condizionatori d'aria per centrali di bassa e media potenza. Sono progettati per essere montati su una parete esterna. Si tratta di unità ad espansione diretta con un sistema di condensazione raffreddato ad aria. Si distinguono per un innovativo sistema di circolazione dell'aria che migliora notevolmente le prestazioni in tutte le condizioni operative.

BATTERIE

Il sistema batterie è un sistema di tecnologia litio, in particolare la chimica LiFePO4 è stata selezionata per garantire una più facile e competitiva disponibilità sul mercato.

È stato calcolato un sovra-dimensionamento delle batterie che tenga conto di applicazioni di Fast Reserve per i primi 5 anni. Sarà da definire la tipologia di cicli che l'impianto dovrà svolgere al di fuori del servizio di Fast Reserve.

Si riporta di seguito i valori di energia utilizzabile, dimensionati considerando in via preliminare di eseguire 3650 cicli (1ciclo/giorno) entro 10 anni.

BESS Anni di esercizio	Useful Energy at FR Verification Point	Numero di cicli per anno
0	10,00	
1	10,00	365
2	10,00	365
3	10,00	365
4	10,00	365
5	10,00	365
6	10,00	365
7	9,90	365
8	9,70	365
9	9,60	365
10	9,40	365

Dopo 3650 cicli ci sarà sicuramente margine per un ulteriore utilizzo della batteria, ma alla fine del 3650-esimo ciclo si dovrà svolgere una verifica dell'effettivo SOH (stato di salute) e stimare quindi la vita residua della batteria.

La capacità installata a inizio vita è ottenuta con 140 rack per un totale di **40.320kWh**.

Il sistema batterie è composto da rack, ciascuno costituito da più moduli in serie. Ogni modulo è assemblato da un certo numero di celle elementari disposte secondo una specifica configurazione parallela o in serie.

I rack batteria sono dotati di sistema di gestione della batteria (BMS) integrato, ovvero una raccolta di dispositivi elettronici utilizzati per monitorare, valutare e proteggere le condizioni di funzionamento della batteria. Il BMS è costituito da 3 livelli e consente il monitoraggio e la trasmissione delle informazioni sullo stato operativo delle celle, dei rack e delle unità del sistema batteria, quali tensione, corrente, temperatura, livello di protezione, ecc.

Valutando e calcolando stato di carica (SOC) e stato di salute (SOH), il BMS protegge la sicurezza della batteria. Il livello superiore del BMS comunica con BESS SCADA.

PCS

Il sistema di conversione (PCS) proposto è una soluzione standard con convertitore AC-DC (inverter) a IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) a singolo stadio.

Nello specifico, il progetto prevede l'utilizzo di N. 1 convertitori modello **FRAME 4 FP4010K4** e N.2 convertitore modello **FRAME 3 FP3005K3**

TECHNICAL CHARACTERISTICS — FREEMAQ MULTI PCSK 630V

		FRAME 2	FRAME 3	FRAME 4	
REFERENCES		**FP2005K2**	**FP3005K3**	**FP4010K2**	**FP4010K4**
AC	AC Output Power (kVA/kW) @40°C [1]	2005	3005	4010	
	AC Output Power (kVA/kW) @50°C [1]	1860	2790	3720	
	Max. AC Output Current (A) @40°C	1837	2756	3674	
	Operating Grid Voltage (VAC)	630V ±10%			
	Operating Grid Frequency (Hz)	50/60Hz			
	Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3% per IEEE519			
	Power Factor (cosine phi) [2]	0.5 leading ... 0.5 lagging			
	Reactive Power Compensation	Four quadrant operation			
DC	DC Voltage Range [3]	891V - 1500V			
	Maximum DC Voltage	1500V			
	DC Voltage Ripple	< 3%			
	Max. DC Continuous Current per Input (A)	1148	1148	2295	1148
	Battery Technology	All type of batteries (BMS required)			
	Number of Separate DC Inputs	2	3	2	4
EFFICIENCY	Efficiency (Max) (η) (preliminary)	98.76%	98.79%	98.85%	
	Euroeta (η) (preliminary)	98.39%	98.42%	98.59%	
CABINET	Dimensions [WxDxH] (ft)	9.8 x 6.5 x 7.2			
	Dimensions [WxDxH] (m)	3.0 x 2.0 x 2.2			
	Weight (lbs)	11465	11795	12125	
	Weight (kg)	5200	5350	5500	
	Type of Ventilation	Forced air cooling			
ENVIRONMENT	Degree of Protection	NEMA 3R / IP55			
	Permissible Ambient Temperature [4]	-25°C to +60°C, >50°C / Active power derating			
	Relative Humidity	4% to 100% non-condensing			
	Max. Altitude (above sea level)	2000m / >2000m power derating (Max. 4000m)			
CONTROL INTERFACE	Communication Protocol	Modbus TCP			
	Power Plant Controller	Optional. Third party SCADA systems supported.			
	Keyed ON/OFF Switch	Standard			
PROTECTIONS	Ground Fault Protection	Insulation monitoring device			
	Humidity Control	Active heating			
	General AC Protection & Disconn.	Circuit breaker			
	General DC Protection & Disconn.	DC switch-disconnectors [5]			
	Overvoltage Protection	Type 2 protection for AC and DC (optionally, Type 1+2)			
CERTIFICATIONS & STANDARDS	Safety	UL 1741 / CSA 22.2 No.107.1-16 / IEC 62109-1 / IEC 62109-2			
	Utility Interconnect [6]	IEEE 1547:2018 / UL 1741 SB/ IEC 62116:2014			

TRASFORMATORE BT/MT

In sito saranno posizionati tre trasformatori in olio (MT/bt) per il collegamento con i convertitori AC/DC, di cui 2 trasformatori di potenza pari a 3 MVA e un trasformatore di potenza pari a 4 MVA

Tensione al primario da 20kV con avvolgimento Dyn11.

QUADRO MEDIA TENSIONE

Il quadro è inteso da installare all'interno del container MT in un locale separata dal resto delle apparecchiature.

NORME DI RIFERIMENTO: CEI – IEC – EN 62271200

CARATTERISTICHE MECCANICHE

- Carpenteria in lamiera di acciaio zincata 20/10 mm, pressopiegata
- Grado di protezione esterno IP30
- Grado di segregazione interno verso sbarre omnibus IP20
- Accessibilità Fronte
- Sollevamento quadri A mezzo golfari
- Sistema di distribuzione Rame non trattato
- Ingresso ed uscita linee Alto/basso
- Arrivi/partenze A mezzo cavo

SPECIFICHE DI VERNICIATURA

- Verniciatura (esterna, interna) Goffrata fine
- Punto di colore RAL 7035
- Struttura, supporti e pannelli laterali Zincati

DATI ELETTRICI

- Tensione nominale di esercizio 20 kV

- ❖ Tensione nominale di isolamento 24 kV
- ❖ Tensione di prova 1 min. a 50 Hz 55 kV
- ❖ Corrente termica per 1 Sec. 16 kA
- ❖ Corrente dinamica di cresta 40 kA
- ❖ Sbarre omnibus 630 A
- ❖ Terra collettrice 75 mm2
- ❖ Frequenza 50 Hz

È stata prevista una cella MT da collegare in aggiunta sul quadro MT del trasformatore AT presente in sito. È stato incluso il cavo MT, per una distanza non superiore a 50m, di collegamento tra QMT BESS e QMT trasformatore AT

CONTAINER MT

È previsto che i quadri ausiliari e controllo vengano installati all'interno di un container 40ft adeguatamente allestito per:

- o Quadro MT;
- o UPS;
- o Trasformatore ausiliari;
- o quadro ausiliari BT;
- o Quadro UVRF, UPDM e PMU;
- o BESS Controller (PMS).

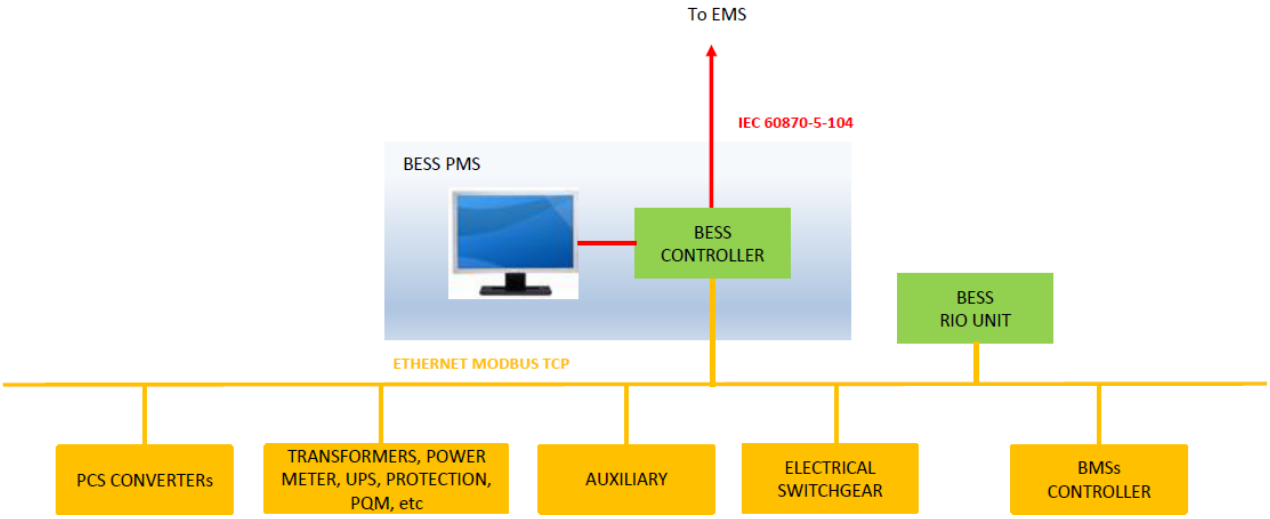
Il container sarà installato nei pressi della fornitura e si intenderà come punto di consegna (con misurazione) dei servizi dell'impianto BESS.

Tutti gli impianti elettrici saranno realizzati a regola d'arte, progettati e certificati ai sensi delle norme CEI EN vigenti Le sezioni dell'impianto di accumulo saranno collegate all'impianto di terra della sottostazione tramite appositi dispersori.

2.3. Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)

Il BESS SCADA è il sistema di gestione che controlla batterie e inverter e assicura la corretta funzionalità dell'intero ESS e il monitoraggio e controllo delle apparecchiature che lo costituiscono.

BESS PMS control system architecture



Il sistema è composto principalmente dai seguenti componenti:

a. BESS SCADA - Supervisione elettrica: gestisce e raccoglie tutti gli eventi e gli allarmi. La rete per la raccolta dati è costituita principalmente da una rete Ethernet Modbus TCP-IP;
b. BESS PCS Controller ridondato per il controllo del sistema storage: elabora tutti i set di stato di ingressi e allarmi che vengono rielaborati nella logica di comando e controllo centrale per la gestione di inverter e batterie. La rete per la raccolta dati è costituita principalmente da una rete Ethernet Modbus TCP-IP;
c. Apparecchiature in Campo: inverter, sistema di gestione delle batterie (BMS), protezioni elettriche, analizzatori della qualità dell'energia, HVAC, sistema antincendio, ecc. costituiscono rilevatori e attuatori nell'ambito dei due sistemi di cui sopra;
d. Graphics System Interface (HMI): pagine video interattive che consentono all'operatore (in locale o da remoto) di controllare la logica del BESS Controller: con visualizzazione della topologia elettrica del sistema, elenchi di eventi e allarmi, nonché l'andamento delle principali variabili di misura.

Le principali funzioni del BESS controller sono:

- Concentratore di dati;
- Gestione delle logiche di controllo BESS tramite software applicativo sviluppato secondo le norme IEC 61131-3

- Verifica della funzionalità del processo;
- Gateway di comunicazione in Modbus TCP
- Gateway di comunicazione in IEC 61850 con sistema protezione e controllo della esistente SSE

Il pacchetto software BESS SCADA è fornito con un'interfaccia uomo macchina e sarà disponibile con le seguenti interfacce video:

- Menu principale per la supervisione del sistema BESS;
- Sinottico generale con informazioni sulla rete BT e MT;
- Visualizzazione dinamica di tutti i componenti del BESS (batterie e PCS);
- Visualizzazione dei segnali analogici associati alle misure;
- Visualizzazione di allarmi ed eventi;

Monitoraggio

Il monitoraggio riguarderà:

- Misure elettriche (potenza, tensione e corrente dell'inverter)
- Misure elettriche in entrata e in uscita da PCS e modalità di lavoro;
- Tensione armonica e distorsione di corrente sul punto di connessione;
- monitoraggio ausiliari (compreso il monitoraggio di HVAC, sistema di protezione antincendio, temperatura all'interno del container, stato della porta del container, sistema di messa a terra, ...);
- Temperatura, SOC e SOH di archiviazione inviati tramite BMS;

Segnali

Saranno disponibili i seguenti segnali:

- Allerta temperatura sui trasformatori;
- Allerta temperatura su zone a temperatura controllata;
- Intervento di interruttori automatici;
- Segnali provenienti dal sistema di accumulo tramite BMS;
- Segnali provenienti dai PCS;

I sistemi di controllo, di protezione e di misura centralizzati sono interconnessi tra loro e con le apparecchiature installate tramite cavi a fibre ottiche e hanno la funzione di connettere l'impianto con i sistemi remoti di telecontrollo di provvedere al controllo e all'automazione a livello di impianto di tuta la stazione e alla registrazione cronologica degli eventi.

2.4. Elementi costituenti le opere connesse

Le opere connesse all'impianto BESS consentono lo scambio di energia elettrica con la Rete di Trasmissione Nazionale; possono essere riassunte come segue:

- Cavidotto in bassa tensione in corrente continua per la connessione dei racks batterie e il PCS; la profondità complessiva del cavidotto sarà di 0,8 m e sarà costituita da n. 1 cavo unipolare da 300mmq in alluminio ARG16R16;
- Cavidotto in bassa tensione in corrente alternata per la connessione del PCS al Trasformatore adiacente, con posa in aria libera, mediante n.3 corde per fase da 300 mmq.
- Cavidotto in media tensione in corrente alternata per il collegamento in entra-esci fra i RMU, atto a minimizzare i disservizi nell'impianto; sarà costituita da una corda da 95 mmq alla profondità complessiva di 1,2 m e saranno direttamente interrate con posa ad elica visibile (61), al fine di ridurre l'ampiezza dei campi elettromagnetici generati. I cavi MT saranno protetti con un tegolino superiore e segnalati con opportuno nastro monitore posato a circa 80 cm di profondità;

Si riportano di seguito le considerazioni relative alle opere civili per la posa delle apparecchiature in sito.

I container saranno appoggiati su una platea in cemento armato, usata come fondazione appositamente dimensionata, e saranno posizionati in modo da garantire il passaggio dei mezzi adibiti alla manutenzione del BESS, in particolare almeno 3m di spazio di manovra di fronte ai lati lunghi dei container delle batterie.

Sono da prevedere nuove realizzazioni per le vie cavi (possibilmente carrabili) per il collegamento della fornitura alla stazione esistente seguendo.

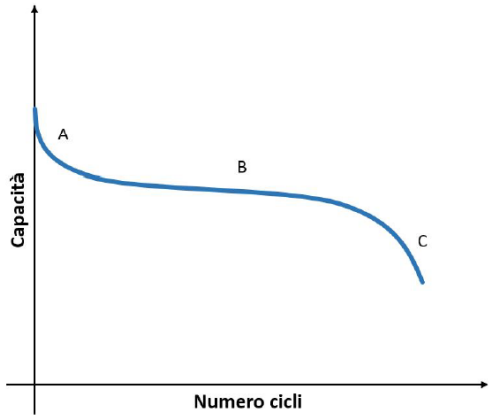
Le apparecchiature saranno collegate alla rete di terra primaria esistente.

3. DECADIMENTO TECNICO DEL BESS

Uno dei punti deboli per i sistemi di accumulo elettrochimici, è la velocità di carica e scarica, infatti le batterie non possono essere caricate o scaricate a qualsiasi potenza, ma devono essere rispettati precisi parametri di corrente oltrepassati i quali le celle subirebbero dei danni irreversibili fino al pericolo di esplosione.

L'invecchiamento delle celle elettrochimiche è fortemente correlato alle loro condizioni operative. Per esempio, carichi di lavoro caratterizzati da cicli multipli e irregolari o da temperature relativamente elevate accelerano i processi degradativi. I principali effetti dell'invecchiamento sono la perdita di capacità, l'aumento della resistenza interna e, quindi, l'aumento della quota di energia dissipata durante la carica e la scarica, e la diminuzione della potenza specifica della cella. Tali effetti sono conseguenza di un insieme di reazioni chimiche indesiderate che hanno luogo all'interno della cella e coinvolgono le componenti che la costituiscono.

Un secondo problema è la degradazione nel tempo, trattandosi di accumulatori elettrochimici il degrado è presente perché correlato al tempo, indipendentemente dalle ore di utilizzo che ne riduce il numero di cicli di carica/scarica. Durante la vita utile della batteria si può contraddistinguere una riduzione di capacità iniziale fortemente non lineare, seguita da una riduzione lineare



Andamento capacità in funzione del n°cicli

Nel modello considerato, l'invecchiamento lineare è attribuito a due diverse tipologie di degradazione:

• Calendar aging: strettamente correlato al trascorrere del tempo e non è dunque influenzato dalle condizioni operative alla quale il sistema di accumulo è sottoposto. La riduzione della capacità delle celle è quindi funzione dello stato di carica medio della batteria e della sua temperatura media nell'intervallo di tempo considerato.

• Cycle aging: rappresenta la vita persa ad ogni ciclo di scarica e carica, ciascuno dei quali considerato come indipendente dagli altri. La riduzione in questo caso è funzione di contributi diversi legati a

parametri di ogni ciclo individuato, come la sua profondità di scarica, il valore di SOC medio, la temperatura media della cella.

Per quanto riguarda invece la modellizzazione della degradazione non lineare, il rapido invecchiamento durante i cicli iniziali può essere attribuito alla formazione di uno strato solido interfase denominato SEI (Solid Electrolyte Interphase). Infatti, quando una cella viene impiegata per la prima volta, una certa quantità degli ioni di litio attivi contenuti viene consumata rapidamente per formare questo film solido sulla superficie degli elettrodi diminuendo la capacità utile. Tuttavia, la formazione di questa interfaccia è importante per consentire il corretto funzionamento della batteria dopo la prima carica perché previene la successiva decomposizione dell'elettrolita. la velocità con cui questo film è formato diminuisce solamente quando il film formato risulta stabile. Per questo motivo, dopo un periodo di utilizzo iniziale relativamente corto il tasso di degradazione cala e rimane relativamente costante fino a fine vita a seconda anche delle celle impiegate.

4. DISMISSIONE DEL SISTEMA DI ACCUMULO

Nel mese di aprile del 2018 il Parlamento europeo, su proposta della Commissione, ha approvato in via definitiva le quattro direttive facenti parte del cosiddetto "pacchetto economia circolare", che si caratterizza come un sistema normativo orientato alla prevenzione della produzione dei rifiuti e alla loro gestione finalizzata all'allungamento della vita della materia attraverso il riuso, il riciclo e il reimpiego nei processi produttivi. Le direttive, successivamente adottate congiuntamente dal Parlamento e dal Consiglio europeo il 30 maggio 2018 e pubblicate il 14 giugno 2018 (849/2018/UE, 850/2018/UE, 851/2018/UE, 852/UE/2018 del 30 maggio 2018), contengono disposizione di modifica delle diverse direttive sui rifiuti, i e le direttive sugli imballaggi, discariche, rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE), e batterie.

A livello nazionale la normativa di riferimento è il decreto Legislativo 3 aprile 2006, n.152, entrato in vigore il 29 aprile del 2006, principale testo normativo sulla disciplina ambientale. Per la Direttiva Rifiuti, la Direttiva 2008/98/CE e la Decisione 2014/955/UE, il rifiuto deve essere altresì identificato mediante un codice CER e ne deve essere valutata e documentata la eventuale pericolosità, attraverso l'attribuzione delle frasi di rischio H, di cui al Regolamento 1357/2014/UE.

Il Parlamento, con la legge n. 117 del 4/10/2019 ha delegato al Governo il compito di recepire le direttive europee sopra citate e l'attuazione di altri atti dell'Unione europea; le direttive sono state recepite nell'ordinamento nazionale nel mese di settembre 2020.

In particolare:

- Il decreto legislativo 3 settembre 2020, n. 118 ha recepito la direttiva 2018/849/UE sui rifiuti di pile e accumulatori e sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE), modificando i decreti legislativi 188/2008 e 49/2014;
- Il decreto legislativo 3 settembre 2020, n. 121 ha recepito la direttiva 2018/850/UE sulle discariche di rifiuti modificando il dlgs 36/2003.

Il processo di decommissioning, riciclaggio e smaltimento dei materiali costituenti il sistema BESS verrà attuato in conformità alle leggi nazionali, europee ed internazionali vigenti assicurandone il rispetto anche nel caso di modifiche e/o integrazioni di quest'ultime dal momento in cui l'impianto verrà messo in esercizio. Il fornitore delle batterie dovrà essere regolarmente iscritto, in accordo al D. Lgs. n. 188/2009, al "Registro dei Produttori di Pile e Accomulatori" ed essere selezionato dal COBAT (Consorzio obbligatorio per lo smaltimento delle batterie esauste) per il recupero degli elementi rari (es. Litio) contenuto nelle batterie. Inoltre, lo stesso produttore può supportare il processo di smantellamento attraverso i propri canali. A seconda della situazione specifica, le apparecchiature esistenti possono essere destinate al riciclaggio e/o alla seconda vita. Ad esempio i container e gli HVAC potrebbero essere destinati ad un'azienda di riciclaggio, mentre le batterie andrebbe valutato il life time dei moduli; il BMS, seppur è possibile riciclare le apparecchiature elettroniche al suo interno, è un componente critico e usato per la protezione e regolazione dell'impianto per cui non è opportuno riciclarlo.

Inoltre il fornitore del sistema BESS fornirà idonee documentazioni nella quale verranno descritte le modalità gestionali e tecniche del processo di riciclaggio e smaltimento nonché le relative tempistiche e gli aspetti di sicurezza. Si procederà, inoltre, ad assicurare la separazione delle varie parti dell'impianto in base alla composizione chimica al fine di massimizzare il recupero di materiali (in prevalenza alluminio e silicio);