

Batterie termiche: benefici e casi applicativi

Michele Santovito, CEO i-TES ed EGE SECEM
Gaia Varriano, Sales i-TES

Le batterie termiche basate su materiali a cambio di fase (PCM) rappresentano una soluzione innovativa degna di interesse all'interno delle strategie di mitigazione del cambiamento climatico, particolarmente promosse a livello europeo. Nonostante non siano ancora ampiamente diffuse in Italia, queste tecnologie hanno raggiunto un livello di maturità tecnologica (TLR) pari a 8, offrendo significativi vantaggi in termini di efficienza energetica.

Il principio di funzionamento si basa sulla capacità dei materiali PCM di accumulare energia termica durante la fase di carica, quando il calore dell'acqua calda provoca la fusione del materiale. L'energia immagazzinata viene poi rilasciata durante la fase di scarica, quando una portata d'acqua a temperatura inferiore, circolando attraverso il dispositivo, recupera il calore precedentemente accumulato.

L'azienda i-TES, fondata nel 2016 come startup innovativa, si è specializzata nella progettazione e produzione di batterie termiche di varie capacità, sviluppando un know-how specifico per l'in-

tegrazione di questi sistemi in contesti industriali, civili e residenziali. Dopo aver partecipato a diversi progetti europei, nel 2023 ha ottenuto un investimento di 1,4 milioni di euro dai fondi Eureka! Ventures e Tech4Planet. Attualmente vanta installazioni per circa 1 MWh di energia termica complessiva, offrendo sia prodotti standardizzati che soluzioni personalizzate, insieme a servizi di consulenza tecnica per progettisti e installatori, finalizzati a valutare il ritorno sull'investimento e ottimizzare l'integrazione dei sistemi negli impianti.

La batteria termica

La struttura di una batteria termica consiste in un serbatoio in acciaio di forma parallelepipedica contenente il materiale a cambio di fase (PCM) e uno scambiatore di calore a pacco alettato immerso nel PCM stesso. Quest'ultimo, attraverso cui circola il fluido termovettore, è dimensionato specificamente per ottimizzare l'efficienza dello scambio termico. La progettazione accurata di tale configurazione è determinante per il raggiungimento di elevate potenze di scambio, caratteristica distintiva che

giustifica la denominazione di "batteria" piuttosto che di semplice "accumulo". Attualmente, nell'ambito delle soluzioni sviluppate da i-TES, il dispositivo con la potenza termica più elevata può raggiungere performance di scarica pari a 180 kWt, dimostrando la notevole rapidità di rilascio energetico di questa tecnologia.

PCM al posto dell'acqua

L'impiego di materiali a cambio di fase per lo stoccaggio energetico presenta molteplici vantaggi rispetto ai sistemi tradizionali. In primo luogo, l'accumulo di energia in forma latente consente di raggiungere densità energetiche significativamente superiori rispetto all'accumulo in forma sensibile. Inoltre, durante il processo di cambio di fase, la temperatura del materiale si mantiene sostanzialmente costante nell'intorno del punto di fusione, indipendentemente dalle variazioni termiche del fluido termovettore durante la fase di carica. Questa proprietà garantisce un efficace effetto di termoregolazione, particolarmente vantaggioso in numerose applicazioni.



Un ulteriore beneficio è correlato al concetto di exergia: durante la transizione di fase, il contenuto exergetico utile rimane elevato, risultando in un'efficienza di carica e scarica superiore del 10% rispetto ai sistemi di accumulo sensibile convenzionali.

A differenza dei tradizionali serbatoi ad acqua, le batterie termiche a PCM non richiedono l'implementazione di misure preventive contro la proliferazione del batterio della legionella, grazie all'assenza di acqua stagnante all'interno del dispositivo.

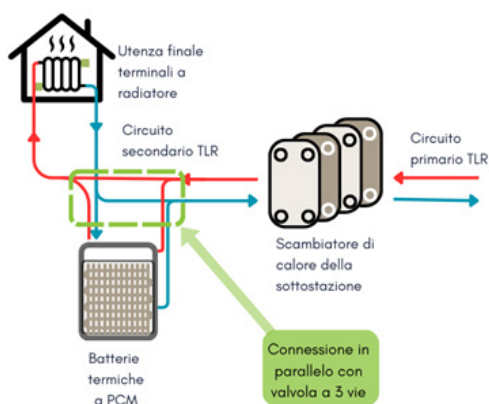
Infine, questi sistemi eliminano la necessità di adottare complessi meccanismi per la gestione della stratificazione termica, componenti essenziali per garantire il corretto funzionamento degli impianti dotati di accumuli tradizionali.

Batterie termiche al posto di batterie elettrolitiche

Negli impianti dotati di pompe di calore aria-acqua per la produzione di acqua calda, l'integrazione di sistemi di accumulo termico a valle del generatore rappresenta una soluzione strategica per ottimizzare l'efficienza operativa complessiva. Questo approccio consente di disaccoppiare temporalmente la fase di produzione del calore da quella di utilizzo, evitando il funzionamento della pompa di calore durante i periodi di picco della domanda, che in applicazioni residenziali tipicamente coincidono con le fasce orarie caratterizzate da temperature esterne più rigide e, conseguentemente, da un coefficiente di prestazione (COP) della pompa di calore ridotto.

L'implementazione di batterie termiche in questo contesto permette inoltre di adottare configurazioni di preriscaldamento a monte della pompa di calore, contribuendo ulteriormente all'incremento dell'efficienza del sistema e alla riduzione dei consumi energetici.

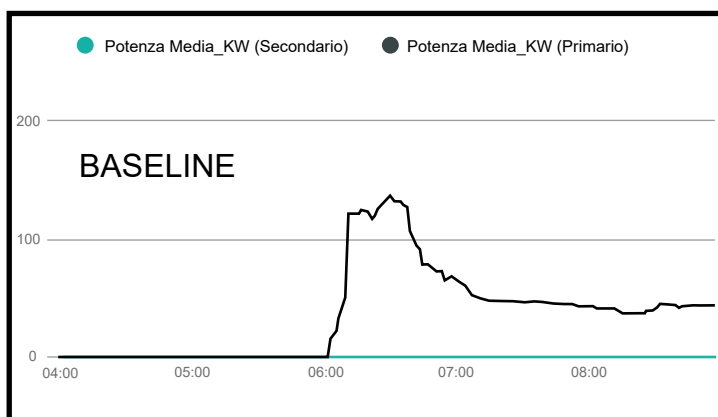
Caso studio: sottostazione di teleriscaldamento



La sfida affrontata consisteva nell'ottimizzare l'accoppiamento tra circuito primario e secondario di una sottostazione di teleriscaldamento, mitigando i picchi di richiesta termica nelle ore critiche della giornata, principalmente tra le 06:00 e le 08:00 del mattino. L'utenza servita è rappresentata da un edificio a destinazione mista residenziale e terziaria, con una volumetria complessiva di circa 7.000 m³, suddiviso in 14 unità abitative. La sottostazione è equipaggiata con uno scambiatore di calore dalla potenza termica nominale di 200 kWt.

L'intervento ha previsto l'installazione di due batterie termiche sul circuito secondario, programmate per accumulare energia nelle ore in cui la centrale opera con elevati rendimenti e rilasciarla durante le prime ore della

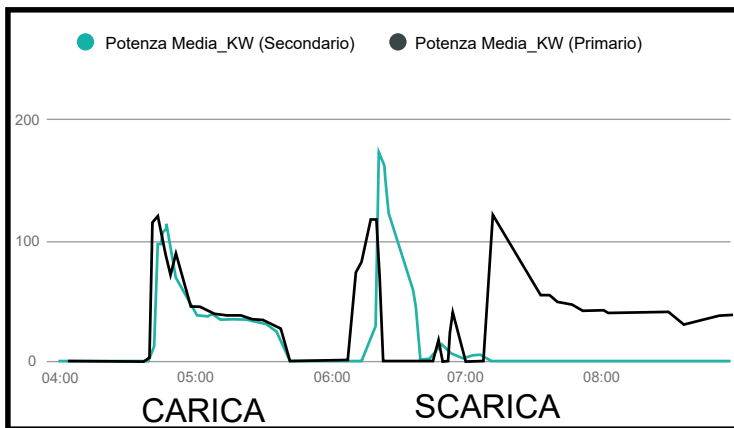
mattina. L'analisi comparativa dei profili di potenza è stata condotta in condizioni operative analoghe, in particolare, con temperatura esterna di circa 10°C. I dati rilevati hanno registrato un profilo di scarica caratterizzato da una potenza massima erogata dal secondario al primario pari a 180 kWt, garantendo la copertura totale del picco di domanda tipicamente riscontrato alle ore 06:00. Questo risultato ha confermato la capacità della batteria termica di coprire interamente il picco di richiesta, ma anche di garantire un taglio del picco ridotto grazie al sistema di regolazione della portata mantenendo inalterato il delta temperatura del fluido tra ingresso e uscita dalla batteria.



Profilo di carico di riferimento

Energia termica consumata nel periodo di riferimento: 190 kWh

Potenza massima erogata dal primario: 143 kWt



Profili delle potenze scambiate con batterie in funzione

Energia termica consumata nel periodo di riferimento: 180 kWh

Potenza massima erogata dal primario: 0 kWt.

La curva in azzurro rappresenta l'apporto delle batterie termiche: nella fase di carica al di sotto della curva blu e nella fase di scarica al di sopra. Si evince che la scarica abbia ampiamente coperto il picco di domanda.

Due sonde termiche hanno rilevato la temperatura in due punti a contatto del PCM: il materiale ha raggiunto la fase latente in meno di 15 minuti e, al momento della scarica, ha mantenuto la temperatura a circa 70°C.

Caso studio: applicazione in ambito residenziale

Un ulteriore caso esemplificativo dell'approccio flessibile di i-TES riguarda lo sviluppo di una soluzione personalizzata per un'applicazione residenziale. Questo esempio illustra la capacità dell'azienda di adattare la propria tecnologia alle specifiche esigenze impiantistiche del cliente, progettando sistemi su misura con precise caratteristiche termiche.

La commessa prevedeva la realizzazione di una batteria termica ottimizzata per sfruttare sia il calore sensibile che quello latente di 144 kg di materiale PCM organico con temperatura di fusione di 60°C. In

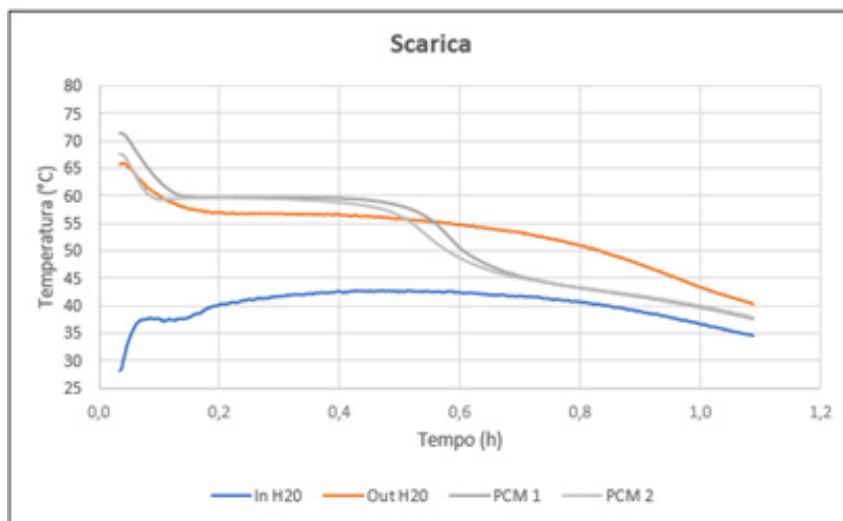
base ai parametri di progetto, la capacità termica teorica del sistema è stata calcolata in 8,5 kWh.

I test prestazionali condotti sul dispositivo hanno fornito risultati ottimali, in quanto l'energia accumulata ha raggiunto valori equivalenti a quelli dell'energia teorica calcolata. Si riporta di seguito il grafico rappresentativo della fase di scarica.

Nel grafico rappresentativo della fase di scarica, la curva blu illustra l'ingresso dell'acqua, con valori compresi mediamente nell'intervallo tra 30°C e 45°C; la curva arancione rappresenta la temperatura dell'acqua in uscita dall'accumulatore, mentre le curve grigie indicano la temperatura rilevata da due sonde immerse nel PCM.

Nel primo tratto della curva arancione, le temperature risultano influenzate dalla quota di capacità sensibile, fino al raggiungimento di un plateau al livello corrispondente alla transizione di fase del PCM. Per circa il 70% del tempo necessario per completare la scarica di calore latente, la temperatura dell'acqua in uscita si mantiene in un intervallo ristretto compreso tra 55°C e 58°C.

Il grafico evidenzia chiaramente uno dei principali vantaggi operati-



vi degli accumulatori termici a PCM: l'eccellente capacità di termoregolazione. Tale proprietà risulta particolarmente rilevante in applicazioni dove la stabilità termica costituisce un requisito fondamentale, come nei sistemi di produzione di acqua calda sanitaria, dove è necessario garantire una temperatura di erogazione costante e superiore a determinate soglie minime per ragioni di comfort e sicurezza.

Versatilità e applicazioni future delle batterie termiche i-TES

La tecnologia delle batterie termiche a PCM sviluppata da i-TES dimostra una notevole versatilità applicativa, estendendosi dal residenziale all'industriale fino al contesto multiutility. Il loro impiego nelle cabine ReMi per la depressurizzazione del metano rappresenta un'applicazione significativa: sostituendo le tradizionali caldaie con pompe di calore a gas, è possibile accumulare energia termica nelle batterie per rilasciarla quando le condizioni esterne, come le basse

temperature, compromettono le performance della pompa di calore stessa, prevenendo così il rischio di congelamento causato dalla riduzione di pressione del gas.

Negli stabilimenti produttivi, queste batterie consentono il recupero del calore di scarto, evidenziando il potenziale di questa soluzione in impianti dove vi è la possibilità di stoccare energia in quantità dell'ordine delle centinaia di kWh. Non citata, la possibilità di inserire le batterie a valle di sorgenti di calore diverse, ottenendo la funzione di "punti di snodo" ed aggiungendo, di conseguenza, un elemento di flessibilità all'impianto.

Con installazioni già operative per circa 1 MWh complessivo e la capacità di adattarsi a specifiche esigenze progettuali, le batterie termiche i-TES possono rappresentare una risposta concreta alle sfide della transizione energetica nell'ambito delle trasformazioni Power to Heat in alternativa agli accumuli elettrici, offrendo significativi vantaggi in termini di efficienza, flessibilità, costi operativi e sostenibilità ambientale.

Scegli i moduli 3SUN B60 LE e accedi al credito di imposta previsto dal “Piano Transizione 5.0”

CLASSE

A

Registro ENEA

Con il piano Transizione 5.0:

Fruisci del **30%**

di maggiorazione del credito d'imposta
dell'impianto fotovoltaico

Risparmi fino al **58% sull'investimento***

al netto del credito d'imposta maturato

*si considera un credito d'imposta dettato
dall'intervento trainante del 45%

Rientri dell'investimento in **meno di due anni***

per impianti finanziati, considerando
il rientro del credito d'imposta in un anno

*finanziamento pari al 70% del capitale

Si ricorda che per accedere ai crediti d'imposta del piano Transizione 5.0 è necessario concludere positivamente un intervento di efficientamento energetico e che le maggiorazioni sono da applicare solo alla parte di progetto relativa all'impianto fotovoltaico.

3SUN