

La gestione del rischio nello stoccaggio energetico mediante batterie agli ioni di litio: i rischi emergenti connessi con gli impianti BESS

Fabrizio Vazzana-ISPRA

Introduzione

- Per Battery Energy Storage System (BESS) si intende un dispositivo elettrochimico in grado di convertire l'energia elettrica in energia chimica o viceversa, a seconda della sua modalità operativa: carica o scarica.
- La recente esperienza operativa dei BESS con ioni di litio evidenzia una serie di incidenti particolarmente significativi anche in termini di effetti (tipicamente incendi ed esplosioni causati da runaway termico) che ripropongono con forza la necessità di analisi strutturate di questi rischi emergenti.
- È quindi necessario, per gli operatori di questi impianti sempre più numerosi, valutare tutti i pericoli dati dalla presenza, reale o prevista, di sostanze pericolose che è ragionevole prevedere possano essere generate, in caso di perdita di controllo dei processi.
- Infatti, oltre agli effetti sopra citati, **non è assolutamente possibile escludere** nella fase di incidente vero e proprio anche lo sviluppo di dispersioni tossiche e infiammabili e nella fase di gestione dell'emergenza la necessità di gestire le acque derivanti dalle azioni di spegnimento.

Introduzione

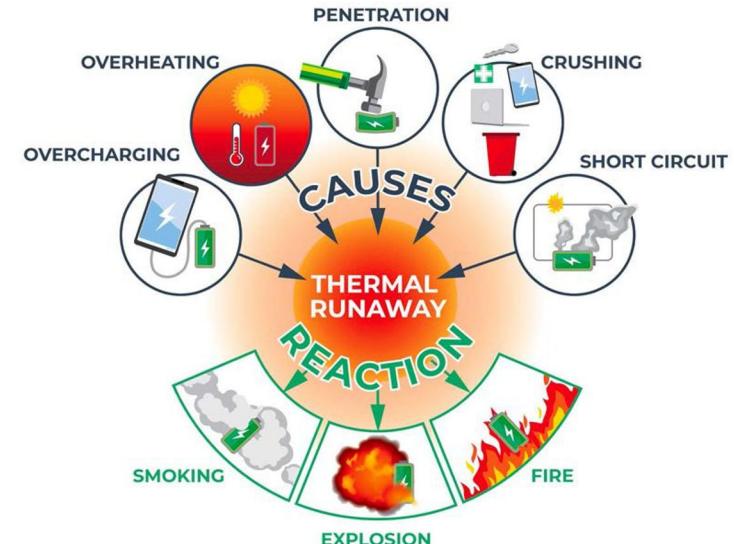


Introduzione

- Il runaway termico si verifica quando la quantità di calore generata dalla reazione della batteria supera la capacità della batteria stessa di dissipare il calore. **Questa deriva termica incontrollata può degenerare provocando incendi, esplosioni e rilascio di gas tossici.**

Gli eventi iniziali più comuni che causano cortocircuiti e runaway termici sono i seguenti:

- Difetti di fabbricazione delle celle,
- Sovraccarico (ad esempio, guasto dell'inverter),
- Surriscaldamento (ad esempio, guasto del sistema di raffreddamento) e
- Stress meccanici (ad esempio, eventi sismici o urti).

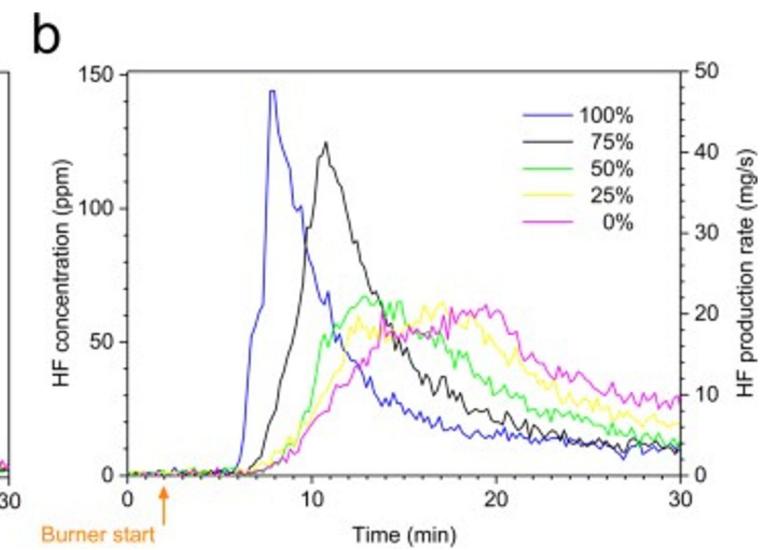


Introduzione

- Per le celle delle batterie agli ioni di litio, la miscela di gas di sfiato della batteria è infiammabile e in genere è composta da quanto segue:
 - Anidride carbonica (CO_2)
 - Monossido di carbonio (CO)
 - Idrogeno (H_2) e
 - Idrocarburi (CxHx).
- **La miscela di questi gas può infiammarsi se esposta a una fonte di accensione.**

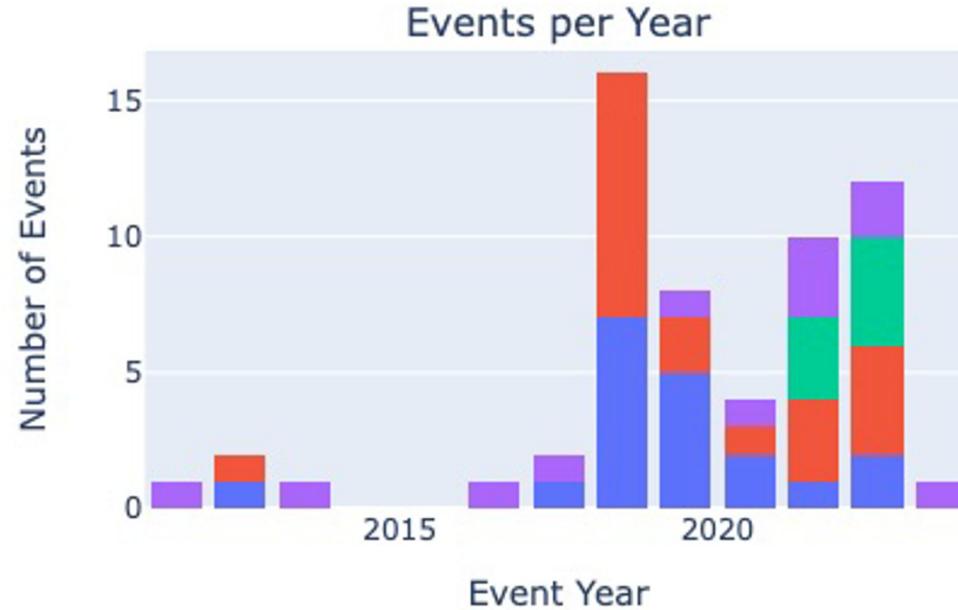
Introduzione

- Quando una batteria agli ioni di litio si guasta e prende fuoco, l'elettrolita diventa il combustibile principale. In questa reazione di combustione, i sottoprodoti che si generano sono tipicamente i gas infiammabili spiegati sopra. Inoltre, viene liberato il fluoro che proviene dal sale di litio che si scioglie nell'elettrolita. Quando l'idrogeno reagisce con il fluoro, si può formare acido fluoridrico gas (HF). La produzione di gas HF è direttamente proporzionale all'energia elettrica immagazzinata nella cella o nella batteria e può essere prudentemente stimata con un range di **20-200 mg di HF/ Wh.**



Introduzione

- Il BESS Failure Event Database (EPRI) fornisce un esempio in cui l'esposizione ad HF ha causato diversi ricoveri dei primi soccorritori (ad esempio, l'evento di Neuhausenberg). Inoltre, l'incendio di una batteria agli ioni di litio all'interno del vano batterie di un traghettino norvegese ha provocato diversi ricoveri a causa dell'esposizione a sostanze chimiche tossiche.



Introduzione

- Alcuni esempi, con esclusione della Sud Corea (29 eventi nel periodo 2018-2022)

Location	Capacity (MWh-MW)	Application	installation	Event date	System age (y)	status
US, CA Landing	Moss 1,200-300	Solar Integr. (SI)	Power Plant	09-4-2021	0.8	
Australia, Moorabool	450-300	Grid Stability (GS)	Rural	07-30-2021	0	Construction/ commissioning
Germany Neuhardenberg	5-5	SI/ frequency reg. (FR)	Indoor/ hangar	07-18-2021	5	
China, Beijing	25- ?	SI+ other services	Mall	04-16-2021		Construction/ commissioning
France Perles-de- Castelet, Arège	0.5-0.5	Local demand mgt	substation	12-1-2020	0	testing
UK, Liverpool	10-20	FR	substation	09-15-2020	1.5	
US AZ, Surprise	2-2	Volt Reg, PQ, SI		04-19-2019	2	
SK,N.Geyongsang, Chilgok	3.7-?	SI	Mountains	05-04-2019	2.2	Charged, inactive
Australia, Brisbane		SI	Indoor, elevated floor	03-17-2020	6.7	
Belgium, Drogenbos	6(1;5)-4(1)	Test Center	Gas power plant	11-11-2017	0	

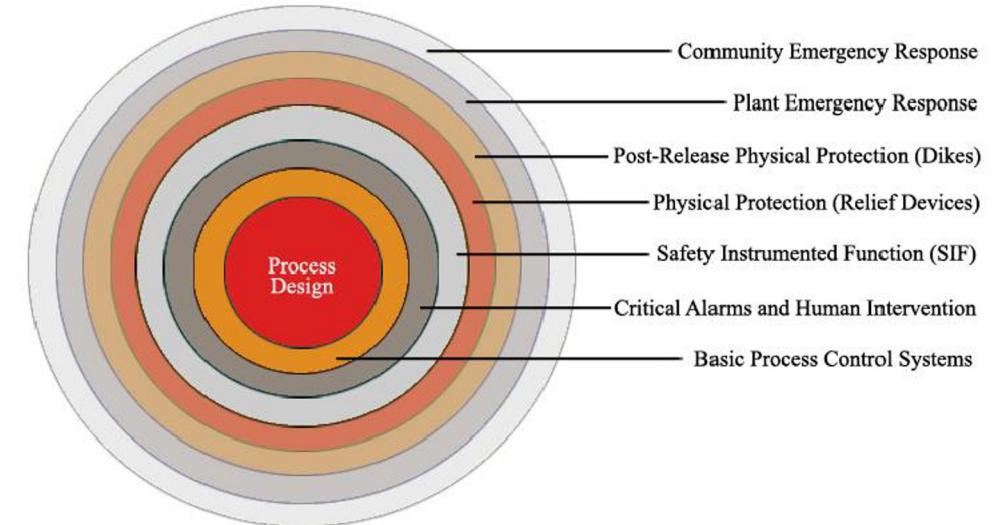
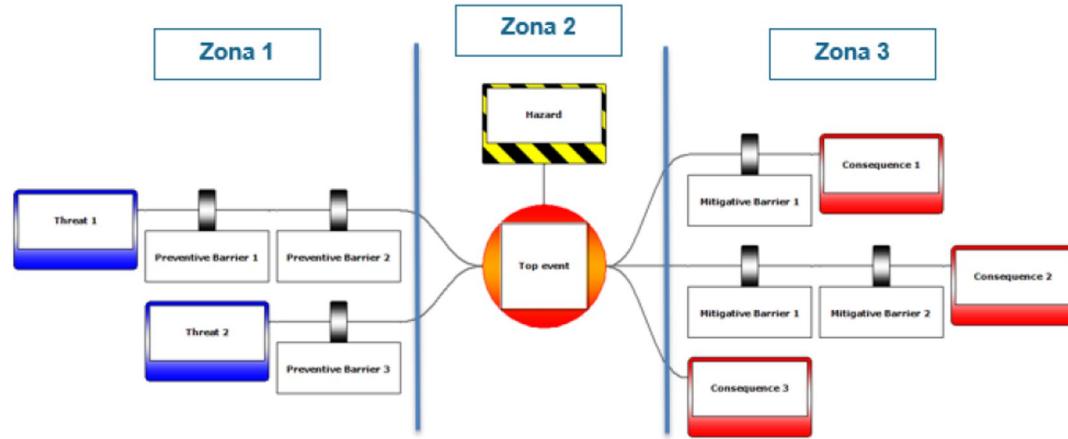
Un possibile approccio all'analisi dei rischi

- Esistono varie tecniche che possono essere utilizzate per eseguire l'analisi dei rischi. I metodi più diffusi includono la valutazione quantitativa del rischio (ad esempio, con gli alberi degli eventi), l'analisi dei modi di guasto e degli effetti (FMEA) o il metodo bowtie.
 - L'analisi di mitigazione dei pericoli di tipo bowtie identifica le cause, i pericoli e le possibili conseguenze. Il diagramma di bowtie fornisce una rappresentazione visiva delle caratteristiche di mitigazione che mirano a prevenire l'evento indesiderato e quelle che prevengono le conseguenze indesiderate una volta che l'evento si è verificato. Va notato che si tratta di un'analisi basata sulle conseguenze e che non viene considerata la probabilità dell'evento.

Un possibile approccio all'analisi dei rischi

- Queste le fasi di un approccio-tipo per uno studio su aziende di produzione dell'energia elettrica
 - Analisi della documentazione di riferimento fornita
 - Applicazione del metodo Bow-Tie per l'analisi del rischio, identificando i pericoli, gli eventi principali, le cause, le conseguenze e le misure di controllo esistenti.
 - Applicazione della Layer Of Protection Analysis (LOPA) per la quantificazione della frequenza, utilizzando un approccio semi-quantitativo, dei risultati dell'analisi Bow-Tie
 - Valutazione del rischio attuale, per il confronto con le soglie di accettabilità del rischio

Un possibile approccio all'analisi dei rischi



Conclusioni e approfondimenti del webinar

- In breve, il metodo consente di analizzare le seguenti conseguenze:
 - Incendio incontrollato limitato a un singolo BESS - Sicurezza
 - Incendio incontrollato che coinvolge altri BESS - Sicurezza
 - Esplosione e successiva proiezione di frammenti - Sicurezza
 - Incendio controllato dall'attivazione del “Dry pipe” e conseguente contaminazione – Ambiente

Ma si parlerà anche di

- Rilascio di sostanze tossiche
- Quantificazione delle emissioni di acido fluoridrico e di altri gas tossici durante l'incendio
- Fondamentale, in assenza di informazioni affidabili, per fornire i soccorritori dell'attrezzatura adeguata durante le situazioni anomale

Bibliografia

- Journal of Loss Prevention in the Process Industries 2023
- Application of the COMAH and Hazardous Substances Consents Regulations to Battery Energy Storage Systems (BESS) 2022
- Hazard Assessment of Battery Energy Storage Systems Atkins Ltd 2021
- BESS Failure Event Database
- CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS –AIDIC 2022

Grazie