



REGIONE  
PUGLIA



PROVINCIA  
DI BARI



COMUNE  
DI TORITTO



COMUNE  
DI PALO DEL COLLE



COMUNE  
DI GRUMO APPULA

**REALIZZAZIONE DI IMPIANTO AGRIFOTOVOLTAICO DESTINATO A PASCOLO DI OVINI E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE FOTOVOLTAICA DA UBICARSI IN AGRO DI TORITTO (BA) INCLUSE LE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN NEL COMUNE DI PALO DEL COLLE (BA) E DI IMPIANTO DI PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI IDROGENO VERDE IN AREA INDUSTRIALE DISMESSA NEL COMUNE DI GRUMO APPULA (BA) ALIMENTATO DALLO STESSO IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

Potenza nominale cc: 30,38 MWp - Potenza in immissione ca: 29,97 MVA

ELABORATO

**RELAZIONE TECNICA SISTEMA ACCUMULO**

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello progetto	Codice Pratica	documento	codice elaborato	n° foglio	n° tot. fogli	Nome file	Data	Scala
<b>PD</b>		R	2.01_04	1	22	R_2.01_04_RELTECNISISTACCUMULO	01/2024	N.A.

01/03/2021

REVISIONI

Rev. n°	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	05/01/2024	1° Emissione	SCARDIGNO	SCARDIGNO	AMBRON

PROGETTAZIONE:

**MATE System Unipersonale srl**

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



F4 INGEGNERIA

Via Di Giura Centro Direzionale, 85100 Potenza  
tel. +39 0971 1944797 - Fax +39 0971 55452  
mail: info@f4ingegneria.it pec: f4ingegneria@pec.it



**DIRITTI** Questo elaborato è di proprietà della Banzi Solare S.r.l. pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

**PROPONENTE:**  
BANZI SOLARE S.R.L.  
S.P 238 Km 52.500  
ALTAMURA

**PARTNERSHIP:**



Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)	Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>	Formato: A4
Data:31/10/2023		Scala: n.a.

**REALIZZAZIONE DI IMPIANTO AGRIFOTOVOLTAICO DESTINATO A PASCOLO DI OVINI E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE FOTOVOLTAICA DA UBICARSI IN AGRO DI TORITTO (BA), INCLUSE LE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN NEL COMUNE DI PALO DEL COLLE (BA) E DI IMPIANTO DI PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI IDROGENO VERDE IN AREA INDUSTRIALE DISMESSA NEL COMUNE DI GRUMO APPULA (BA) ALIMENTATO DALLO STESSO IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

**Potenza nominale cc: 30,380 MWp - Potenza in immissione ca: 29,970 MVA**

**COMMITTENTE:**

**Banzi Solare S.r.l.**

S.P. 238, Km 52.500

70022 – Altamura

**PROGETTAZIONE a cura di:**

**MATE SYSTEM S.r.l.**

Via G.Mameli, 5

70020 – Cassano delle Murge (BA)

Ing. Francesco Ambron

**RELAZIONE TECNICA SISTEMA DI ACCUMULO**

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

## Sommario

1.	PREMESSA.....	3
2.	ANALISI COMPARATIVA DELLE TIPOLOGIE DI ACCUMULO .....	6
3.	SOLUZIONE TECNOLOGICA ADOTTATA NEL PROGETTO .....	10
4.	DECADIAMENTO TECNICO DEL BESS .....	13
5.	PROCEDURE DI DISMISSIONE .....	14
6.	RISCHI CONNESSI DURANTE L'ESERCIZIO .....	17
6.1	Rischi connessi ad emissionii .....	17
7.	ACCORGIMENTI PER MITIGARE IL RISCHIO .....	18

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

## 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 60 MW, accoppiato all' impianto di produzione e distribuzione di idrogeno "verde" con utilizzo della fonte rinnovabile solare (impianto agrifotovoltaico).

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, e rilasciarla per alimentare l'impianto di produzione idrogeno in orari in cui l'impianto FV non è in produzione o ha una produzione limitata.

Il progetto prevede la realizzazione di sito di produzione di idrogeno, denominato "Toritto-Mellitto" alimentato da un parco agrifotovoltaico della potenza attiva nominale di 30.380,00 kWe, con sistema ad inseguimento monoassiale in modalità "backtracking", da installarsi sui terreni siti nei territori del comune di Toritto (BA), mentre il sito di produzione di idrogeno è ubicato in un'area industriale dismessa aventi i seguenti dati catastali:

- Comune di Grumo Appula: - Foglio 48 p.lle 18 – 8223 – 8225 – 8227 – 8231 – 8233 – 8235 – 8236 – 8238 – 8239 - 8240 – 8241 – 8242 – 8243 – 8244 – 8260.

le relative coordinate geografiche sono le seguenti:

- Latitudine 40°56' 38,92''N
- Longitudine 16°38' 19,46'' E

L'idrogeno prodotto sarà distribuito totalmente fra la Rete Nazionale SNAM, la stazione di rifornimento per auto alimentate da fuel cell e per Ferrovie Appulo Lucane.

Il Soggetto Responsabile, così come definito, ex art. 2, comma 1, lettera g, del DM 28 luglio 2005 e s.m.i., è la società "Banzi Solare S.r.l." che dispone delle autorizzazioni all'utilizzo dell'area su cui sorgerà l'impianto in oggetto.

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.

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

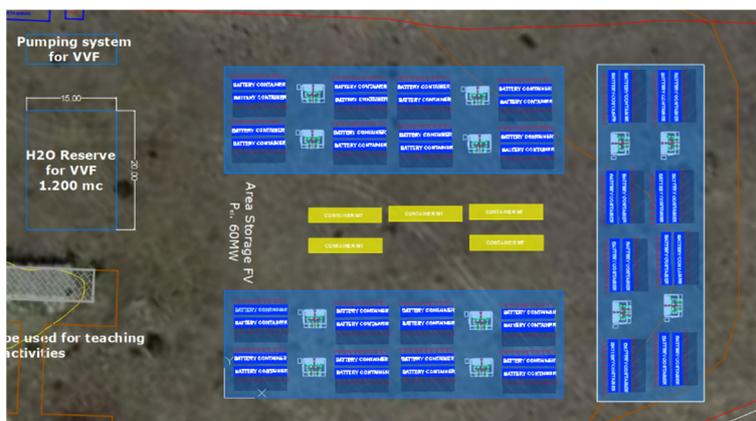
In questo contesto un ruolo fondamentale è costituito dai sistemi di accumulo, che grazie alla loro capacità intrinseca di immagazzinare energia per restituirla in modo differito nel tempo, svolgono delle funzioni fondamentali per la regolazione del sistema elettrico aumentandone la flessibilità. Nello specifico, il compito di questo BESS è assicurare una potenza costante all’impianto di produzione idrogeno (qualora la produzione da fonte solare dovesse risultare nulla o non sufficiente).

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; data l’evoluzione e il rapido sviluppo tecnologico dei vari componenti costituenti un impianto BESS, si è attuata una ri-progettazione dell’ accumulo mantenendo comunque gli stessi volumi di ingombri.

Si riporta, a tal fine, un estratto mappa dell’area contenente l’accumulo nella vecchia configurazione tecnologica (Figura 1) e un estratto di mappa con la nuova configurazione dell’accumulo (Figura 2)



**Figura 1 – Configurazione precedente**



**Figura 2 – Configurazione dopo la ri-progettazione**

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

Nel complesso, considerando anche l'impianto di produzione di idrogeno, è prevista la realizzazione delle seguenti opere:

- Impianto di produzione di idrogeno da energia elettrica;
- Trasformazione dell'energia elettrica proveniente dal parco MT/BT;
- Distribuzione elettrica in BT;
- Distribuzione elettrica in MT;
- Impianto di accumulo di energia elettrica;
- Impianto elettrico al servizio del sito di produzione di idrogeno;
- Impianti di servizio: illuminazione ordinaria;
- Impianti di servizio: illuminazione di sicurezza;
- Impianto di terra;
- Riserve idriche;
- Area TANKS criogenici per lo stoccaggio dell'idrogeno;
- Strade e viabilità di servizio;
- Fotovoltaico su copertura;

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

## 2. ANALISI COMPARATIVA DELLE TIPOLOGIE 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 agli ioni di litio
- Batterie a circolazione di elettrolita

Gli accumulatori al piombo/acido sono costituiti da un elettrodo al piombo e da uno al biossido di piombo, immersi in una soluzione acquosa di acido solforico. Esistono molteplici tipologie di accumulatori al piombo acido, che possono essere raggruppate in due categorie principali:

- accumulatori aperti, o VLA - Vented Lead Acid,
- accumulatori ermetici, o VRLA - Valve Regulated Lead Acid.

Gli accumulatori VLA, tuttora i più diffusi, sono caratterizzati dalla presenza di aperture che permettono l’uscita nell’ambiente circostante dei gas, essenzialmente idrogeno e ossigeno, prodotti durante la ricarica

Negli accumulatori VRLA, l’idrogeno prodotto sulla piastra negativa viene convogliato verso la piastra

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

positiva dove si ricombina con l'ossigeno ricostituendo acqua.

Appartengono a tale tipologia di batterie anche quelle al nichel – cadmio, in cui l'elettrodo positivo è costituito da ossido idrato di nichel, l'elettrodo negativo da cadmio e l'elettrolita da una soluzione acquosa di idrossido di potassio.

Gli accumulatori ermetici di tipo VRLA sono ormai ampiamente diffusi grazie al fatto di richiedere minore manutenzione, minore ingombro e di emettere quantità di idrogeno limitate.

#### VANTAGGI:

- Buona efficienza energetica, oltre il 70%
- Ampia gamma nelle temperature di utilizzo, da -40°C a +60°C
- Esistenza di tipologie con ridotto o assente bisogno di manutenzione
- Basso costo

#### SVANTAGGI:

- i gas prodotti si ricombinano completamente soltanto fino a un certo valore della corrente di ricarica, oltre il quale parte di essi viene evacuata nell'ambiente esterno attraverso le valvole di sicurezza, provocando un graduale consumo dell'elettrolita ed un accelerato degradamento della batteria.
- fenomeno dell'autoscarica: essa è dovuta a varie reazioni parassite che consumano lentamente le cariche presenti e portano nel tempo alla scarica completa della batteria. In condizioni normali l'autoscarica determina una riduzione della carica della batteria pari a circa il 2-3% al mese.
- Peso elevato, proprio per il materiale con cui sono fabbricate (piombo)
- Bassa densità energetica (30-40 Wh/kg)
- Alto contenuto di piombo, arsenico e antimonio, molto pericolosi per la salute

Le batterie ad alta temperatura comprendono le batterie sodio/zolfo e quelle sodio/cloruro di nichel (ZEBRA - Zero Emission Battery Research Activities). Una caratteristica di tali sistemi è la temperatura interna di funzionamento particolarmente elevata. Tali batterie operano a una temperatura di circa 300°C, necessaria a mantenere allo stato fuso gli elettrodi e ad aumentare la conducibilità dell'elettrolita.

#### VANTAGGI:

- alta energia specifica
- elevati rendimenti
- Componentistica completamente riciclabile

#### SVANTAGGI:

- usato solo per particolari applicazioni
- problemi per mantenere la T
- Alte temperature di funzionamento

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

Le batterie a circolazione di elettrolita sfruttano reazioni accoppiate di ossido-riduzione in cui sia i reagenti che i prodotti sono disciolti nella soluzione. In particolare, la batteria Redox al vanadio è costituita da vanadio in diversi stati di ossidazione, ovvero  $V^{5+}$ - $V^{4+}$  per l'elettrodo negativo e  $V^{3+}$ - $V^{2+}$  per quello positivo ed entrambi sono disciolti in una soluzione di acido solforico.

Tale tipologia di batteria è costituita da celle in cui sono presenti elettrodi, piastre bipolari e una membrana di scambio ionico ed è in grado di accumulare l'energia elettrica in soluzioni elettrolitiche

Tra le batterie a circolazione di elettrolita è possibile trovare le batterie a flusso, costituite da un nucleo, solitamente detto stack, a sua volta formato da celle elementari separate da una membrana di scambio ionico, che permette il passaggio di ioni di idrogeno, necessario per alimentare la reazione redox, e non consente il passaggio degli ioni vanadio, e collegate elettricamente tra loro in serie. Gli elettroliti restano separati e fatti circolare, mediante l'ausilio di pompe, nelle condutture a partire dai serbatoi fino allo stack e viceversa.

#### VANTAGGI:

- durata elevata
- basso costo di manutenzione
- Numero indefinito di cicli di carica/scarica

#### SVANTAGGI:

- presentano ad oggi un livello di maturità tecnologica non ancora compatibile con le applicazioni previste per il progetto problemi per mantenere la T
- Ingombri notevoli
- Rapporto Energia/Volume relativamente basso

Si riporta una tabella riepilogativa delle varie tipologie di accumulatori, facendo riferimento alle caratteristiche più importanti da tenere in considerazione in fase di scelta progettuale: durata della vita, numero di cicli di carica e scarica (nell'ipotesi che il sistema lavori a DOD pari all'80%), manutenzione, costi d'installazione, costi di esercizio distinti in variabili e fissi.

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

#

	Durata della vita	Cicli di carica/scarica	Manutenzione	Costi d'installazione	Costi d'esercizio (Operation & Maintenance)
Litio-ioni	12 – 15 anni	4.500 – 5.000	No manutenzione	500€/KWh	10€/KWh fissi + 0,023 €/KWh variabili
A circolazione di elettrolita	20 anni	10.000	Poca manutenzione	800€/KWh	15€/KWh fissi + 0,013 €/KWh variabili
Elettrolita acquoso	20 anni Piombo acido  5 - 7 anni Nichel- cadmio	1.500 – 2.500	Poca manutenzione	300€/KWh Piombo acido  800€/KWh Nichel-cadmio	15€/KWh fissi + 0,087€/KWh variabili(Piombo acido)  0,3€/KWh var. (Nichel-cadmio)
A Alta Temperatura	10 – 12 anni	2.500 – 3.500		500€/KWh	10€/KWh fissi + 0,031 €/KWh variabili

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).

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

- 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
- Sensibilità al prezzo di mercato di elementi naturali rari.

### 3. SOLUZIONE TECNOLOGICA ADOTTATA NEL PROGETTO

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. Le celle litio-ioni polimeri, sviluppate agli inizi del 1999, hanno una struttura analoga a quella delle celle litio-ioni ma sono caratterizzate dall'utilizzo di elettroliti solidi, dove gli ioni-litio migrano attraverso un polimero composto solido (ossido di polietilene, poliacrilonile).

La tecnologia delle batterie agli ioni di litio è attualmente lo stato dell'arte per efficienza, compattezza, flessibilità di utilizzo.

Le celle polimeriche hanno struttura costituita da fogli flessibili e, a differenza delle celle litio-ioni, si adattano alle varie forme definite dal dispositivo per cui sono adoperate, hanno una minore necessità di controllo e, dunque, un minore costo di manifattura.

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

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

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:

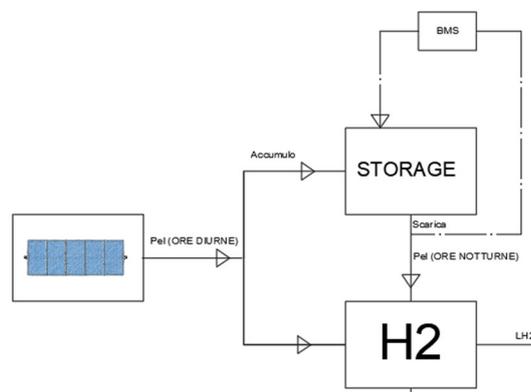
- BESS: il centro dell'accumulo di energia, costituito da un banco di batterie connesse tra loro in serie e in parallelo, e realizzato secondo diverse gerarchie e architetture;
- Battery Management System (BMS): un circuito elettronico volto a controllare i parametri di funzionamento delle celle (Temperatura, 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).

Il sistema di accumulo sarà formato dai seguenti dispositivi:

- N.48 "MEGAPACK 2 XL" da 979 kW (4h) e capacità pari a 3916 kWh;
- N.24 PCS (power conversion unit) da 2,5 MVA
- N.24 Trasformatore BT/MT da 2,5 MVA (tensione primario 20 kV e avvolgimenti DYn11)
- N.5 Container MT, al cui interno saranno alloggiati la sala quadri MT, il locale per i servizi ausiliari e telecomunicazioni
- Cavidotti interrati MT e BT

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)	Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>
Data:31/10/2023	Formato: A4 Scala: n.a.

Nella figura 3 è riportato un estratto della tavola D\_3.15\_02 in cui si riporta lo schema funzionale di esercizio del BESS, legato all'impianto agrivoltaico e all'impianto di produzione di idrogeno.



**Figura 3 – schema di esercizio del BESS**

Si riportano per completezza le seguenti definizioni:

- La profondità di scarica (Depth of Discharge - DOD) indicazione della quantità di elettricità già estratta dalla batteria in relazione alla sua capacità. Si tratta di una grandezza adimensionale, generalmente espressa come percentuale. Per esempio, una DOD del 90%, corrisponde a una profondità di scarica rispetto al massimo teorico posto pari al 100%.
- Lo stato di salute, State of Health (SOH) è una grandezza che indica lo stato di invecchiamento o di guasto di una batteria secondaria. Può essere valutato come la quantità di elettricità misurata durante una scarica completa rispetto alla capacità nominale o alla massima capacità ottenuta o iniziale durante il suo tempo di vita. Così, questo parametro caratterizza la degradazione dell'accumulatore durante il suo utilizzo.

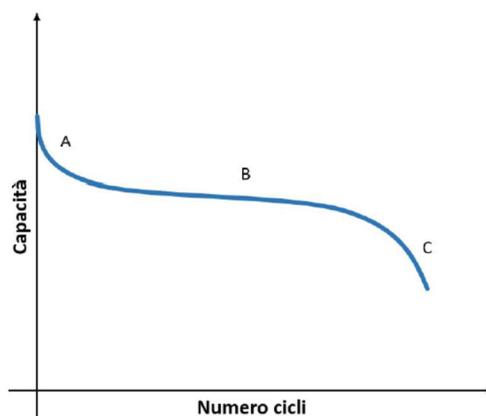
Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

#### 4. 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, vedasi figura 4



**Figura 4 – 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

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

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.

## 5. PROCEDURE DI DISMISSIONE

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

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

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 Accumulatori" 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);

In conclusione si riporta l'organizzazione e l'architettura di tutto il ciclo di vita dei sistemi di accumulo.

1. Produzione della cella e primo ciclo di carica (finalizzato alla creazione del SEI), presso lo stabilimento di produzione;
2. Trasporto, il produttore invia le celle ad un assemblatore;
3. Assemblaggio delle celle in sistemi più complessi, come pacchi o moduli, nei quali è installato anche il BMS (Battery Management System), si passa inoltre ad effettuare test specifici;
4. Spedizione dei nuovi sistemi ai produttori industriali;
5. I produttori industriali installano le batterie e effettuano test specifici;
6. Trasposto dei prodotti finali ad un centro di distribuzione;
7. Il centro di distribuzione vende (e trasporta) il dispositivo al cliente;
8. Il cliente usa il dispositivo con la batteria, oppure lo cede nuovamente con una nuova fase di trasporto, oppure ne chiede il reso o la manutenzione;
9. Trasporto in un centro di raccolta dei rifiuti, specializzato, al termine della vita del dispositivo o della batteria;

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

10. Il dispositivo è trasportato in un centro nel quale la batteria viene recuperata, e può essere inviata in un centro di smaltimento per rifiuti solidi oppure essere riciclata.

È quindi evidente come la qualità dei materiali grezzi, il loro assemblaggio, il trasporto e lo stoccaggio siano tutte tappe fondamentali per assicurare l'affidabilità e la sicurezza delle celle.

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

## 6. RISCHI CONNESSI DURANTE L'ESERCIZIO

Per quanto riguarda le batterie a ioni-Litio, non presentano problemi di inquinamento ambientale dato il ridotto livello di tossicità del componente batterie. L'unico elemento che può presentare problemi di sicurezza è il solvente utilizzato negli interni dell'elettrolita liquidi, i quali sono infiammabili, irritanti e corrosivi.

In generale è possibile catalogare diversi tipi di rischio:

A. Rischio Termico: le batterie hanno un'elevata densità di energia, se questa energia viene rilasciata in modo non controllato ne consegue un notevole incremento di temperatura. Altre delle cause che concorrono ad incrementare la temperatura, sono la sovraccarica, l'inversione di polarità o una sorgente esterna di calore;

B. Rischio Chimico: questo rischio si manifesta qualora, l'elettrolita organico liquido fuoriesca dalla cella, per mezzo di eventuali crepe, dando luogo ad incendi dovuti alla sua infiammabilità a contatto con l'aria;

C. Rischio elettrico;

D. Rischi connessi al rilascio di energia cinetica: parte dell'energia prodotta è connessa tanto alla formazione di composti chimici a basso peso molecolare, quanto a un grande rilascio di calore. Queste dinamiche possono condurre ad un'esplosione con proiezione di frammenti e onde d'urto.

### 6.1 Rischi connessi ad emissioni

Esaminando più nel dettaglio il rischio connesso al rilascio di energia cinetica, si esamina la fuga termica" o Thermal Runaway, durante il quale si verificano reazioni esotermiche, che oltre ad un notevole incremento della temperatura interna della cella, comportano l'espulsione di gas infiammabili ed esplosivi come ( $CO$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $H_2$ , ...), oppure di gas tossici come l'acido fluoridrico ( $HF$ )

Più in generale, prima di raggiungere la condizione di thermal runaway, possono verificarsi le seguenti dinamiche:

- *Swelling*, ossia un rigonfiamento della cella, spesso dovuto ad un incremento del volume interno dato dalla produzione di gas, in seguito ad un accumulo dei prodotti di reazione internamente alla cella, dal quale segue un aumento di pressione interna;
- *Perdita della sigillatura*, con conseguente fuoriuscita di sostanze chimiche;
- *Venting*, costituisce il momento in cui la cella, in seguito all'aumento della pressione e della temperatura, espelle i gas a causa dell'evaporazione dell'elettrolita; si dispone di circa 300 s per intervenire e interrompere l'avvio del thermal runaway, ed è questa la finestra temporale in cui è necessario porre maggiore attenzione in termini di prevenzione dell'incidente.

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

Tra le varie emissioni i composti del fluoro sono le più preoccupanti. L'acido fluoridrico (HF) è uno di questi, ma ce ne sono anche altri come ad esempio l'ossifluoruro di fosforo (POF3). L'acido fluoridrico è estremamente tossico sia per inalazione della forma gassosa che per contatto con la soluzione acquosa;

Lo stato di carica è uno dei fattori più importanti nel determinare i comportamenti delle batterie agli ioni di litio. Infatti, a un livello di carica più elevato corrisponde un maggiore rischio di incendio in termini di un tempo di innesco più breve, un aumento della velocità di perdita della massa e una quantità di massa persa maggiore. Anche la pressione dell'aria ambiente e il numero di celle coinvolte nell'incendio svolgono un ruolo importante.

Il comportamento osservato in funzione dello stato di carica implica che l'insorgenza del thermal runaway è correlato al contenuto di energia elettrica delle celle agli ioni di litio; infatti questa fornisce l'energia di attivazione necessaria per innescare il runaway. Si stima che indicativamente in base allo stato di carica si avranno quantità di HF comprese tra 20 e 200 mg/Wh.

Si individuano 4 cause principali alla base degli incidenti avvenuti nei BESS:

- 1) Carenze nei sistemi di protezione delle batterie: si sono verificati casi in cui le protezioni non hanno avuto la capacità di interrompere la corrente di corto circuito (potere di interruzione inadeguato, loro posizionamento errato o bypassato da eventi esterni);
- 2) Condizioni ambientali sfavorevoli: forti variazioni termiche nell'arco della giornata con formazione di condensa, ambienti polverosi (la ventilazione dovrebbe farsi carico anche di trattare in maniera idonea l'aria quindi);
- 3) Negligenze durante l'installazione e la gestione dei sistemi;
- 4) BMS e sistemi di gestione in generale non integrati fra loro e non creati per lavorare in simbiosi (poiché prodotti da produttori diversi);

## 7. ACCORGIMENTI PER MITIGARE IL RISCHIO

Come visto nel precedente paragrafo, le batterie elettromagnetiche del sistema di accumulo BESS, a causa di un mal funzionamento o surriscaldamento potrebbero rilasciare sostanze tossiche e inquinanti. In ogni caso, sono previsti sistemi di mitigazione per evitare i rischi e per dissipare il calore prodotto in modo efficace interrompendo la propagazione del thermal runaway.

### Barriere di tipo antincendio:

Il sistema di rilevazione incendi è progettato per prevenire o limitare i danni associati al rischio di incendio. Sono molto efficaci i sistemi che si basano sulla tecnologia ad aspirazione Aspirating Smoking Devices (ASD). La rivelazione ASD prevede l'installazione di uno specifico "piping" realizzato con una tubazione in plastica dotata di un determinato numero di forellini in modo da poter campionare l'aria in tutte le zone

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)	Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>
Data:31/10/2023	Formato: A4 Scala: n.a.

sorvegliate dall'impianto. Il campionamento dell'aria, oltre a rilevare la temperatura e l'eventuale presenza di fumo, può comunque essere processato per individuare altri elementi volatili o sostanze specifiche al fine di rivelare la presenza di concentrazioni di gas esplosivi.

Per processare il campionamento dell'aria possono essere installati i Rivelatori OFF-GAS, introdotti recentemente in mercato, per rilevare in modo rapido ed efficace i prodotti gassosi che vengono rilasciati a seguito del venting della cella. Il loro principio di attivazione si fonda infatti sulla capacità di misurare la velocità di accumulo dei gas nell'atmosfera, andando a rilevare le goccioline di elettrolita trasportate dai vapori espulsi. In figura 5 si riportano un elenco degli off-gas e le loro caratteristiche mentre in figura 6 si riporta il diagramma di flusso del funzionamento dei rilevatori.

Off - Gas	Sigla	Tossico	Infiammabile
Anidride Carbonica	CO <sub>2</sub>		
Monossido di Carbonio	CO	X	
Diossido di Azoto	NO <sub>2</sub>	X	
Metano	CH <sub>4</sub>		X
Etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>		X
Etilene	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	X	X
Propano	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>		X
Acido Fluoridrico	HCl	X	
Acido Fosforico	HF	X	
Benzene	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	X	X
Dimetile	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	X	X
Toluene	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	X	X
Metanolo	CH <sub>4</sub> O	X	X

Figura 5 – Elenco degli off-gas

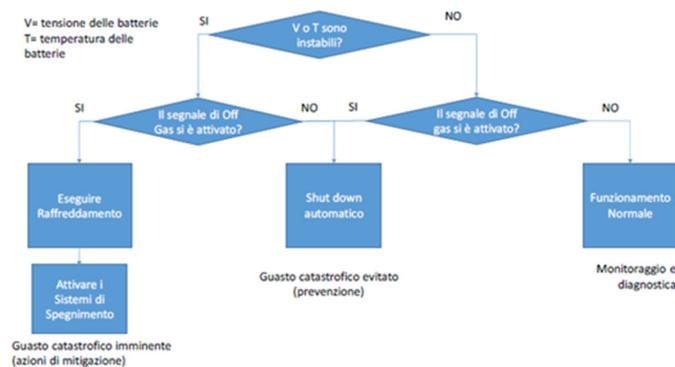


Figura 6 – Diagramma di flusso

Inoltre attivano le misure di mitigazione come ad esempio i sistemi di raffreddamento e ventilazione (HVAC). Esso è un sistema ad aria a circuito chiuso che permette di mantenere la temperatura interna al livello nominale. 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

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

raffreddato ad aria. Si distinguono per un innovativo sistema di circolazione dell'aria che migliora notevolmente le prestazioni in tutte le condizioni operative.

Altri sistemi di mitigazione possono essere l'FFS (Fire Fighting System), gli estintori in schiuma o polvere, barriere protettive e distanziamento tra i container, oppure l'allagamento. Quest'ultima è una manovra di raffreddamento ancora in fase di sperimentazione ed ha l'obiettivo di allagare il cabinet per dissipare in modo più rapido ed efficace il calore prodotto dalla reazione di fuga termica. L'allagamento conduce inevitabilmente alla perdita dell'intero cabinet, ma evita lo scenario di incendio o esplosione che potrebbe svilupparsi in seguito a un suo malfunzionamento.

#### Barriere di tipo termico:

L'abuso termico è un rischio che si verifica quando la temperatura è maggiore\minore della massima \minima di esercizio; In questi casi per mitigare le conseguenze della sovratemperatura è necessario progettare i moduli o i pacchi di celle in modo tale che il calore non sia facilmente trasmissibile a celle adiacenti, e installare nel sistema dispositivi di sicurezza in grado di monitorare la temperatura e agire nel caso in cui i parametri di funzionamento superino i limiti prefissati, come il BMS.

#### Barriere di tipo elettrico:

Esse mirano ad interrompere l'alimentazione dei componenti soggetti a danni. Tra esse possiamo distinguere:

- Fusibile: ha il compito di intervenire in caso di sovracorrente per disalimentare il banco di celle e prevenire una sovralimentazione;
- Interruttore DC: il suo scopo è quello di disalimentare elettricamente un intero cabinet, in caso di sovracorrente;
- Diodi: diodi possono essere utilizzati per prevenire la carica imprevista (diodi di bloccaggio), per regolare la scala la corrente di scarica nell'intorno di una cella più debole, utilizzando un circuito di bypass;
- BMS: Attraverso il controllo dei parametri monitorati può esercitare anche funzioni di prevenzione dei rischi, attivando dispositivi di protezione esterni alle celle, emettendo segnali di allarme, intervenendo nell'isolamento elettrico delle celle guaste

#

Oltre alle mitigazioni sopra descritte, si riportano le condizioni ambientali e logistiche per un impianto BESS:

- L'area di immagazzinaggio deve essere chiaramente identificata e delimitata, con cartelli illustranti l'utilizzo dell'area stessa in modo univoco.
- Le batterie devono essere mantenute protette dagli agenti atmosferici in maniera tale da facilitare la

Committente: BANZI SOLARE 1 S.R.L. S.P. 238 Km 52.500 – 70022 Altamura (BA)		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli, n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R_2.1_04	<b>Relazione Tecnica Sistema di Accumulo</b>		Formato: A4
Data:31/10/2023			Scala: n.a.

riduzione del tasso di umidità vicino alle batterie .

- L'illuminazione solare diretta deve essere evitata il più possibile.
- Il posto di immagazzinamento deve essere scelto per evitare in modo tassativo la possibilità di inondazione dello stesso sia da parte di corsi d'acqua sia per accumulo di acqua piovana
- Deve essere evitata la vicinanza di altre fonti di pericolo , quali cavi di alta tensione, cabine di trasformazione, serbatoi di gas o liquidi infiammabili o corrosivi, o altre aree di stoccaggio di materiale potenzialmente pericoloso.
- la distanza minima tra una unità di stoccaggio e l'altra deve prevenire la propagazione di fiamme tra una e l'altra