

# **MATERIE PRIME CRITICHE**

## **collo di bottiglia nello sviluppo del settore delle batterie**

*Omar Perego (RSE)*



**Workshop organizzato da CNR-ITAE**

**“La Ricerca di Sistema (RdS): confronto sulle attività di ricerca delle tecnologie di accumulo”**

1-3 Ottobre 2024

Comune di Malfa – Salina - Isole Eolie (ME)

# **Il mercato delle batterie litio ione**

ASPETTI ECONOMICI E DI MERCATO

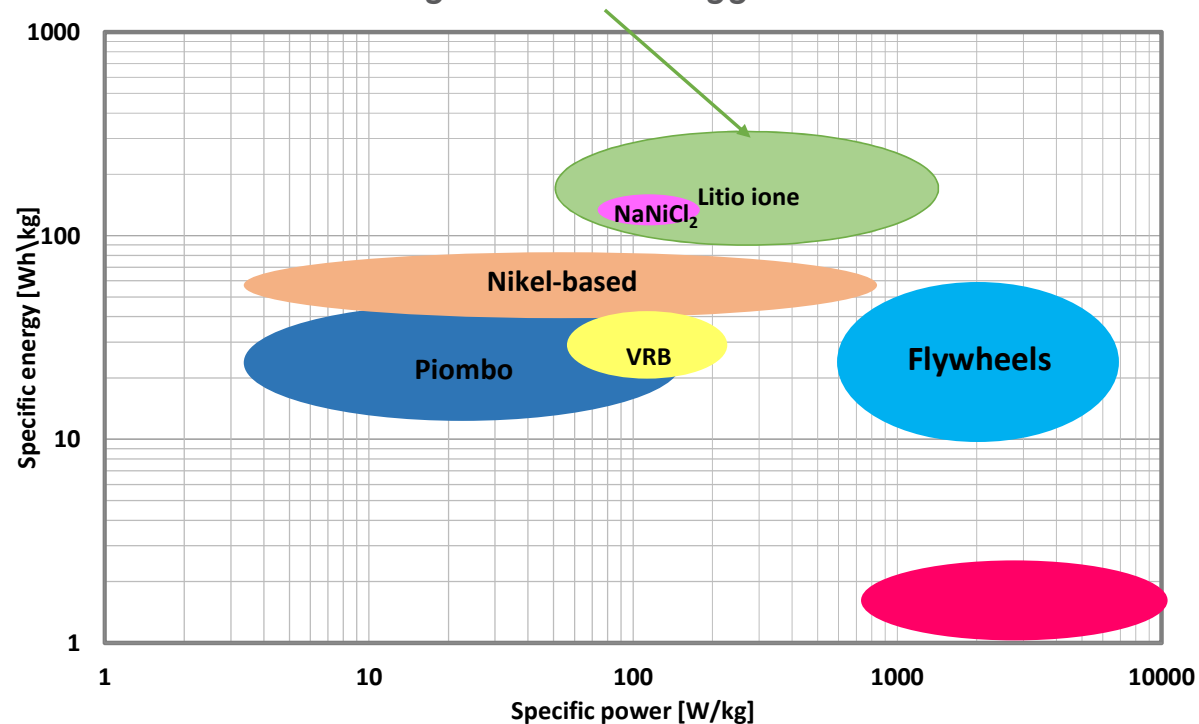
# BATTERIE LITIO IONE: CARATTERISTICHE

DIFFERENTI CHIMICHE (NMC, NCA, LFP, LTO, LCO, ...)



- ✓ Buona densità di energia ( $\approx 250$  Wh/kg)
- ✓ Alta Potenza specifica ( $> 1000$  W/kg)
- ✓ Alta efficienza energetica (85 ÷ 98 %)
- ✓ Lunga vita attesa ( $> 5.000$  cicli equivalenti = almeno 15 anni)
- ✓ Modulari e con prestazioni flessibili (E/P 0,25 ÷ 8 hours)
- ✓ Tempo di risposta molto rapido
- ✗ Presenza di materie prime critiche
- ✗ Bassa sicurezza intrinseca
- ✗ Costo alto

*Litio-ione: tecnologia dominante oggi e nel medio termine*

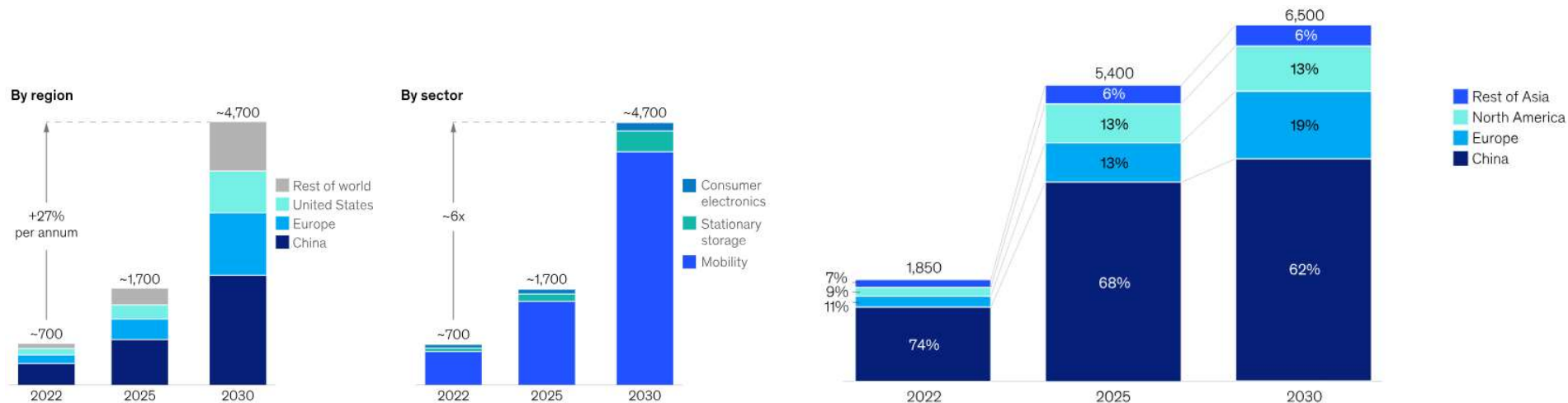


# MERCATO DELLE BATTERIE DOMINATO DAL LITIO

## DOMANDA ANNUALE DI BATTERIE A IONI LITIO E PRODUZIONE ATTUALE



La tecnologia di **celle a ioni litio** dovrebbe soddisfare la domanda mondiale di batterie attuale e futura nei vari settori di mercato.



Evoluzione della domanda annuale mondiale di batterie a ioni litio (GWh) per regione e settore (fonte: McKinsey - Battery 2030: Resilient, sustainable, and circular, 2023).

Evoluzione della produzione annuale mondiale di celle a ioni litio (GWh/y) per regione, calcolata sulla base delle dichiarazioni dei produttori (fonte: McKinsey - Battery 2030: Resilient, sustainable, and circular, 2023).

# EUROPEAN BATTERY ALLIANCE (EBA)

CASE AUTOMOBILISTICHE EUROPEE PERDONO IL VANTAGGIO COMPETITIVO



**EBA** lanciata nel **2017** dalla EC per sviluppare in Europa il settore delle batterie, rendendolo competitivo rispetto alla **concorrenza asiatica e americana**.

Potenziare la capacità produttiva di batterie Li-ion (**Giga Factory**) per mobilità e applicazioni stazionarie.

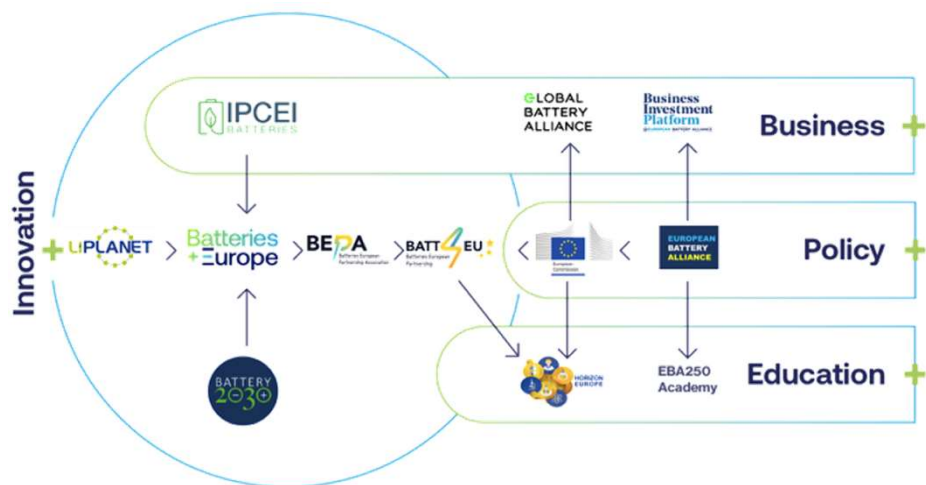


Con EBA sono nate o hanno ripreso vigore diverse **iniziative nazionali, europee e internazionali** sulle batterie

# GIGA-FACTORY in EUROPA

FABBRICHE DI BATTERIE A IONI LITIO

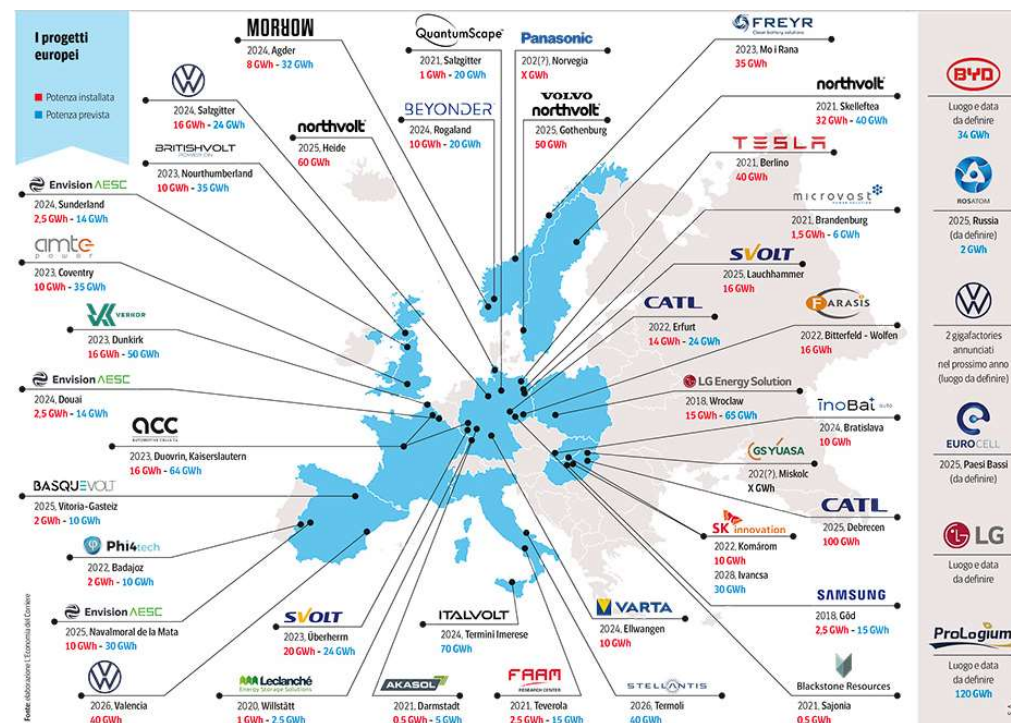
EBA (2017) ha avviato diverse iniziative europee per creare un ecosistema di innovazione tecnologica e realizzare **Giga-factory** per celle a ioni litio. Innovazione sull'intera value chain.



Ecosistema europeo delle iniziative di ricerca e innovazione legate al settore delle batterie (fonte: BatterieRIES Europe, 2023)



## Da 0 GWh (2017) a oltre 1000 GWh di capacità (2023\*)



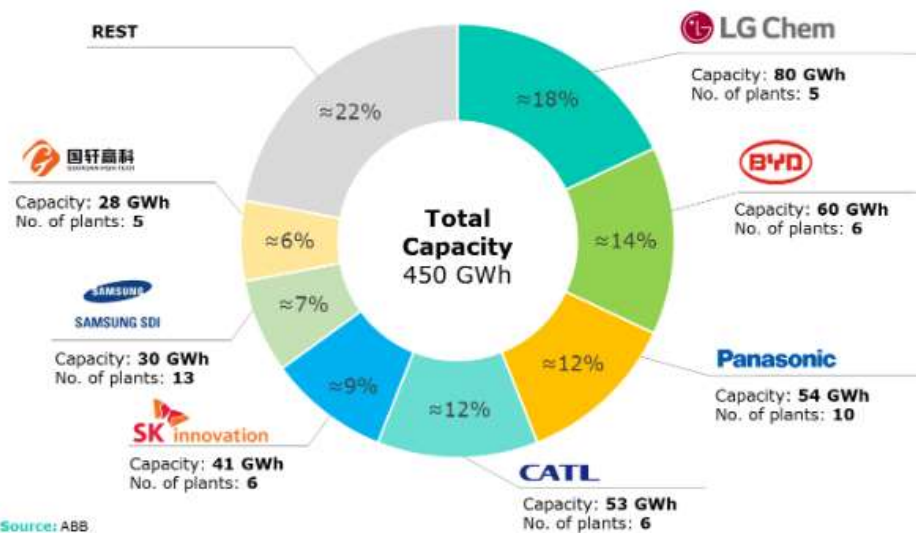
Giga-factory in Europa (fonte: Corriere - Batterie, la corsa europea alle gigafactory - inserto L'Economia, 22 marzo 2023)

# GIGA-FACTORY nel MONDO

LEADER DEL MERCATO DELLE BATTERIE E DELLE AUTO ELETTRICHE SONO IN ASIA



Mentre in Europa si è iniziato a costruire **Giga-factory**, nel Mondo la produzione è in corso da diversi anni. Le batterie (e le auto elettriche) arrivano in Europa dagli USA (es. Tesla) o dall'Asia (es. LG, BYD, CATL)



Big-player nel Mondo (fonte: CIC energiGUNE, 2020)



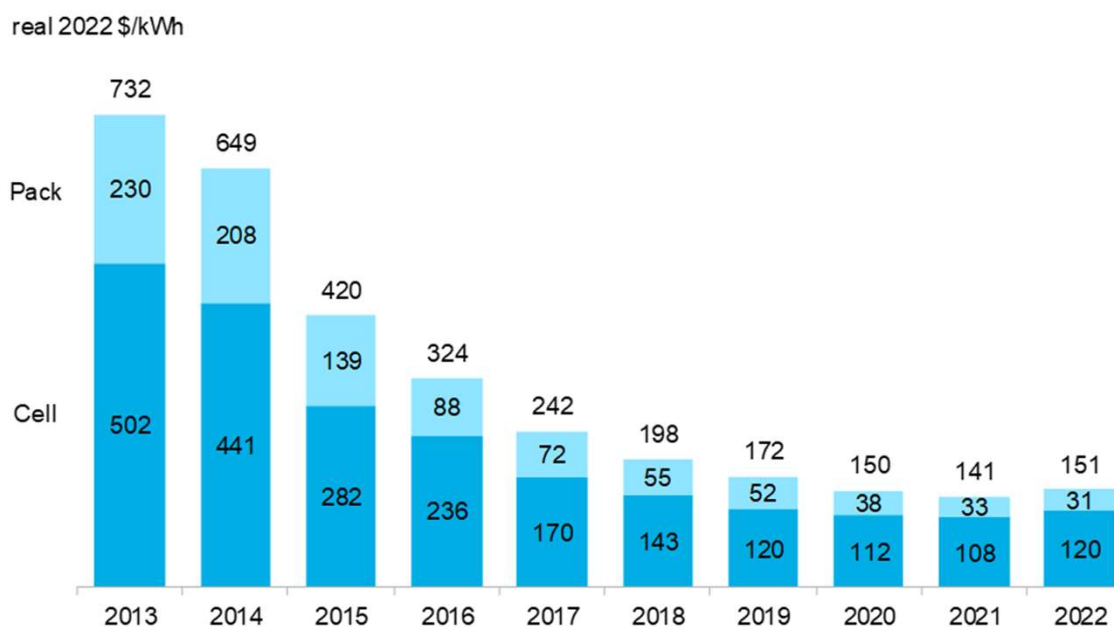
Giga-factory nel Mondo (fonte: CIC energiGUNE, 2020)

# BATTERIE LITIO IONE

## EVOLUZIONE DEL COSTO



Suddivisione del costo medio tra pacco batteria e cella (2013-2022)



Source: BloombergNEF. All values in real 2022 dollars. Weighted average survey value includes 178 data points from passenger cars, buses, commercial vehicles and stationary storage.

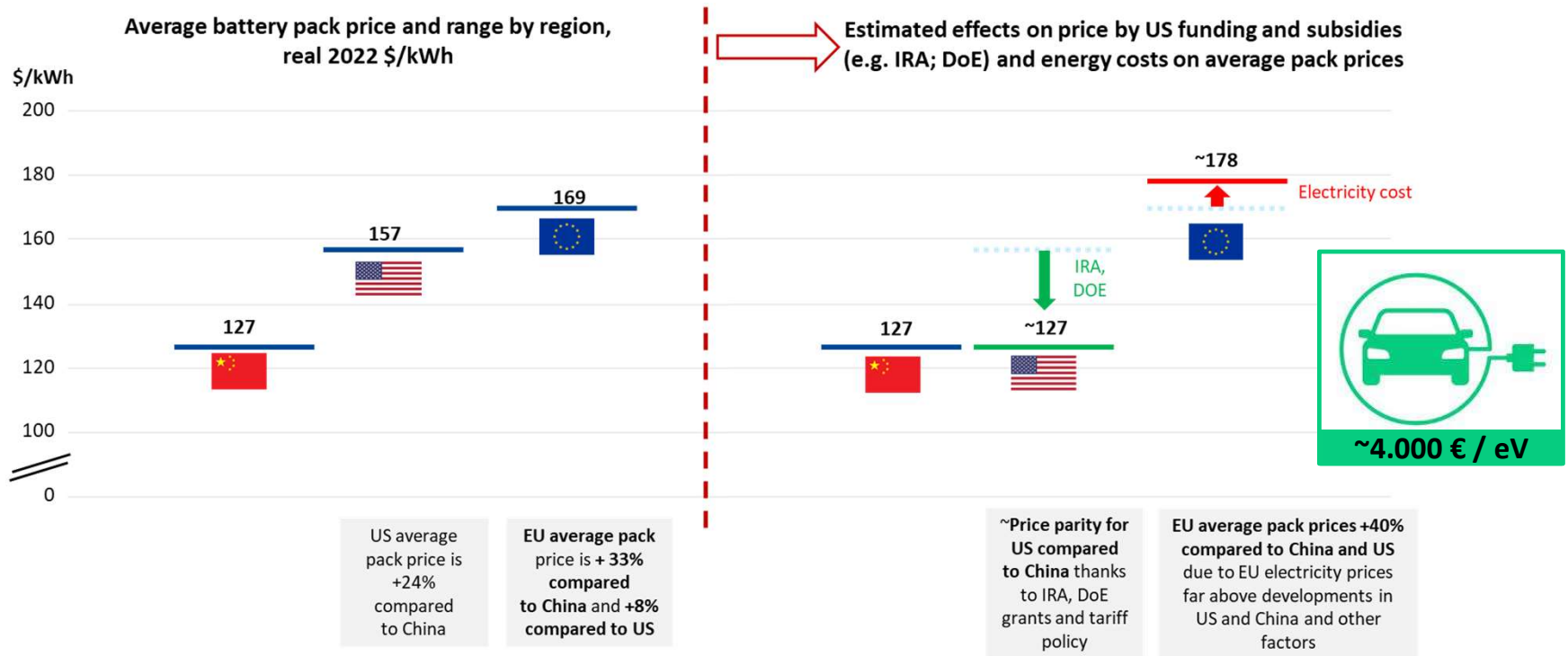


# BATTERIE LITIO IONE

## COMPETITIVITÀ SUL MERCATO DELLE BATTERIE EUROPEE



### Pacchi batteria delle auto elettriche



(Fonte BEPA)

La Ricerca di Sistema (RdS): confronto sulle attività di ricerca delle tecnologie di accumulo  
1-3 Ottobre 2024 – Comune di Malfa – Salina – Isole Eolie (ME)

# **MATERIE PRIME CRITICHE**

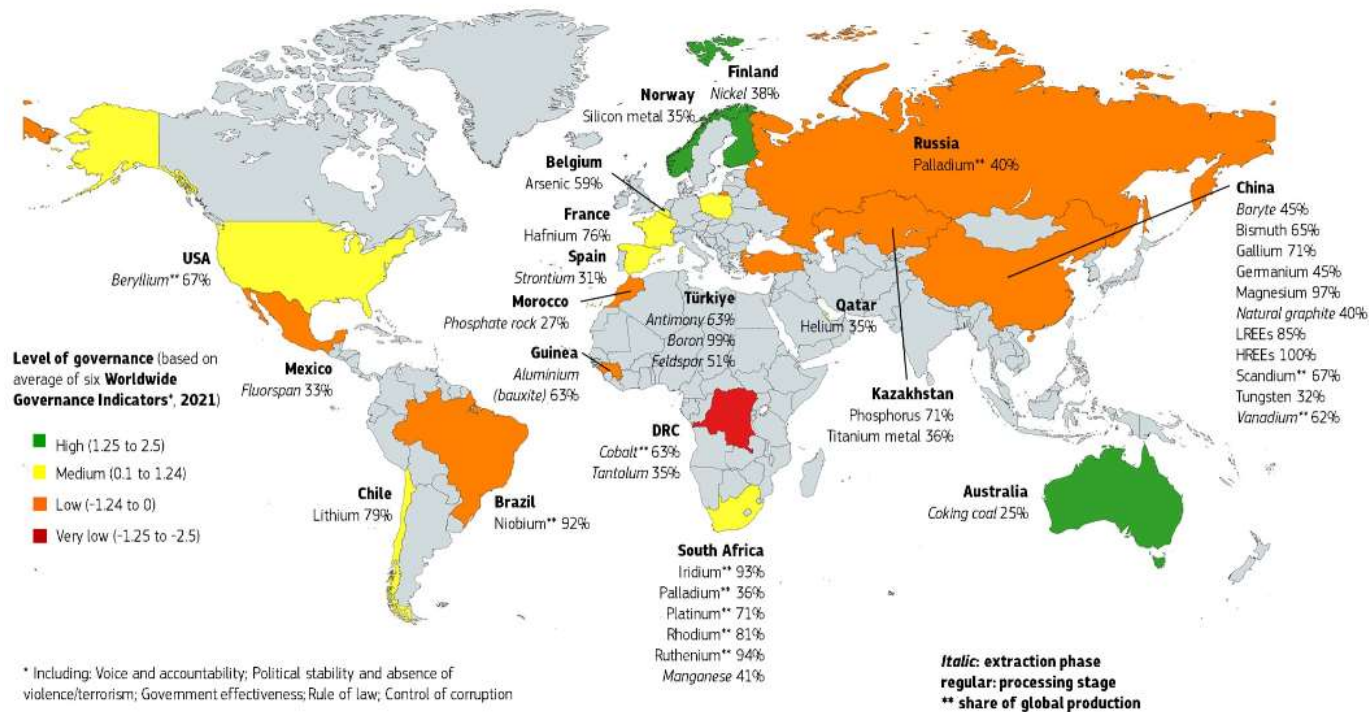
SOLUZIONI PER AFFRONTARE LA CRITICITÀ

# PERCHÉ QUESTA DIFFERENZA DI PREZZO?

## MATERIE PRIME CRITICHE



Major EU suppliers of CRMs (2023) and their level of governance



\* Including: Voice and accountability; Political stability and absence of violence/terrorism; Government effectiveness; Rule of law; Control of corruption

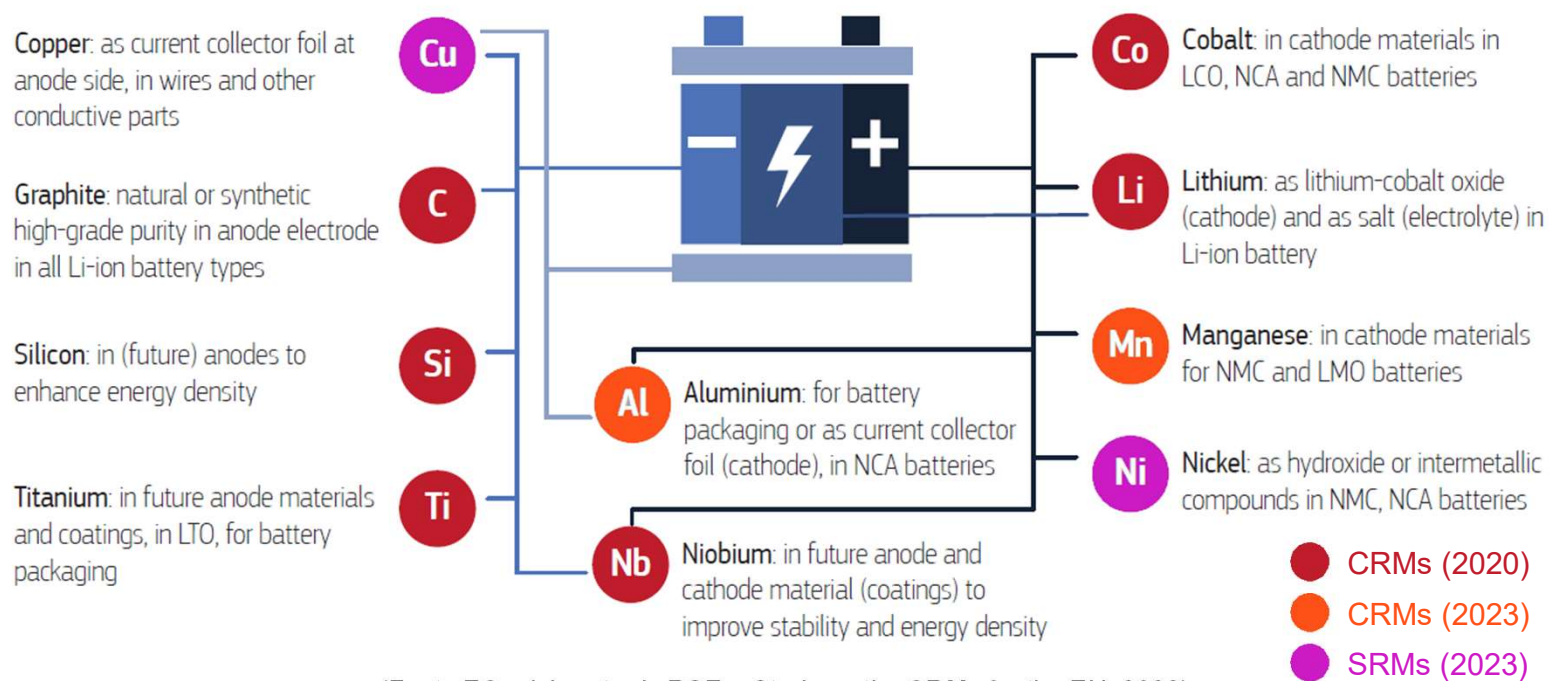
(Fonte RMIS – Raw Materials Information System)

# LITIO E MATERIE PRIME CRITICHE (CRM)

## LA CHIMICA DEL LITIO



I materiali rappresentano il 60-70% del costo della batteria. Le batterie più performanti, attualmente in commercio, sono costituite da **materiali critici e strategici**, definiti secondo gli indicatori **supply risk** ed **economic importance**.




(Fonte EC, elaborata da RSE – Study on the CRMs for the EU, 2023)

# TRANSIZIONE ENERGETICA DIFFICILE


I CRM SONO IN TUTTE LE TECNOLOGIE DI TRANSIZIONE



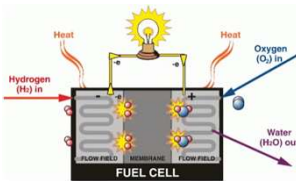
## Tecnologie attuali e future



CRM in **PV**: **B, Ge, Si, Ga, In**  
(semiconduttori e dopanti)



CRM in **Batterie**: **C, Li, Nb, Co, Si, Ti**  
(materiali anodo e catodo)



CRM in **Fuel Cell**: **Pt, C, Sr, Ti, Co, Pb**  
(materiali anodo, catodo e catalizzatori)



CRM in **motore elettrico**: **B, D, Nd, Pr, Si** (componenti elettronici, materiali magneti permanenti)



CRM in **elettrolizzatore**: **Ir, La, Sc, Y, Zr**  
(materiali per elettrodi e membrane)



CRM in **componenti elettrici**: **Cu, Si**  
(materiali per componenti elettrici ed elettronici)

Le tecnologie abilitanti la transizione energetica sono tutte soggette a una **dipendenza dai CRM** (lo sarà anche il nucleare), **come il gas** (e il **petrolio**) costituiscono elementi di dipendenza per le tecnologie termoelettriche tradizionali.

«**Crisi di Materie Prime**» sarà la nuova crisi, grande al pari della recente «**crisi del gas**».

# CRITICAL RAW MATERIAL ACT

## OBIETTIVI AMBIZIOSI

Il **CRM Act** è stato emesso a fine 2023 e definisce azioni prioritarie entro il 2030:

- **almeno il 10%** delle materie prime critiche consumate nell'UE dovrà essere estratto da **miniere europee**. Attualmente, siamo al 3%
- **almeno il 40%** delle materie prime critiche consumate nell'UE dovrà essere **lavorato (raffinato) in Europa**
- **almeno il 15%** delle materie prime critiche consumate nell'UE dovrà arrivare da attività di **recupero e riciclo**
- **Non più del 65%** del consumo annuo dell'EU di ciascuna materia prima strategica in qualsiasi fase della trasformazione **da un singolo paese terzo**

Creare canali di approvvigionamento sostenibile (sicuro e resiliente) di CRM per l'EU, diversificando, stringendo accordi strategici, mitigando i rischi, investendo in ricerca e innovazione, promuovendo la circolarità.



# BATTERY REGULATION – RICICLO

## BATTERIE PIÙ SOSTENIBILI IN OTTICA DI ECONOMIA CIRCOLARE



Il nuovo **Regolamento europeo sulle batterie** è stato emesso a metà 2023, propone una prospettiva di «**life cycle**» e stabilisce requisiti di fine vita (**end-of-life**), inclusi obiettivi e obblighi di **raccolta, recupero di materiali e responsabilità estesa del produttore**.

- obiettivi **per i produttori** di raccolta dei rifiuti di batterie portatili (63% entro fine 2027 e 73% entro fine 2030)
- obiettivi specifici per i rifiuti di batterie per **mezzi di trasporto leggeri** (51% entro fine 2030 e 61% entro fine 2031)
- obiettivo per il **recupero del litio** dalle batterie usate (50% entro fine 2027 e 80% entro fine 2031)
- target di **efficienza del riciclaggio** entro fine 2025 (85% per batterie nichel-cadmio e 50% per le altre batterie usate)
- livelli **minimi obbligatori di contenuto riciclato** validi per tutti i tipi di batterie (entro fine 2025, 16% cobalto, 85% piombo, 6% litio e 6% nichel) con **documentazione attestante** il contenuto riciclato
- entro il 2027 le **batterie portatili** integrate negli apparecchi debbano essere rimovibili e **sostituibili dall'utente finale**, lasciando tempo sufficiente agli operatori per adattare la progettazione dei propri prodotti a questo requisito



# BATTERY REGULATION – SICUREZZA e LABELLING

BATTERIE PIÙ SICURE E INFORMAZIONI RESE FACILMENTE DISPONIBILI



Le nuove norme mirano a migliorare il **funzionamento del mercato interno delle batterie**, garantendo concorrenza più equa grazie ai **requisiti di sicurezza, sostenibilità ed etichettatura**.

- Le batterie circolanti sul mercato dovranno rispettare **criteri di prestazione, durata e sicurezza**, rigide **restrizioni per sostanze pericolose** come mercurio, cadmio e piombo e **informazioni obbligatorie sull'impronta di carbonio**

Il regolamento introduce requisiti di **etichettatura e informazione**, tra le altre cose sui **componenti della batteria** e sul **contenuto riciclato**

Introduce un passaporto elettronico della batteria (**BATTERY PASSPORT**), entro il 2026, e un **codice QR**, entro il 2027.



(Fonte: German Bundestag Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action)



# BATTERY REGULATION – RICICLO vs. RIUSO

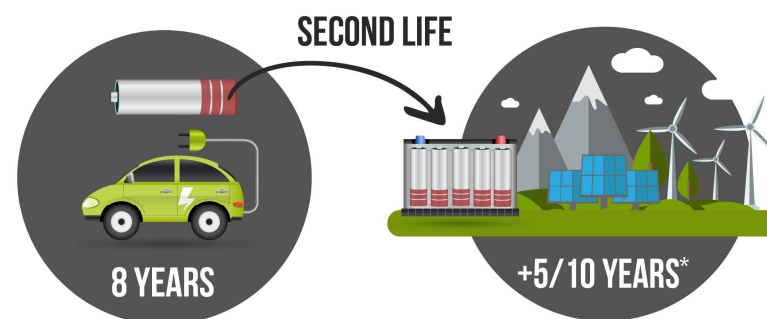
REGOLAMENTO EUROPEO SULLE BATTERIE È CHIARO SUL RICICLO, MENO SUL RIUSO



Il concetto di «**end-of-life**» (batterie a fine vita) è da ampliare attraverso il concetto di «**end-of-waste**» (il rifiuto che rientra in un ciclo produttivo), secondo concetti di **economia circolare** e **simbiosi industriale** (valorizzare gli scarti industriali provenienti da altri settori)

Per le batterie il concetto di «**riuso**» si esplicita nel concetto di «**2<sup>nd</sup>-life**».

Una batteria esausta (a fine vita) in un'applicazione energy intensive può avere una seconda vita in un'applicazione con meno requisiti di densità energetica → dalla **mobilità** all'**uso stazionario**



\*Depending on the second life application

(Fonte: CIC Energigune - Second life batteries for a sustainable energy transition, 05/10/2021)

# TAVOLO NAZIONALE MATERIE PRIME CRITICHE

INTERMINISTERIALE, PERMANENTE



Ministero delle Imprese  
e del Made in Italy



MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA



Ministero degli Affari Esteri  
e della Cooperazione Internazionale

Gruppi di Lavoro (GdL) lungo tutta la catena del valore delle materie prime.

GdL5 “**Approvvigionamento**”  
Coordinatore: MAECI

GdL1 “**Analisi Fabbisogni**”  
Coordinatori: Confindustria e RSE



GdL4 “**Urban mining**”  
Coordinatore: ENEA

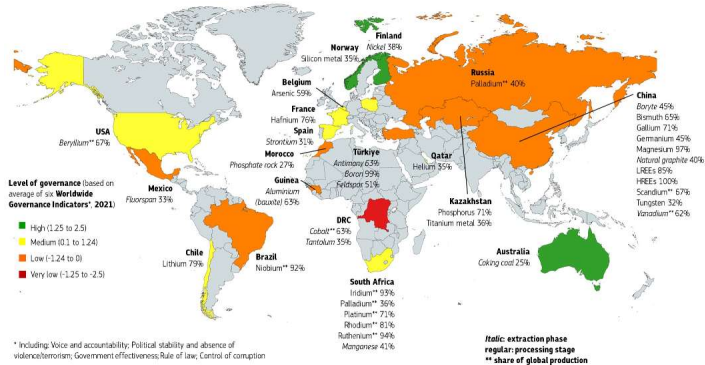
GdL2 “**Mining**”  
Coordinatore: ISPRA

GdL3 “**Ecodesigned – Ecoprogettazione**”  
Coordinatore: ENEA

# AZIONI PER MITIGARE IL RISCHIO SUI CRM

SU TUTTA LA CATENA DEL VALORE

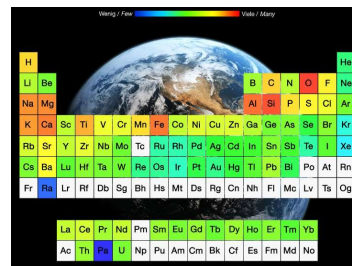
(Fonte: RMIS – Raw Materials Information System)



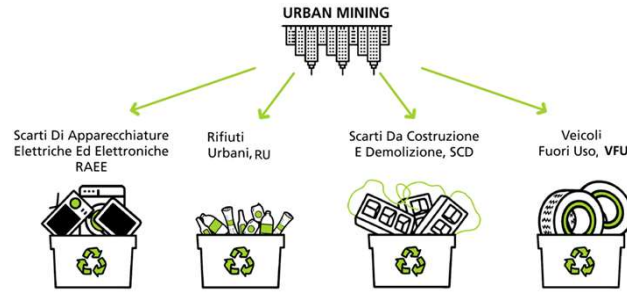
**NUOVE FONTI** di approvvigionamento e diversificazione

**INNOVAZIONE TECNOLOGICA**

materiali sostituiti  
rese di processo  
prestazioni  
(capacità, potenziale, vita utile)



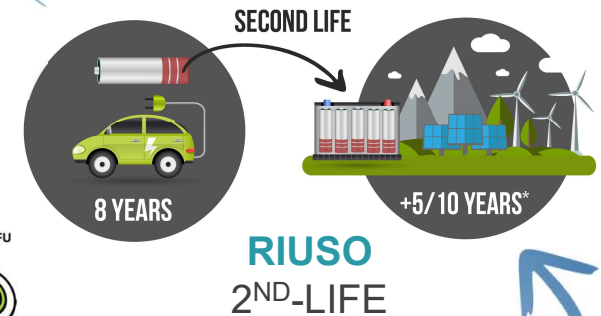
## RICICLO Urban Mining



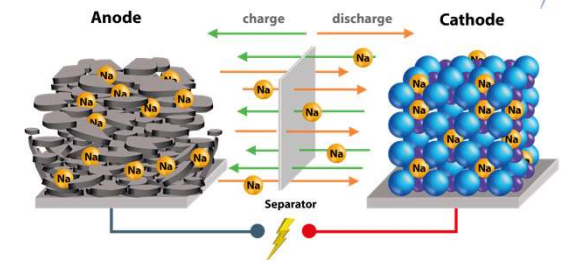
(Fonte: Roma La Sapienza)



(Fonte: CIC Energigune)



(Fonte: Handbook of Battery Materials)



**NUOVE TECNOLOGIE**  
Batterie a IONI-SODIO  
(«Sollevare» il litio)

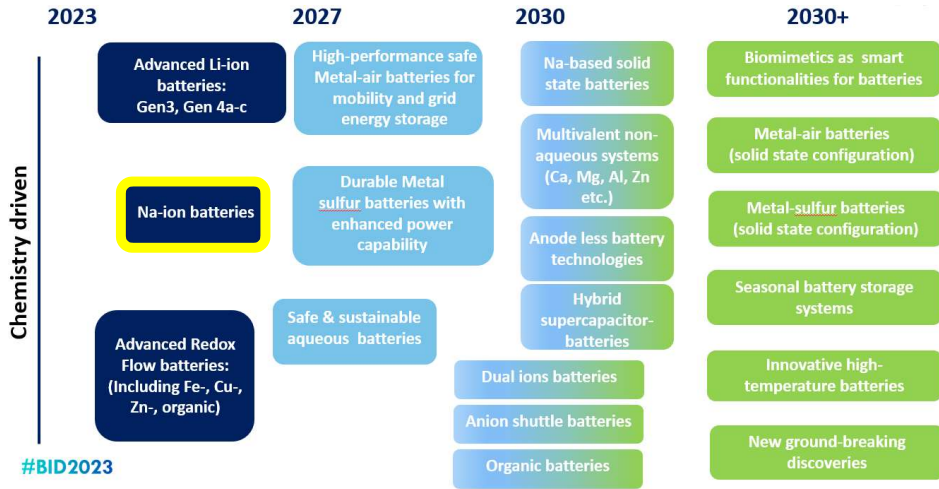
# BATTERIE A IONI SODIO

LA TECNOLOGIA PIÙ PROMETTENTE TRA QUELLE «POST LITIO»



Tecnologia con gli **stessi principi chimici** del litio, **meno CRM**, ancora non «apertamente» sul mercato, ma **pronta a uno scale-up** industriale.

**Diverse aziende** hanno dichiarato di produrre o di aver avviato la produzione di batterie a ioni sodio.



Electrochemical energy storage technologies and their TRL level (Source: Battery Innovation Days 2023)

**NORTHVOLT**

**Auto elettrica, Northvolt sviluppa la prima batteria agli ioni di sodio senza litio e cobalto**

Le prime celle agli ioni di sodio sono state progettate principalmente per l'accumulo di energia, ma le prossime generazioni potrebbero essere in grado di fornire una maggiore densità di energia per la mobilità elettrica

(Fonte: Il Sole 24 ore, 21 novembre 2023)

**CATL + CHERY**

**CATL's First Sodium-ion Battery to Power Chery EV Models**

Breaks the bottleneck of limited raw materials. Provides a cost-effective solution.

(Fonte: CATL, 16 Aprile 2023)

**BYD**

**BYD, iniziata la costruzione della fabbrica per le batterie agli ioni di sodio**

(Fonte: HDMotori.it, 5 Gennaio 2024)

**JAC MOTORS + VW**

**Auto elettrica, arriva la prima con batteria al sodio**

Battezzato Hua Xianzi, il modello della cinese Jac Motors (sviluppato in joint-venture con Volkswagen) ha una batteria da 25 kWh con autonomia di 250 km. Vantaggi, limiti e prospettive di mercato per gli accumulatori NA-ion.

(Fonte: QualEnergia.it, 8 Marzo 2023)

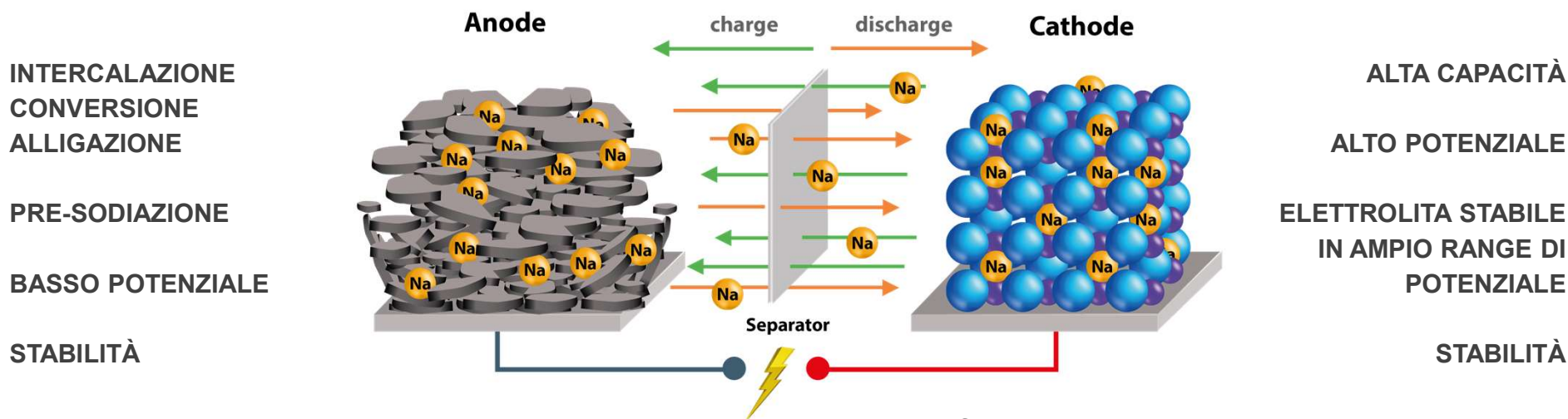
# BATTERIE A IONI SODIO: LE SFIDE



Na+ CON MAGGIORE RAGGIO ATOMICO, MA ABBONDANTE IN NATURA

Na+ non può intercalare nella **grafite naturale** (materiale critico). Bisogna trovare altri materiali anodici (**prodotti di sintesi**).

Materiali derivati dalle formulazioni per batterie Li+. Necessità di **alto potenziale**. È l'elemento che limita la capacità della cella.



Il più comune è in cosiddetto **hard-carbon**; nelle batterie a stato-solido può essere **Na-metallico**.

Diverse famiglie in studio con alto potenziale vs. Na+: **NASICON**, **ossidi misti**, **fosfati e pirofosfati**.

*È veramente una tecnologia più sostenibile di quella litio ione?*

CATL: **77 \$/kWh**  
(1a generazione)

# **CONCLUSIONI**

SOLUZIONI TECNOLOGICHE E DI «MERCATO»  
PER MITIGARE LA CRISI LEGATA AI CRITICAL RAW MATERIAL

# CONCLUSIONI

## RIASSUNTO



- La **tecnologia attuale litio ione** (quella delle **Giga-Factory**) presenta problemi legati alle **Materie Prime Critiche** (principalmente: Li, Co, Grafite Naturale)
- Il problema è riconosciuto a livello europeo: pubblicati il **Critical Raw Material Act** (2024) e il **Battery Regulation** (2023) con obiettivi sfidanti legati ad un approvvigionamento sostenibile di materie prime
- Sono proposte alcune **soluzioni** per affrontare la **nuova crisi energetica, economica e ambientale** legata alle materie prime:
  - cercare **nuove fonti di approvvigionamento** (interne o esterne, innovative e sostenibili), **differenziando** fornitore e paese
  - spingere sul **riuso** (2<sup>nd</sup> life) e **riciclo** per allungare la vita utile e recuperare materie prime seconde
  - migliorare le **prestazioni** delle batterie, in termini di **capacità** (maggior densità energetica), **potenziale** (maggior densità di potenza), **vita utile** (rimando il problema), **sicurezza** (meno guasti, maggior durata)
  - scelta di **materiali sostituti** meno critici (stessa tecnologia, ma con meno Co)
  - adozione di **altre tecnologie** → da litio a **post litio** per alleggerire il litio di qualche «responsabilità», in settori diversi dalla mobilità. Tra queste, la tecnologia **sodio ione** è quella considerata più promettente, sebbene ci siano alcune sfide ancora da affrontare

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Omar Perego – RSE ([omar.perego@rse-web.it](mailto:omar.perego@rse-web.it))



Questo lavoro è stato finanziato dal Fondo di Ricerca per il Sistema Elettrico nell'ambito del Piano Triennale 2022-2024 (DM MITE n. 337, 15.09.2022), in ottemperanza al DM 16 aprile 2018.