



Associazione
Termotecnica
Italiana

AIDIC

FIL ROUGE 2026

19 gennaio 2026

Torio: da rifiuto a combustibile Giovanni Brussato

Con il contributo di



LA PARTECIPAZIONE AL WEBINAR
CONFERMA IL VOSTRO INTERESSE
AL TEMATICO



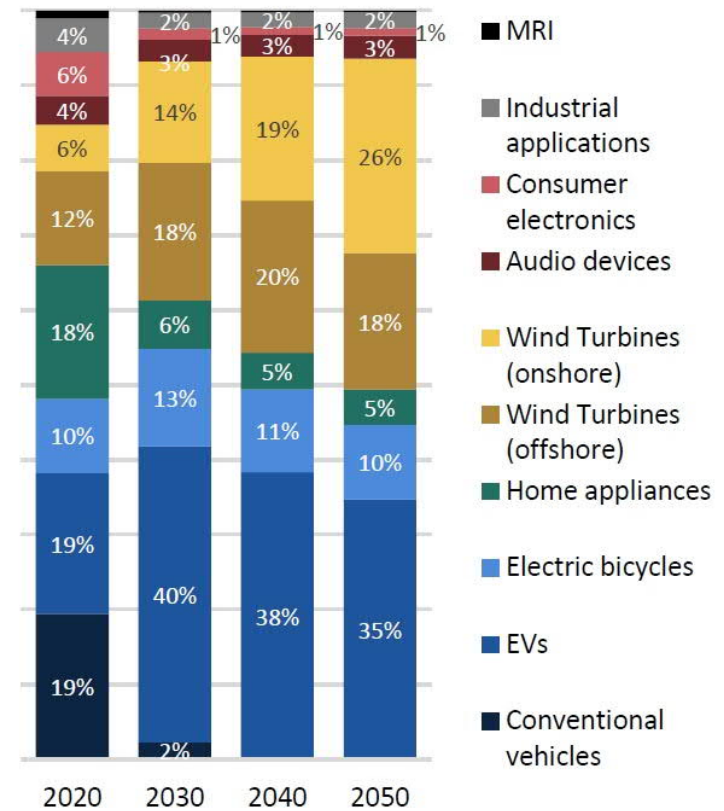
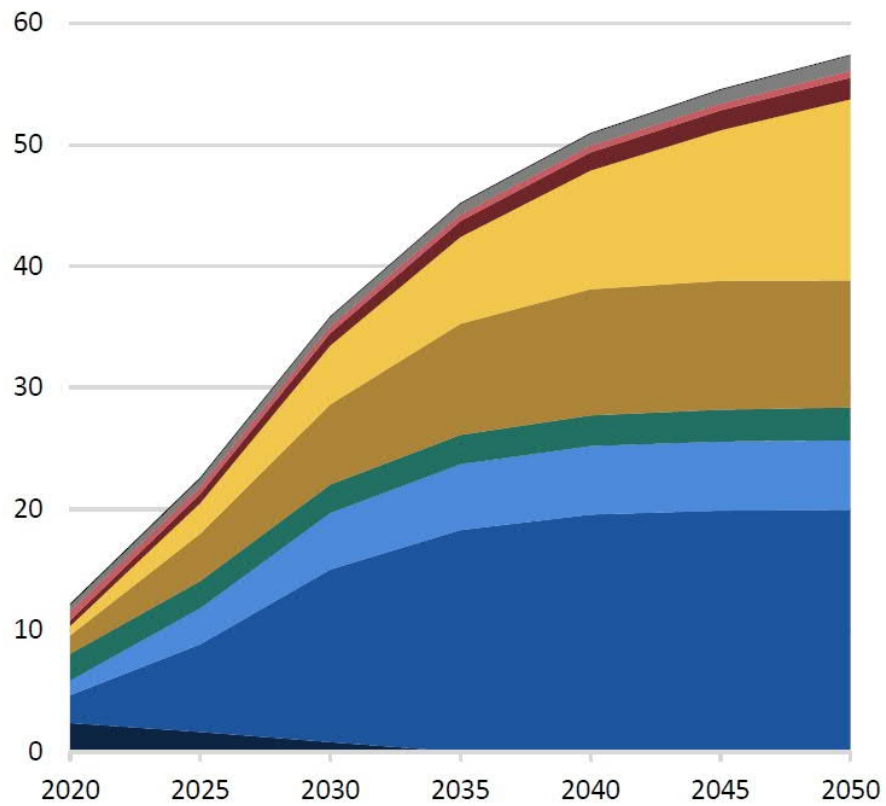
Il torio si preannuncia come il combustibile ideale: abbondante e derivato da un rifiuto altrimenti problematico.

- **Domanda industriale**
- **Geopolitica mineraria**
- **Sicurezza energetica**
- **Economia circolare**
- **Protezione dell'ambiente**

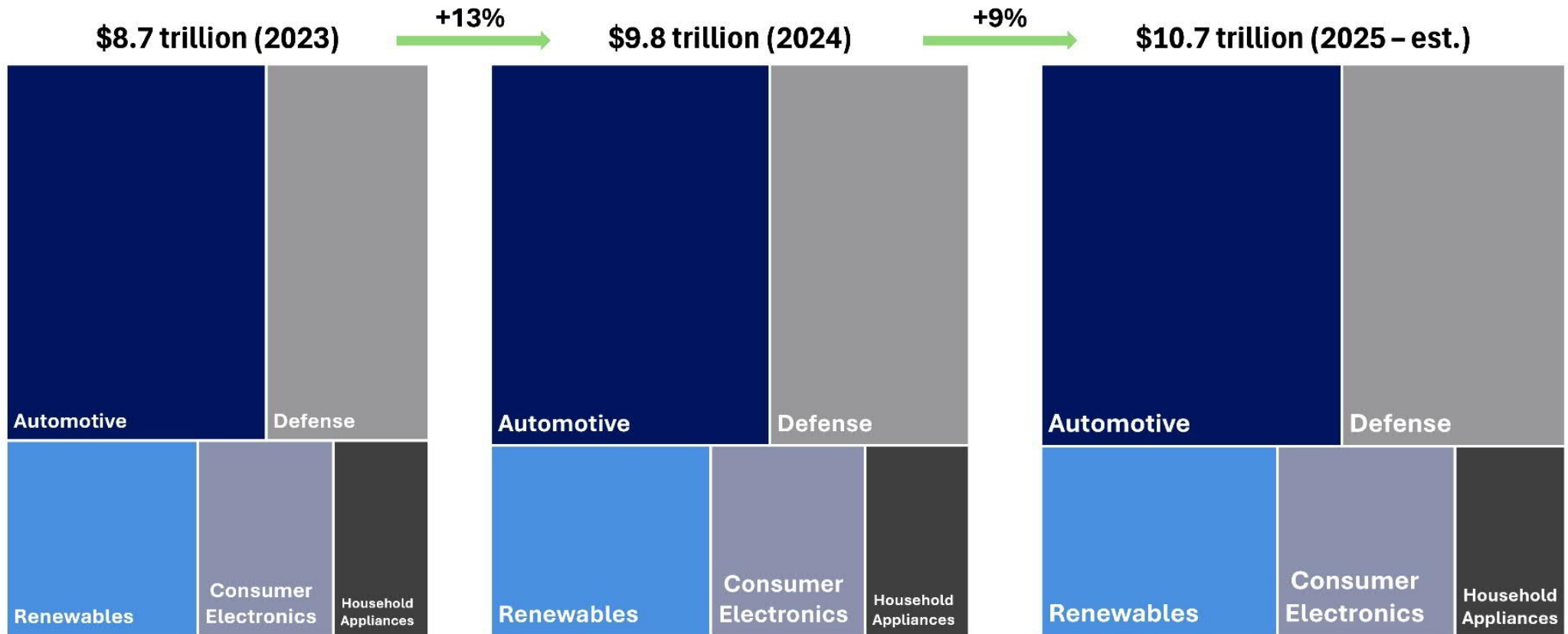


<https://www.amici dellaterra.it/images/diciassett/esimaefficienza/torio-da-rifiuto-a-combustibile-web.pdf>

Domanda industriale



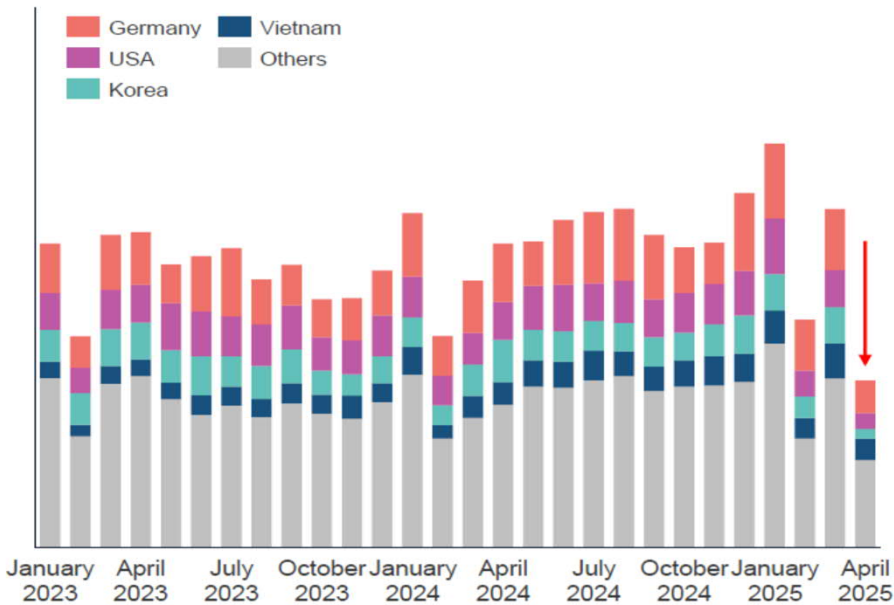
Domanda industriale



Case automobilistiche come Volkswagen, BMW e Mercedes-Benz si affidano ai materiali magnetici cinesi per i loro motori a magneti permanenti, con Zhong Ke San Huan che fornisce il 35% dei materiali magnetici per la fabbrica europea di Tesla; Le turbine eoliche offshore di Siemens richiedono magneti di coercitività elevata, i robot industriali di Bosch consumano oltre 2.000 tonnellate di magneti all'anno, e i satelliti Airbus utilizzano magneti resistenti alle radiazioni forniti esclusivamente da Tianhe Magnetics.



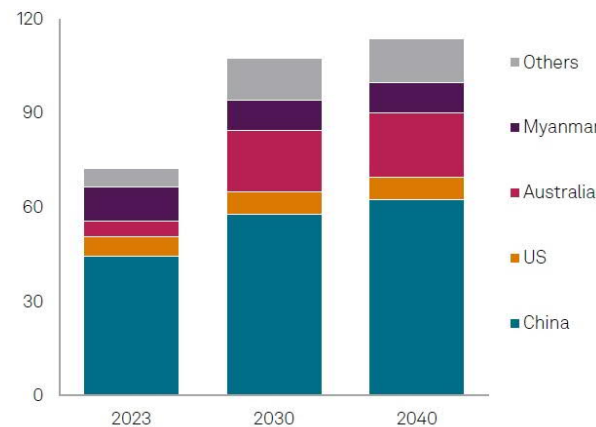
Geopolitica mineraria



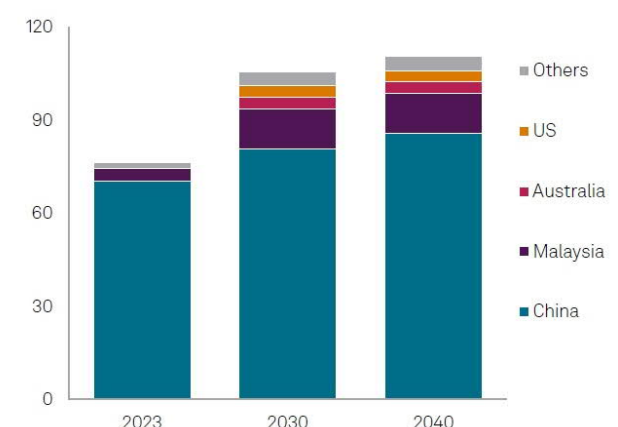
China REE magnet exports by top 4 importing countries (2023-2025), t

- I dati cumulativi di gennaio a luglio 2025 mostrano che la Cina ha esportato 11.476,77 tonnellate di magneti permanenti di terre rare in Europa, rappresentando il 41% delle sue esportazioni globali.
- La Germania, in quanto paese con la maggiore domanda in Europa, ha importato 5.534 tonnellate da gennaio a giugno, rappresentando il 48% del totale delle importazioni europee, riflettendo la profonda dipendenza dell'industria europea dalla catena di approvvigionamento cinese.

Mined rare earth supply (000 t)



Processed rare earth supply (000 t)



t = metric ton. © 2024 S&P Global.



Sicurezza energetica

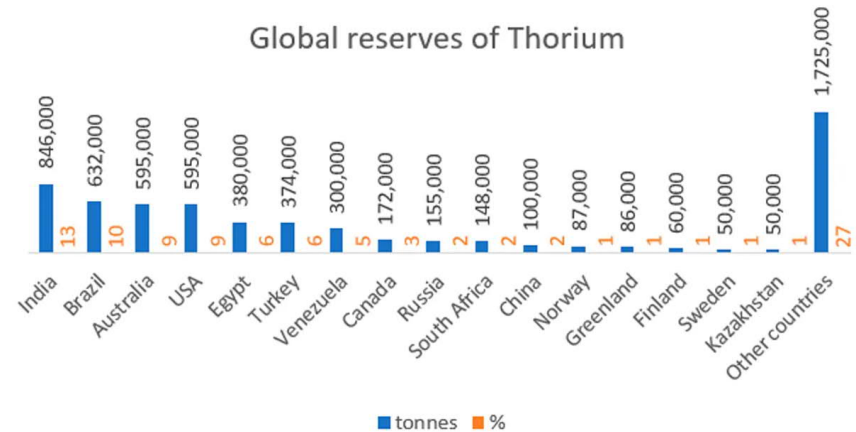
- Si prevede che entro il 2040 la quantità di reattori nucleari nel mondo raggiungerà i 622 (considerando i 123 reattori in chiusura per allora e i 308 in entrata in funzione) dai 437 del 2021, raggiungendo una produzione di elettricità di 871 GWe entro il 2050, rispetto ai 389,5 GWe del 2021.

- Le risorse di torio sono significativamente superiori alla domanda futura inoltre la sua adozione come parte di un ciclo di combustibile nucleare non comporterebbe la costruzione di nuove miniere: esiste un potenziale teorico per una produzione di almeno 100.000 tonnellate all'anno dalle miniere attive prima che sia necessario aprirne di nuove.

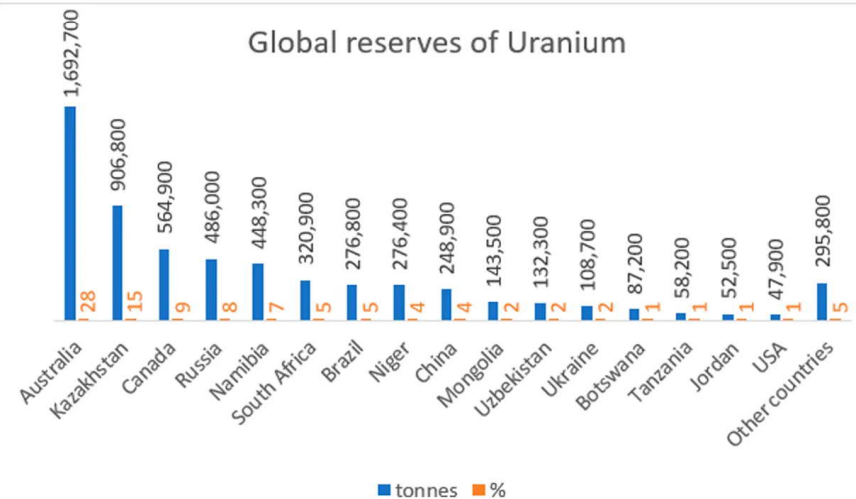
- Il torio può anche essere ottenuto come sottoprodotto di un sottoprodotto qualora venga recuperato dagli sterili minerari. Il bacino di sterili di Baogang nel complesso minerario di Bayan Obo ne contiene centinaia di migliaia di tonnellate.

- La Cina e l'India stanno investendo perché questo potrebbe garantire energia nucleare quasi illimitata per secoli con risorse domestiche.

Global reserves of Thorium



Global reserves of Uranium



Sicurezza energetica

Paese	Torio nei residui minerari
Norvegia	10.000–150.000 t
Svezia	5.000–45.000 t
Finlandia	10.000–50.000 t
Estonia	1.000–3.000 t
Germania	3.000–15.000 t
Spagna	1.000–10.000 t
Francia	500–2.000 t
Italia	200–1.000 t

Sito	Torio stimato
Sillamäe	1.200–6.000 t
Kiruna	4.000–40.000 t
Fen Complex	10.000–80.000 t
Sokli	10.000–50.000 t
Wismut	3.000–15.000 t
Norra Kärr	1.000–5.000 t
La Rochelle	500–2.000 t

Totale Europa (ordine di grandezza) $\approx$ 30.000 – 250.000 tonnellate di torio già presenti nei residui minerari.

1 tonnellata torio $\rightarrow$ circa 3,2 TWh elettrici. Range: 96.000 – 800.000 TWh.

Consumo elettrico UE annuale: circa 2.700 TWh.

Questo torio è già estratto, non serve scavare nuove miniere. È già nei tailings, nelle discariche minerarie, negli impianti industriali. Ma è classificato come rifiuto, non come combustibile.



L'incoerenza della narrativa dell'economia circolare europea

La Commissione europea non ignora completamente il torio, ma:

- non esiste una filiera industriale
- il quadro normativo lo tratta come rifiuto (viene classificato come materiale radioattivo naturale - NORM) e non come materia prima seconda.
- non esiste domanda economica quindi per le compagnie minerarie non è interessante
- quindi il recupero non è incentivato

Questo crea una incoerenza con i principi teorici dell'economia circolare, ma viene spiegato con vincoli regolatori e di mercato.



I principali rischi radiologici identificati riguardano la gestione dei materiali concentrati e dei rifiuti solidi prodotti dall'impianto idrometallurgico, che risultano essere di natura radioattiva.

1. Esposizione alle polveri radioattive
2. Segregazione dei residui (Tailings)
3. Stabilità chimica e rischio per le acque sotterranee
 1. Presunzione di inertizzazione (i residui chimici siano in una forma chimicamente stabile o inerte)
 2. Metodo di smaltimento e segregazione problematiche del processo di miscelazione o flocculazione. La separazione dei rifiuti chimici più fini potrebbe creare zone con alte concentrazioni di radioattività che aumenterebbero l'impatto radiologico sulle acque sotterranee



Protezione dell'ambiente



Il bacino di sterili di Baogang nel complesso minerario di Bayan Obo in Cina



Lo stagno radioattivo riempito e coperto d'erba a Sillamae, in Estonia