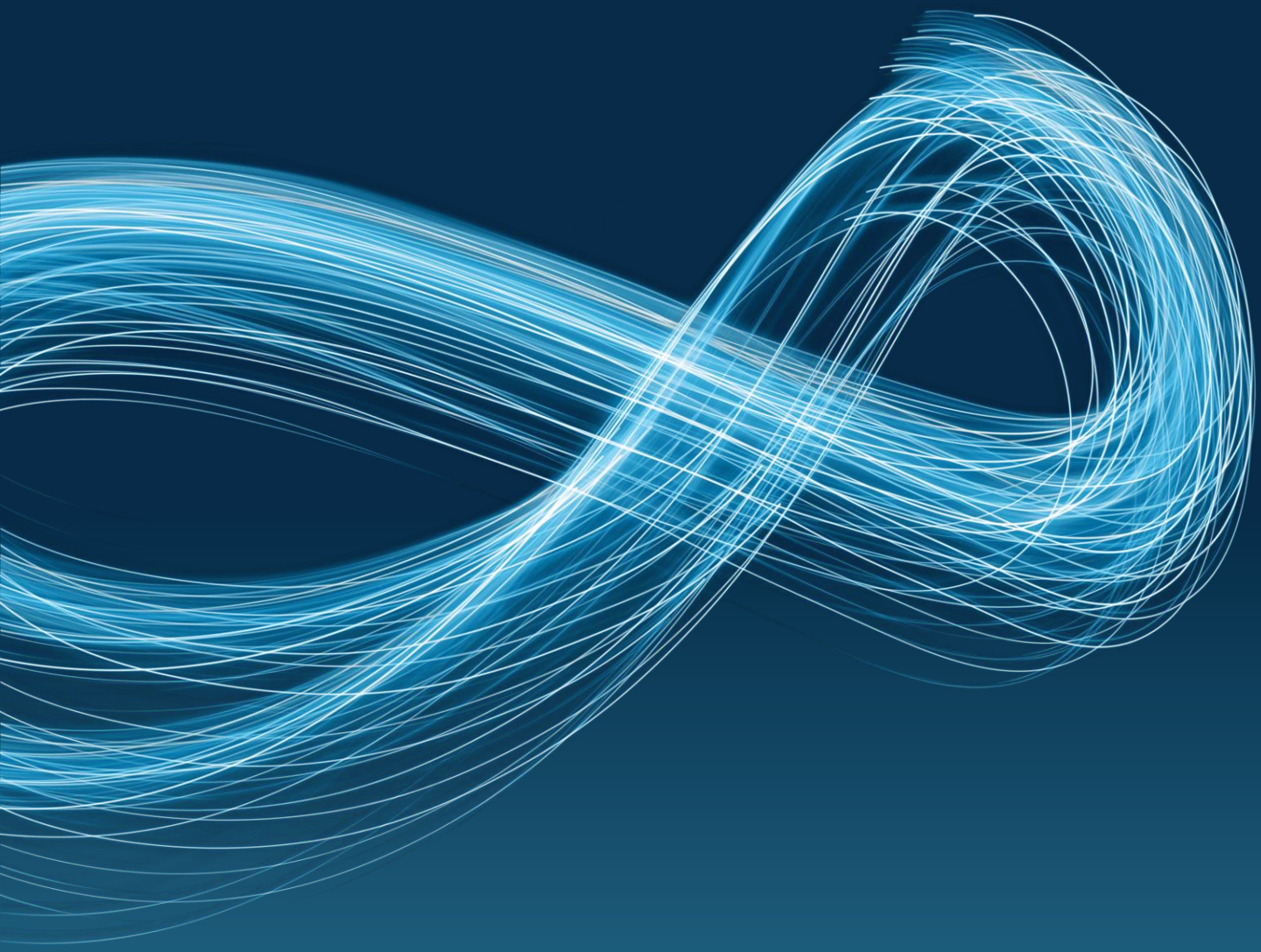
70 CESI
1956 -2026
Inspired with innovation



Battery Storage:

l'anello mancante della transizione energetica



Battery Storage: l’anello mancante della transizione energetica

Per anni i sistemi di accumulo elettrochimico (Battery Energy Storage Systems, BESS) sono stati considerati principalmente una tecnologia di supporto alle energie rinnovabili. La loro funzione appariva semplice: assorbire l’elettricità in eccesso quando la produzione superava la domanda e restituirla alla rete quando necessario.

Oggi, però, questa visione non è più sufficiente.

Con l’aumento della quota di generazione da fonti rinnovabili, i sistemi di accumulo stanno evolvendo in una vera e propria infrastruttura strategica, collocata all’intersezione tra produzione, reti e consumi. La domanda non è più se lo storage sarà necessario, ma in che modo accumulo e rete possano collaborare per garantire affidabilità, adeguatezza e flessibilità a un sistema elettrico sempre più complesso.

La portata di questa trasformazione è già evidente. Secondo l’Agenzia Internazionale dell’Energia (IEA), nel 2025 le nuove installazioni di sistemi di accumulo a batterie hanno raggiunto i 108 GW a livello globale, con una crescita di circa il 40% rispetto all’anno precedente. La capacità complessiva installata nel mondo risulta oggi circa undici volte superiore rispetto al 2021. Un dato particolarmente significativo è che circa l’80% delle nuove installazioni riguarda progetti utility-scale, a conferma del ruolo sempre più centrale dello storage come infrastruttura critica per il sistema elettrico e non più come tecnologia di nicchia.

L’esperienza maturata da CESI negli studi di rete, nella pianificazione di sistema e nel testing delle batterie dimostra come l’integrazione tra accumulo e reti rappresenti una delle sfide decisive della transizione energetica.

La doppia sfida: adeguatezza e flessibilità

La rapida crescita della generazione eolica e fotovoltaica sta trasformando radicalmente il funzionamento dei sistemi elettrici. Mentre la capacità rinnovabile continua ad aumentare, la generazione termoelettrica convenzionale è destinata a ridursi progressivamente. Sebbene questa evoluzione sia essenziale per la decarbonizzazione, introduce una sfida strutturale: la disponibilità delle fonti rinnovabili non coincide sempre con i momenti di maggiore domanda elettrica.

In Italia, le analisi di CESI basate sullo scenario Policy del PNIEC elaborato da Terna e Snam indicano che entro il 2030 la capacità installata da fonti solari ed eoliche potrebbe aumentare di circa 50 GW rispetto ai livelli del 2025, mentre la capacità termoelettrica disponibile potrebbe diminuire di circa 12 GW.

Il punto critico è che la capacità rinnovabile installata non può essere considerata integralmente disponibile nei periodi di picco della domanda. Per questo sarà necessario combinare diverse risorse, tra cui accumulo, generazione flessibile, partecipazione attiva della domanda e sviluppo delle infrastrutture di rete.

In questo contesto, i sistemi di accumulo a batteria, insieme ad altre risorse di flessibilità come il pompaggio idroelettrico, il *demand response* e i consumi flessibili, assumono un valore crescente. Grazie alla capacità di spostare energia nel tempo e di reagire in pochi secondi alle variazioni delle condizioni di rete, i BESS possono colmare il divario tra produzione intermittente e domanda, contribuendo al mantenimento dell'affidabilità del sistema.





Oltre l’accumulo: una risorsa di rete

I moderni impianti di accumulo utility-scale sono molto più di un insieme di batterie. Integrano convertitori di potenza, trasformatori, sistemi di gestione delle batterie (BMS), piattaforme di energy management, sistemi di raffreddamento, dispositivi antincendio, infrastrutture di comunicazione e avanzate tecnologie di controllo.

Il loro ruolo va ben oltre il semplice accumulo di energia.

Oggi i sistemi di storage forniscono servizi fondamentali quali regolazione della frequenza, controllo della tensione, *peak shaving*, gestione delle congestioni, integrazione delle fonti rinnovabili, adeguatezza delle risorse e un numero crescente di servizi ancillari. La rapidità di risposta li rende particolarmente efficaci nel garantire la flessibilità di breve termine e la stabilità della rete in sistemi sempre più caratterizzati da risorse basate su inverter.

Anche a livello delle reti di distribuzione, le utility stanno valutando l’impiego dello storage per rinviare o ottimizzare investimenti di rinforzo della rete, aumentare la capacità di connessione delle rinnovabili, ridurre i sovraccarichi dei trasformatori, mitigare le deviazioni di tensione e gestire i picchi di domanda associati all’elettrificazione e alla diffusione della mobilità elettrica.

Il valore di un sistema BESS, quindi, non dipende soltanto dalla capacità installata, ma anche dalla sua localizzazione, dal modo in cui è connesso alla rete e dalle modalità operative adottate all’interno del sistema elettrico. Accumulo e reti stanno diventando componenti inseparabili di un unico ecosistema infrastrutturale.

Perché l’integrazione è fondamentale

La crescente diffusione dello storage sta creando una nuova realtà per operatori di rete, sviluppatori e decisori politici. Accumulo e trasmissione non possono più essere pianificati separatamente, un principio che trova sempre maggiore applicazione nelle strategie di sviluppo delle reti in Europa e in Italia.

L’efficacia dello storage dipende infatti in misura determinante dal contesto di rete in cui è inserito. Una batteria installata nell’area sbagliata può offrire benefici limitati, anche se tecnicamente adeguata. Al contrario, uno storage posizionato strategicamente può alleviare le congestioni, rinviare investimenti infrastrutturali onerosi, facilitare l’integrazione delle rinnovabili e rafforzare la resilienza operativa del sistema.

Questa evoluzione sta determinando un cambiamento di paradigma: lo storage non è più visto come un asset energetico indipendente, ma come una risorsa essenziale per la rete.

L’importanza di questa integrazione emerge chiaramente dalle prospettive italiane. Secondo lo scenario Terna-Snam 2026, entro il 2030 il Paese potrebbe necessitare di circa 130 GWh di capacità di accumulo energetico. Per raggiungere gli obiettivi al 2030 saranno necessari circa 50 GWh di nuova capacità utility-scale, di cui circa 24 GWh aggiuntivi rispetto a quelli già pianificati nell’ambito del meccanismo MACSE.

Lo sviluppo progettuale conferma l’interesse del mercato. Le analisi di CESI mostrano che ad agosto 2026 in Italia erano state presentate circa 3.500 richieste di connessione alla rete per progetti BESS e quasi 6.000 richieste relative a nuovi impianti da fonti rinnovabili. Non tutti questi progetti vedranno la luce, evidenziando l’importanza di una rigorosa valutazione tecnica ed economica fin dalle prime fasi di pianificazione.

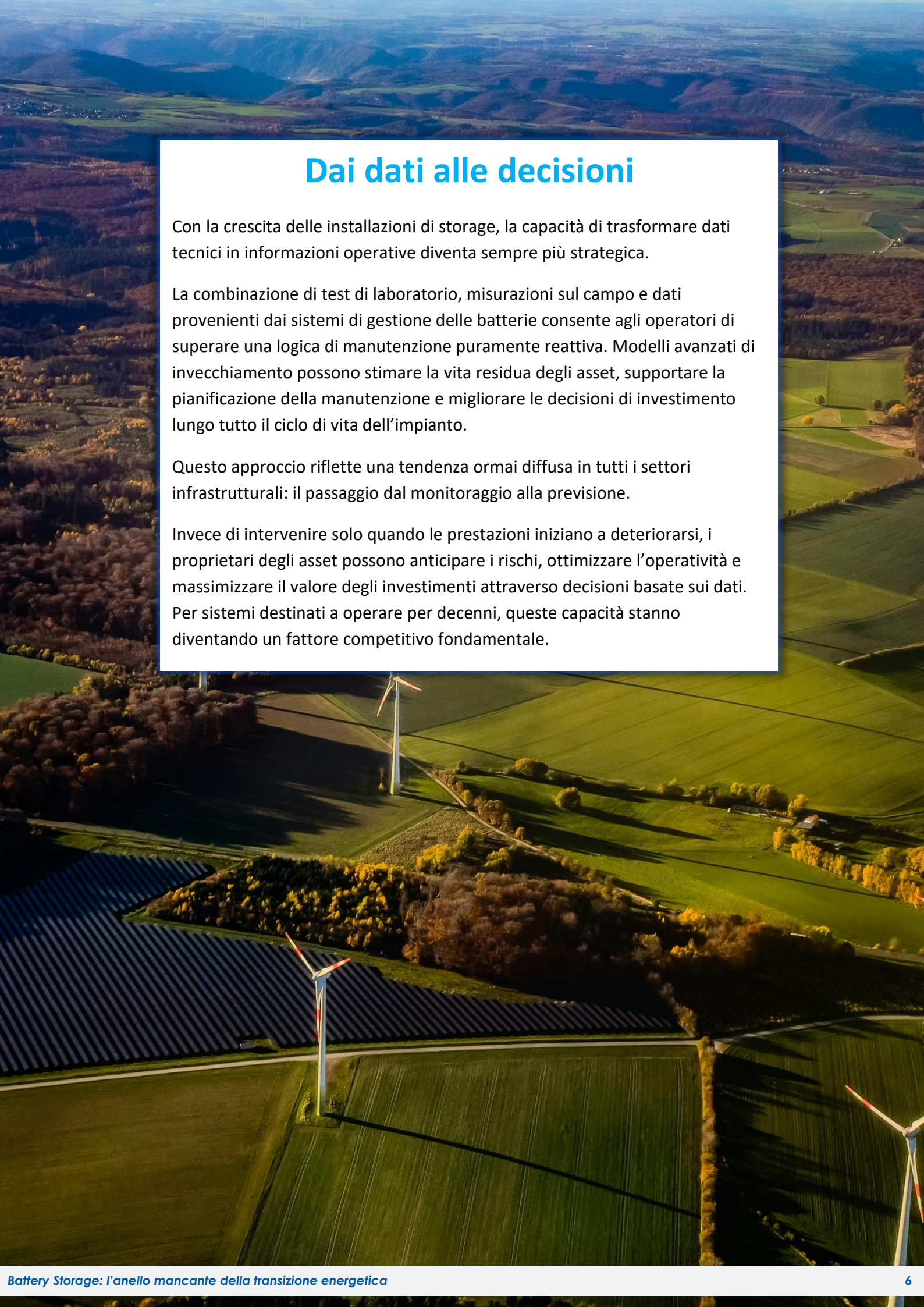


La fiducia nasce prima della messa in esercizio

Il successo di un progetto di accumulo non dipende esclusivamente dalla scelta delle apparecchiature. Prima della messa in servizio sono indispensabili studi approfonditi di integrazione in rete per valutare gli impatti sul sistema, la qualità dell'energia, le prestazioni armoniche, il coordinamento dell'isolamento, le sovratensioni temporanee e le capacità di *ride-through*. I modelli di simulazione EMT (*Electromagnetic Transient*) sono sempre più utilizzati per analizzare il comportamento degli inverter e dei sistemi di controllo, identificando possibili interazioni tra gli impianti di accumulo e le infrastrutture di rete circostanti.

CESI supporta regolarmente queste attività attraverso studi di sistema e simulazioni avanzate finalizzati all'individuazione preventiva dei rischi operativi. Tuttavia, l'affidabilità dei modelli dipende dalla qualità dei dati utilizzati per svilupparli. Per questo il testing indipendente assume un ruolo cruciale durante l'intero ciclo di vita del progetto.

Presso i laboratori KEMA Labs, la ricerca sulle batterie si integra con competenze multidisciplinari che comprendono prove su batterie, test di compatibilità elettromagnetica (EMC), *Accelerated Life Testing* (ALT), validazione dei controllori di impianto e verifiche delle comunicazioni secondo lo standard IEC 61850. Questo approccio consente di comprendere in profondità le interazioni tra batterie, elettronica di potenza, sistemi di controllo e infrastrutture di comunicazione all'interno delle più complesse architetture BESS. Le prove di laboratorio permettono di replicare condizioni operative reali, comprese fasi di carica e scarica, temperature estreme, esposizione all'umidità e scenari di invecchiamento accelerato. Tali attività forniscono informazioni preziose sull'affidabilità delle batterie, sui meccanismi di degradazione, sulla sicurezza operativa e sulla vita utile attesa. Recenti studi sulle batterie al litio-ferro-fosfato (LFP) hanno dimostrato come campagne di invecchiamento controllato possano supportare lo sviluppo di modelli termici e semi-empirici in grado di prevedere la perdita di capacità, lo stato di salute della batteria (State of Health, SoH) e la sua durata effettiva in condizioni operative reali. I risultati indicano temperatura e stato di carica tra i principali fattori responsabili del degrado nel lungo periodo.



Dai dati alle decisioni

Con la crescita delle installazioni di storage, la capacità di trasformare dati tecnici in informazioni operative diventa sempre più strategica.

La combinazione di test di laboratorio, misurazioni sul campo e dati provenienti dai sistemi di gestione delle batterie consente agli operatori di superare una logica di manutenzione puramente reattiva. Modelli avanzati di invecchiamento possono stimare la vita residua degli asset, supportare la pianificazione della manutenzione e migliorare le decisioni di investimento lungo tutto il ciclo di vita dell'impianto.

Questo approccio riflette una tendenza ormai diffusa in tutti i settori infrastrutturali: il passaggio dal monitoraggio alla previsione.

Invece di intervenire solo quando le prestazioni iniziano a deteriorarsi, i proprietari degli asset possono anticipare i rischi, ottimizzare l'operatività e massimizzare il valore degli investimenti attraverso decisioni basate sui dati. Per sistemi destinati a operare per decenni, queste capacità stanno diventando un fattore competitivo fondamentale.

La strada da percorrere

I BESS si stanno rapidamente affermando come una delle tecnologie fondanti del sistema elettrico moderno. Tuttavia, il suo successo non sarà determinato semplicemente dal numero di gigawattora installati.

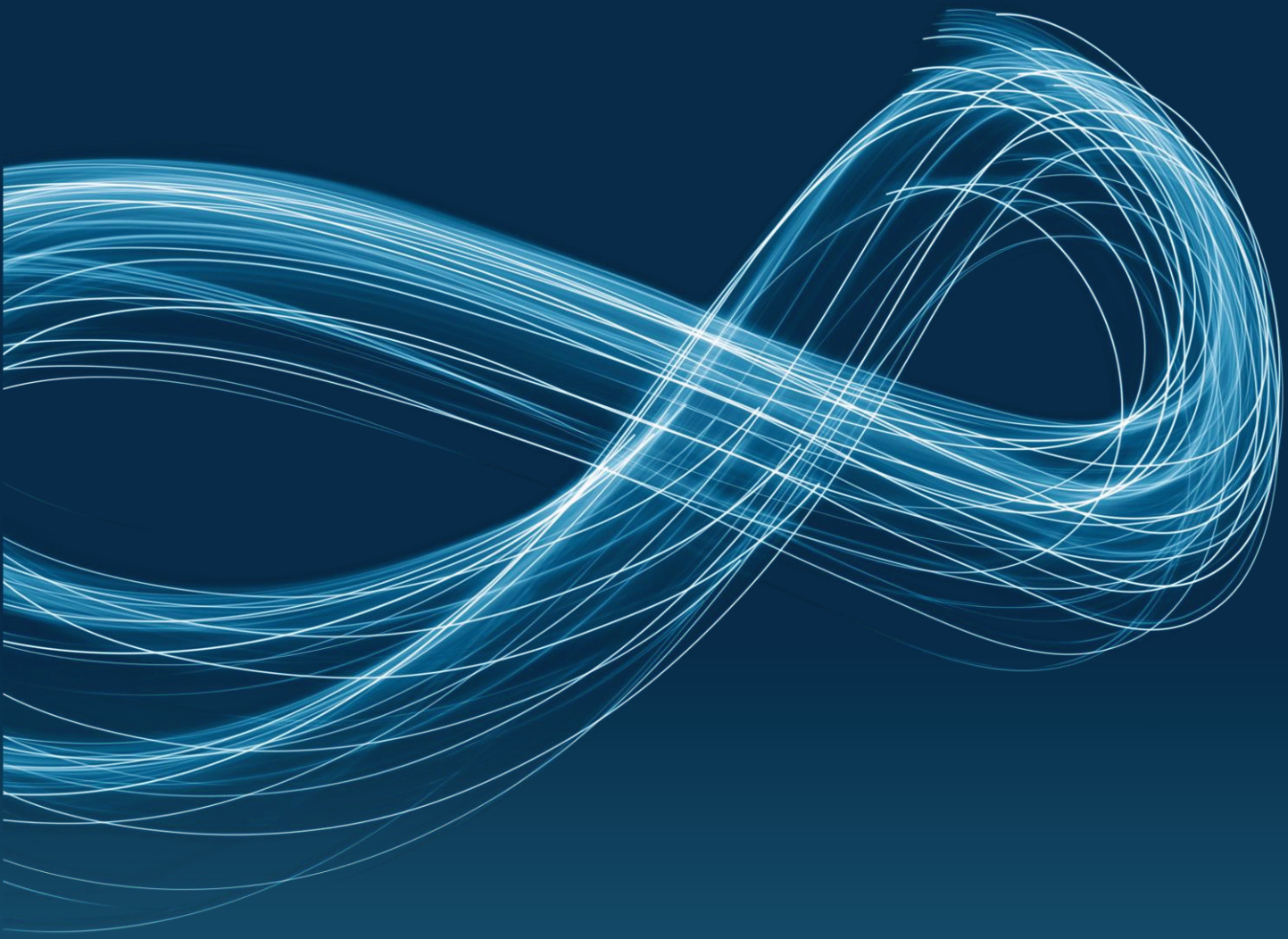
La vera sfida riguarda la capacità di orchestrare in modo efficace batterie, reti, generazione rinnovabile e sistemi digitali di controllo, affinché operino come un insieme integrato. La crescita delle fonti rinnovabili, l'accelerazione dell'elettrificazione e l'emergere di nuovi grandi carichi, come i data center, stanno ridisegnando la domanda di energia, imponendo requisiti di flessibilità senza precedenti.

In questo scenario, accumulo e reti devono essere pianificati, testati e gestiti congiuntamente.

Per sviluppatori, utility e investitori ciò significa validare i modelli fin dalle fasi iniziali, affiancarli a test indipendenti, condurre studi di rete rigorosi e mantenere una supervisione tecnica costante dalla fase di approvvigionamento fino all'esercizio dell'impianto.

Lo storage non significa più soltanto immagazzinare energia. Significa sempre di più creare il collegamento tra generazione rinnovabile, domanda elettrica e infrastrutture di rete, dando vita a un sistema energetico resiliente, affidabile e flessibile, capace di sostenere la prossima fase della transizione energetica.





70 CESI
1956 -2026
Inspired with innovation

www.cesi.it