



# II CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

## 17 LUGLIO 2025, FIRENZE PALAZZO SACRATI-STROZZI



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



**TG**

**CONSUMPTION & USE**



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrafi  
Strozzi

# Minerali strategici dalle brine geotermiche

Maurizio Guerra

ISPRA – Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrafi  
Strozzi

1. Il problema delle MPC e MPSCS
2. Le MPC e le MPSCS... cosa bolle in pentola in Italia?
3. Cosa sono e a cosa servono le MPC e MPSCS?
4. Dove si trovano le MPC?
5. Le MPC nelle brines
6. La "raffinazione" delle MPC dalle brine
7. La “MPC rush”: le regole del gioco

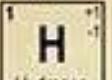
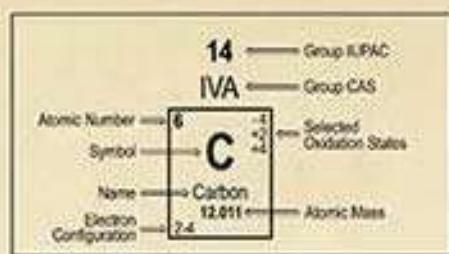
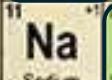


# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrafi  
Strozzi

## 1. Il problema delle MPC e MPSCS

# PERIODIC TABLE OF ELEMENTS

1 IA 1 H Hydrogen 1.0079  Li Lithium 6.941  Be Beryllium 9.0122 	2 IIA 2 Boron 12.011  C Carbon 12.011 	13 III A 13 Boron 10.811  14 IV A 14 Carbon 12.011  15 V A 15 Nitrogen 14.007  16 VI A 16 Oxygen 15.999  17 VII A 17 Fluorine 18.998  18 VIIIA 18 Neon 20.179 
2 Na Sodium 22.990  Mg Magnesium 24.305 	3 Sc Scandium 44.956  Ti Titanium 47.867  V Vanadium 50.942  Cr Chromium 51.996  Mn Manganese 54.938 	4 K Potassium 39.098  Ca Calcium 40.078  Fe Iron 55.845  Co Cobalt 58.933  Ni Nickel 58.693  Cu Copper 63.546  Zn Zinc 65.39  Ga Gallium 69.723  Ge Germanium 72.64  As Arsenic 74.922  Se Selenium 78.98  Br Bromine 79.904  Kr Krypton 83.80 
5 Rb Rubidium 85.468  Sr Strontium 87.62  Y Yttrium 88.906  Zr Zirconium 91.224  Nb Niobium 92.906  Mo Molybdenum 95.94  Tc Technetium (98)  Ru Ruthenium 101.07  Rh Rhodium 102.91  Pd Palladium 106.42  Ag Silver 107.87  Cd Cadmium 112.41  In Indium 114.82  Sn Tin 118.71  Sb Antimony 121.76  Te Tellurium 127.66  I Iodine 126.90  Xe Xenon 131.29 	6 Cs Cesium 132.91  Ba Barium 137.33  La Lanthanide  Hf Hafnium 178.49  Ta Tantalum 180.95  W Tungsten 183.84  Re Rhenium 186.21  Os Osmium 190.23  Ir Iridium 192.22  Pt Platinum 195.08  Au Gold 196.37  Hg Mercury 200.59  Tl Thallium 204.38  Pb Lead 207.2  Bi Bismuth 208.98  Po Polonium (209)  At Astatine (210)  Rn Radium (222) 	7 Fr Francium (223)  Ra Radium (226)  Ac Actinide  Rf Rutherfordium (261)  Db Dubnium (262)  Sg Seaborgium (263)  Bh Bohrium (264)  Hs Hassium (277)  Mt Mendelevium (265)  Uun Ununnilium (285)  Uub Ununbium (286)  Uut Ununtrium (287)  Uuq Ununquadium (288)  Uup Ununpentium (289)  Uuh Ununhexium (291)  Uus Ununseptium (294)  Uuo Ununoctium (294)

## Electron Shells

1	K	2	2	P	D	F
2	L	8	2	6		
3	M	18	2	6	10	
4	N	32	2	6	10	14
5	O	32	2	6	10	14
6	P	18	2	6	10	
7	Q	8	2	6		
8	R	2	2			

## Lanthanide

La Lanthanum 138.91 	Ce Cerium 140.12 	Pr Praseodymium 140.91 	Nd Neodymium 144.24 	Pm Promethium (149) 	Sm Samarium 150.36 	Eu Europium 151.96 	Gd Gadolinium 157.95 	Tb Terbium 158.93 	Dy Dysprosium 162.50 	Ho Holmium 164.93 	Er Erbium 167.26 	Tm Thulium 168.93 	Yb Ytterbium 173.04 	Lu Lutetium 174.97 
--	---	---	--	--	---	---	---	--	---	--	---	--	--	---

## Actinide

Ac Actinium (227) 	Th Thorium 232.04 	Pa Protactinium 231.04 	U Uranium 238.03 	Np Neptunium (237) 	Pu Plutonium (244) 	Am Americium (243) 	Cm Curium (247) 	Bk Berkelium (247) 	Cf Californium (251) 	Es Einsteinium (250) 	Fm Fermium (257) 	Md Mendelevium (256) 	No Nobelium (259) 	Lr Lawrencium (253) 
--	--	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	--	--



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrati  
Strozzi

### Il problema...

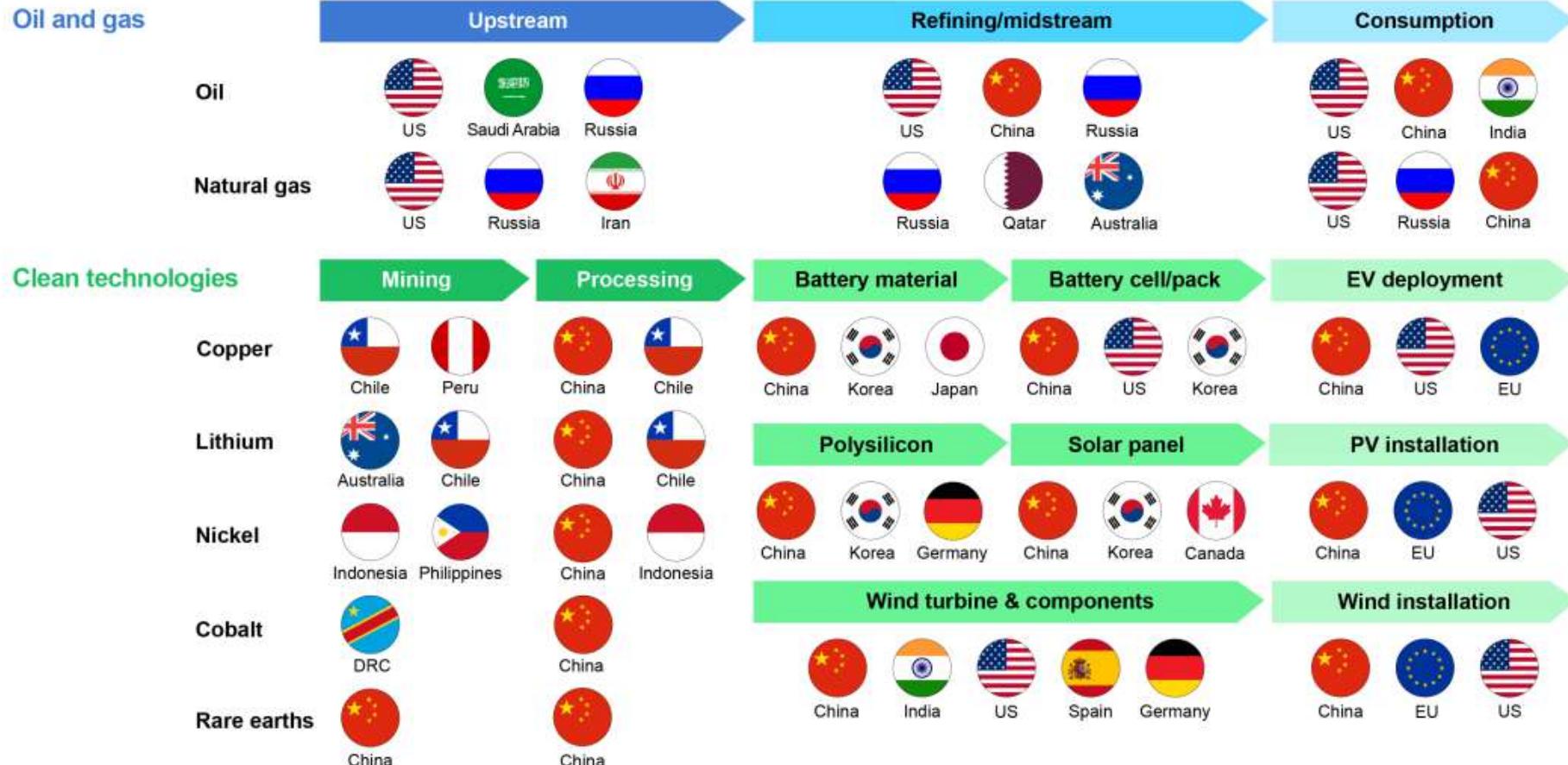
**Il problema è garantire l'approvvigionamento delle risorse minerarie indispensabili per lo sviluppo industriale**

In particolare delle **materie prime critiche (MPC)** che sono quelle che rivestono una grande importanza economica e sono esposte a un rischio di approvvigionamento elevato, spesso causato da una elevata concentrazione dell'offerta in pochi paesi terzi.

e delle **MPC di interesse strategico (MPCS)** che sono quelle indispensabili in settori strategici tra cui le energie rinnovabili, l'industria digitale e i settori aerospaziale e della difesa. La domanda supera l'offerta



# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE



IEA. All rights reserved

Notes: DRC = Democratic Republic of the Congo; EU = European Union; US = United States; Russia = Russian Federation; China = People's Republic of China. Largest producers and consumers are noted in each case to provide an indication, rather than a complete account.



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrafi  
Strozzi

### 2. Le MPC e le MPSC... cosa bolle in pentola in Italia?



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE



Regolamento EU1252/2024 (Critical Raw Materials Act - CRMA) – maggio 2024



DI 84/2024 "Disposizioni urgenti sulle materie prime critiche di interesse strategico" – giugno 2024

Il DI 84/2024 definisce, nelle more di una disciplina organica del settore delle CRM, misure urgenti finalizzate all' attuazione di un sistema di governo per l'approvvigionamento sicuro e sostenibile delle CRM considerate "strategiche". Il decreto ha lo scopo di rilanciare il settore minerario attraverso procedure semplificate per i progetti strategici (estrazione, trasformazione o riciclaggio).

I progetti strategici devono riguardare una o più CRMS, apportare un contributo significativo agli obiettivi del CRM Act, , ambientalmente e socialmente sostenibili, tecnicamente fattibili in tempi ragionevoli, il volume di produzione po' essere stimato con attendibilità, sulla base dei criteri UNFC

## Il coinvolgimento di ISPRA

### art. 9 norme per il recupero di risorse minerarie dai rifiuti estrattivi

pone le basi per il riutilizzo dei rifiuti estrattivi al fine del recupero di Materie Prime Critiche previa la loro mappatura e caratterizzazione che sarà eseguita da ISPRA nell'ambito del PNRR Repower EU, con il progetto URBES (**URBan mining and Extractive waste information System**).

**WP3 - Mappatura e caratterizzazione dei rifiuti estrattivi:** Raccolta dati pregressi sulle attività minerarie; Mappatura di campo e da remoto (satellite e droni); Caratterizzazione fisica, petrografica, mineralogica, geochimica; Rilevamento, campionature ed analisi; Riutilizzo degli sterili; prima stima dei contenuti in MPC/MPCS (valutazione operativa a carico delle società minerarie)

**WP4 - Urban Mining** Mappatura e caratterizzazione delle fonti di MPC in ambito urbano



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrati  
Strozzi

Il coinvolgimento di ISPRA

### art. 10 Programma Nazionale di Esplorazione

ISPRA elabora il Programma nazionale di esplorazione, sulla base di una convenzione stipulata con il Ministero delle imprese e del made in Italy e il Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica. Il Programma è sottoposto a riesame almeno ogni cinque anni.

Il Programma *comprende le seguenti attività :*

- a) mappatura dei minerali su scala idonea;
- b) campagne geochimiche,
- c) indagini geognostiche, incluse le indagini geofisiche;
- d) elaborazione dei dati raccolti attraverso l'esplorazione generale, anche mediante lo sviluppo di mappe predittive.



# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

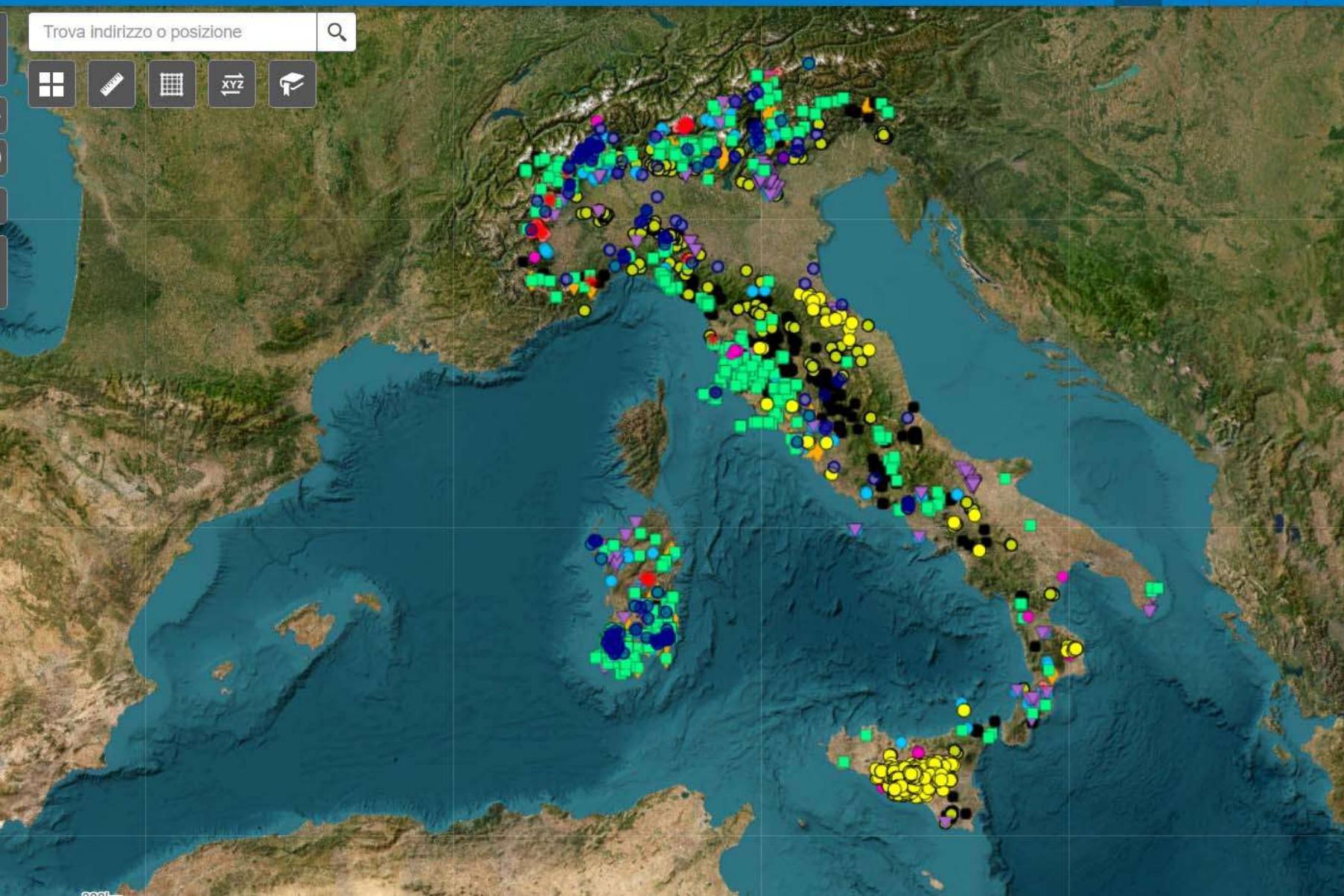
FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrafi  
Strozzi

Miniere in Italia

PORTALE ISPRA SNPA



Trova indirizzo o posizione



## Legenda

### Minerali estratti

Gruppi di minerali estratti

- Amianto
- Barite e Fluorite
- Combustibili fossili e Bitumi
- Marna da cemento
- Minerali ceramici
- Minerali industriali
- Minerali metalliferi
- Salgemma e Sali potassici
- Talco, Steatite e Grafite
- Zolfo
- Altri

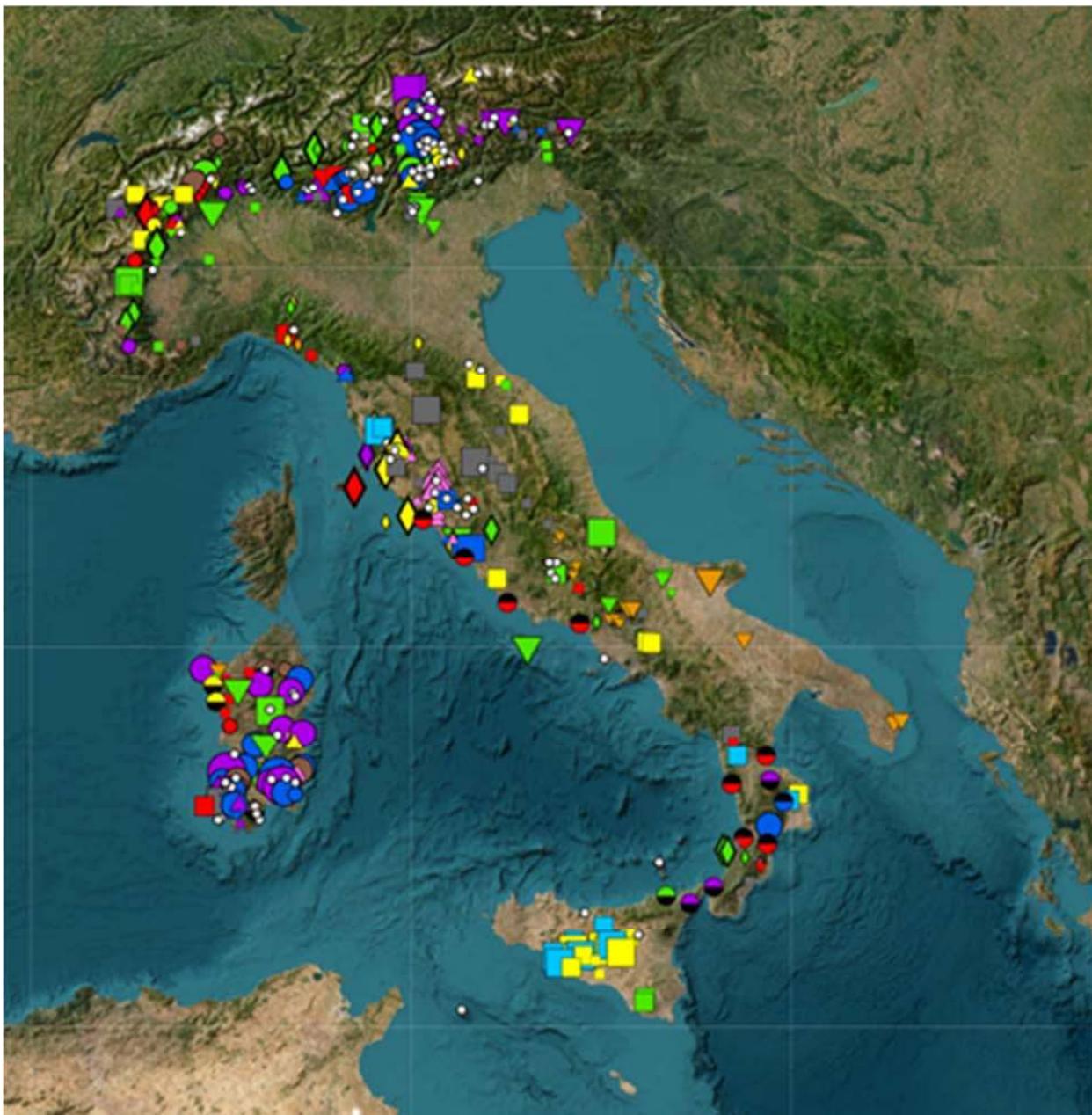
### Siti minerari 1870-2023

Siti minerari





## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE



### Elenco layer

- Corpi Minerari
- Filoniano;high;Fluorite, Barite, Celestina
- Filoniano;high;Piombo, Zinco, Argento
- Filoniano;low;Altri metalli
- Filoniano;low;Ferro, Mn, Ni, Co, Cr, Ti
- Filoniano;low;Fluorite, Barite, Celestina
- Filoniano;low;Mercurio, Antimonia, Arsenico
- Filoniano;low;Minerali e rocce industriali
- Filoniano;low;Piombo, Zinco, Argento
- Filoniano;low;Pirite, Rame, Zolfo
- Filoniano;medium;Altri metalli
- Filoniano;medium;Fluorite, Barite, Celestina
- Filoniano;medium;Minerali e rocce industriali
- Filoniano;medium;Piombo, Zinco, Argento
- Filoniano;medium;Pirite, Rame, Zolfo
- ▲ Stratiforme discordante con gli strati;low;Altri metalli
- ▲ Stratiforme discordante con gli strati;low;Ferro, Mn, Ni, Co, Cr, Ti
- ▲ Stratiforme discordante con gli strati;low;Fluorite, Barite, Celestina
- ▲ Stratiforme discordante con gli strati;low;Mercurio, Antimonia, Arsenico
- ▲ Stratiforme discordante con gli strati;low;Piombo, Zinco, Argento
- ▲ Stratiforme discordante con gli strati;low;Pirite, Rame, Zolfo
- ▲ Stratiforme discordante con gli strati;medium;Ferro, Mn, Ni, Co, Cr, Ti
- ▲ Stratiforme discordante con gli strati;medium;Fluorite, Barite, Celestina



# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

8.000  
mineralizzazioni,  
55 aree di interesse  
per la ricerca  
operativa.  
RIMIN non indizia  
aree per Co, Li, REE,  
Ti che sono ricercati  
negli attuali permessi  
di ricerca

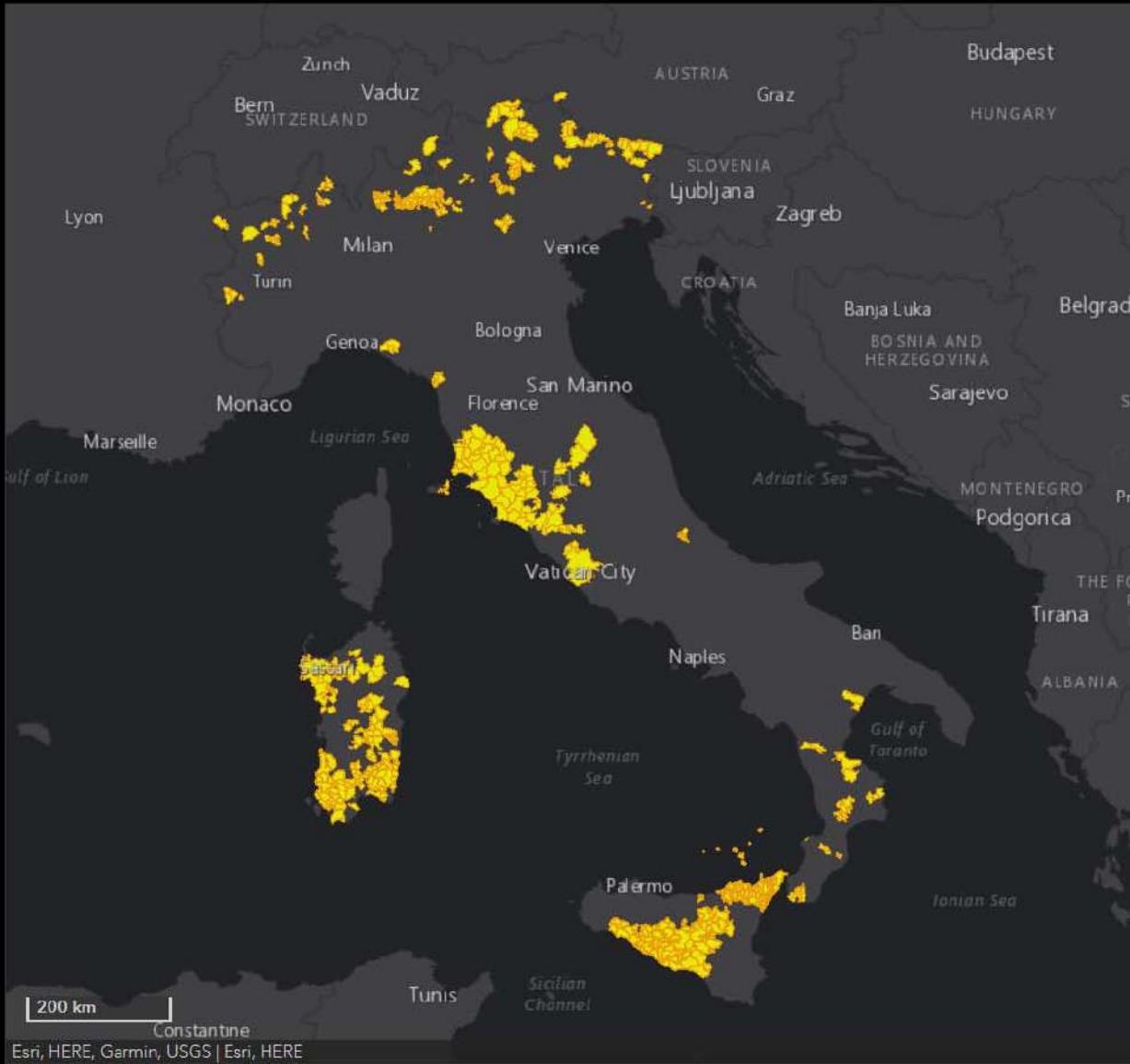
## Dashboard Aree indiziate RIMIN

Selezionare una categoria

Tutti gli elementi	Ag	Al
Amianto	Argille refrattarie	Au
Ba	Barite	Bauxite
Bitume	Caolino	Carbone
F	Fe	Feldspato
Grafite	Leucite	Fluorite
Mn	Mo	Ni
Pirite	S	Salgemma
Sn	Talco	W
		Zn

Selezionare una categoria

Caolino, Au	Caolino, Cu
Caolino, Cu	Caolino, Feldspato
Carbone	Carbone, Bentonite
Carbone, Pb, Zn, Cu, Ba, F	Cu
Cu, Fe	Cu, Feldspato
Cu, Pb, Zn, Au, Mo	Fe
Feldspato	Fe-Ni, amianto
Fluorite, Ferro	F, Pb, Zn, Cu
Leucite	Lignite
Mn	Mn, W
Mo	Mo, Feldspato
Pb, Zn	Pb, Zn, Ba
Pb, Zn, Cu, Au	Pb, Zn, Cu, Ba, F



## I criteri di selezione delle aree:

- Più promettenti dal punto di vista minerario in base delle conoscenze pregresse, a partire dalle aree indiziate durante la ricerca di base RIMIN condotta alla fine del secolo scorso
- Con presenza di studi giacentologici moderni conclusi o in corso, editi ed inediti (Relazioni sui permessi di ricerca rilasciati, tesi di laurea/dottorato/master, pubblicazioni scientifiche, report di altri progetti nazionali/EU)
- Con accertata presenza di elementi mai ricercati nel territorio italiano ma con evidenti grandi prospettive anche sulla base dell'esperienze internazionali (**es. litio da geotermia**) o da quanto documentato in precedenti studi (**es. terre rare nelle fluoriti**)
- Con possibilità di integrazione con altri progetti nazionali (CARG, MER, URBES ecc..) e con altre attività di supporto alla ricerca (**es. Copernicus**)
- Con possibilità di utilizzo di metodiche innovative come la magnetometria aerotrasportata attiva, l'analisi delle particelle cosmiche e l'utilizzo estensivo dei software di intelligenza artificiale

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrati  
Strozzi

I temi minerari individuati sono:

- 1) Fluorite, Barite, Terre rare (Alpi meridionali)
- 2) Elementi del gruppo del Platino (Os, Ir, Ru, Rh, Pt, Pd) (Piemonte orientale)
- 3) Rame e manganese (Liguria occidentale)
- 4) Grafite (Piemonte, Liguria, Calabria)
- 5) Litio (Lazio, Campania, Toscana, EMR, Marche, Piemonte....)
- 6) Antimonio (Toscana)
- 7) Magnesite (Toscana)
- 8) Fluorite, barite, Terre rare (Lazio)
- 9) Feldspato, Litio, Terre rare (Campania)
- 10) Feldspato, Terre rare, REE (Sardegna)
- 11) Rame, Tungsteno, Terre rare, Titanio (Piombo, Zinco, Argento)
- 12) Fluorite, barite, Terre rare (Sud Sardegna)
- 13) Tungsteno, Arsenico, Bismuto (+Stagno, Molibdeno) (SW Sardegna)
- 14) Rame (+Molibdeno, Oro) (SW Sardegna)



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

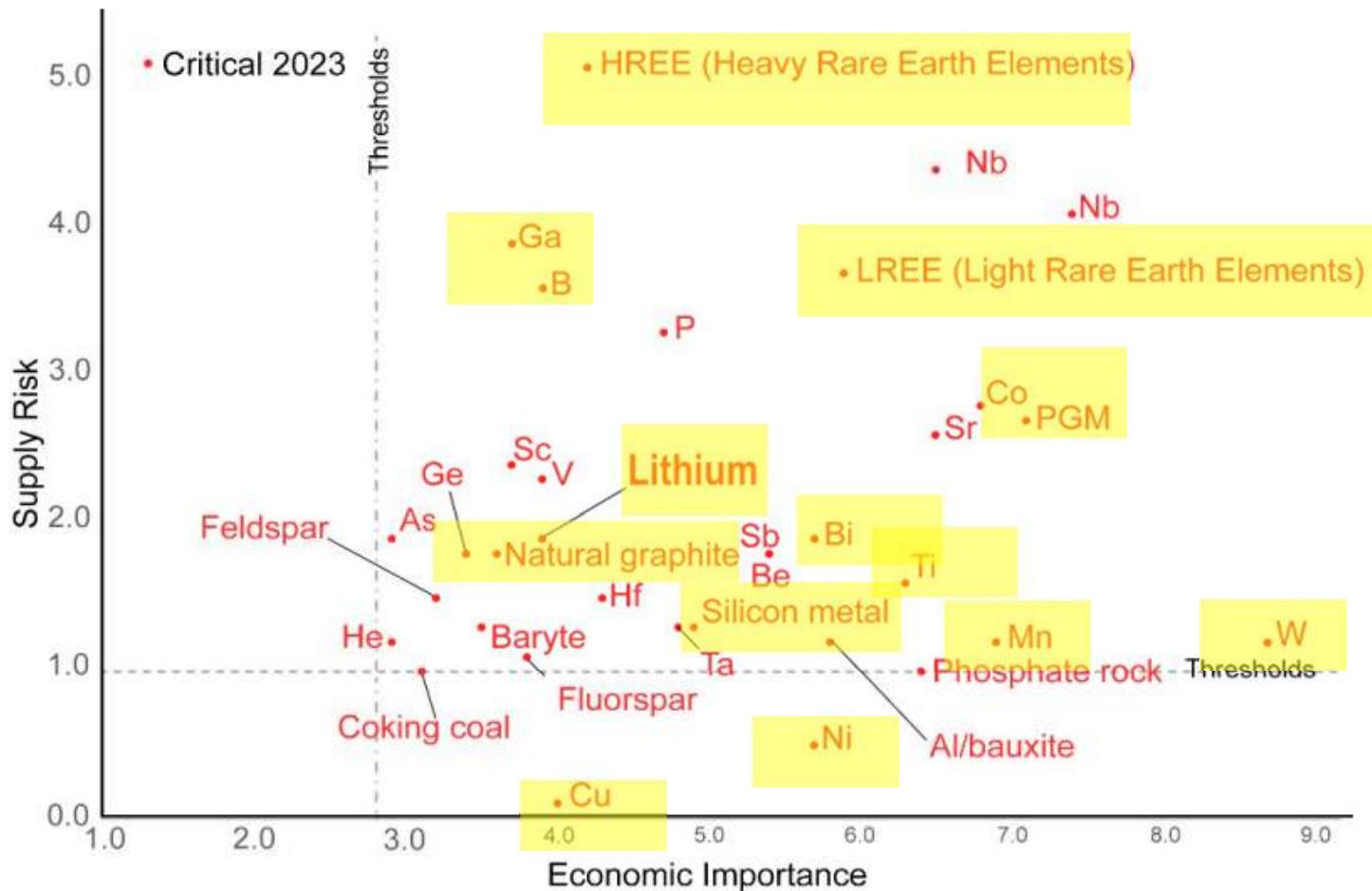
FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrati  
Strozzi

### 3. Cosa sono e a cosa servono le MPC e MPSC?



# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrafi  
Strozzi





# 34 Materie Prime Critiche - 17 Materie Prime Strategiche

Afnio	Alluminio / bauxite	Antimonio	Arsenico	Barite	Berillio
Bismuto	Boro	Carbone da coke	Cobalto	Elio	Feldspato
Fluorite	Fosforite	Fosforo	Gallio	Germanio	Grafite naturale
Litio	Magnesio	Manganese	Metalli del gruppo del platino*	Nichel	Niobio
Rame	Scandio	Silicio metallico	Stronzio	Tantalo	Titanio
Terre rare Leggere**	Terre rare Pesanti***	Tungsteno	Vanadio		



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrati  
Strozzi

### A cosa Servono

SCRM	Usi Principali
Litio	Batterie per veicoli elettrici, accumulo energia
Cobalto	Batterie ricaricabili, aerospazio, magneti
Grafite (naturale)	Anodi per batterie, lubrificanti, refrattari
Nichel	Batterie, acciaio inossidabile, leghe speciali
Terre rare (REE)	Magneti permanenti, turbine eoliche, veicoli elettrici, elettronica
Neodimio/Disprosio	Magneti per motori elettrici e turbine eoliche
Gallio	Chip semiconduttori, LED, pannelli solari a film sottile
Germanio	Fibra ottica, pannelli solari, infrarossi
Indio	Schermi LCD, LED, celle solari
Tungsteno	Utensili da taglio, leghe ad alta resistenza, armamenti
Magnesio	Leghe leggere per trasporti, elettronica, aerospazio
Platino/Palladio	Catalizzatori per auto, industria chimica, elettronica
Boro	Vetroresina, detergenti, semiconduttori

	Copper	Cobalt	Nickel	Lithium	REEs	Chromium	Zinc	PGMs	Aluminium*
<b>Solar PV</b>	●	○	○	○	○	○	○	○	●
<b>Wind</b>	●	○	●	○	●	●	●	○	●
<b>Hydro</b>	●	○	○	○	○	●	●	○	●
<b>CSP</b>	●	○	●	○	○	●	●	○	●
<b>Bioenergy</b>	●	○	○	○	○	○	●	○	●
<b>Geothermal</b>	○	○	●	○	○	●	○	○	○
<b>Nuclear</b>	●	○	●	○	○	●	○	○	○
<b>Electricity networks</b>	●	○	○	○	○	○	○	○	●
<b>EVs and battery storage</b>	●	●	●	●	●	○	○	○	●
<b>Hydrogen</b>	○	○	●	○	●	○	○	●	●

Notes: Shading indicates the relative importance of minerals for a particular clean energy technology (● = high; ● = moderate; ○ = low), which are discussed in their respective sections in this chapter. CSP = concentrating solar power; PGM = platinum group metals.

\* In this report, aluminium demand is assessed for electricity networks only and is not included in the aggregate demand projections.

Importanza relativa delle MPC per lo sviluppo di tecnologie per l'energia rinnovabile



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacra  
Strozzi

### 4. Dove si trovano le MPCs?



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

MPC

Litio

Cobalto

Grafite

Nichel

Terre rare  
(REE)

Neodimio/Diisprosio

Gallio

### Dove si trovano in natura (contesto geologico / forma minerale)

Saline (laghi salati in ambienti aridi – *salar*, es. Cile, Bolivia), pegmatiti (es. Australia, Canada), brine

Minerali di rame e nichel in rocce ultrabasiche; spesso come sottoprodotto dell'estrazione di rame (es. Congo, Zambia)

In rocce metamorfiche ricche in carbonio (gneiss, scisti), ma anche in vene idrotermali

Lateriti (zone tropicali), solfuri in rocce magmatiche (Sudbury, Canada; Russia)

Minerali come bastnäsite, monazite, xenotime; pegmatiti, carbonatiti e argille ioniche (Cina, Brasile, USA)

Comuni nei minerali delle terre rare (vedi sopra)

Come sottoprodotto nella bauxite (per l'alluminio) e nei minerali di zinco



# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacra  
Strozzi

MPCS

Germanio

Indio

Tungsteno

Magnesio

Platino/Palladio

Boro

## Dove si trova in natura (contesto geologico / forma minerale)

Associato a minerali di zinco (sfalerite), carbone, e residui industriali  
Sottoprodotto dell'estrazione di zinco, piombo e rame (minerale: sfalerite)

Minerali come scheelite e wolframite, in vene idrotermali granitiche (Cina, Vietnam)

Dolomite, magnesite (rocce sedimentarie), sali marini

In giacimenti di cromite e nichel in rocce ultrabasiche (Sudafrica, Russia), spesso in intrusioni magmatiche stratiformi

In evaporiti (es. borace, kernite), ambienti aridi e vulcanici (Turchia, California), brine



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrafi  
Strozzi

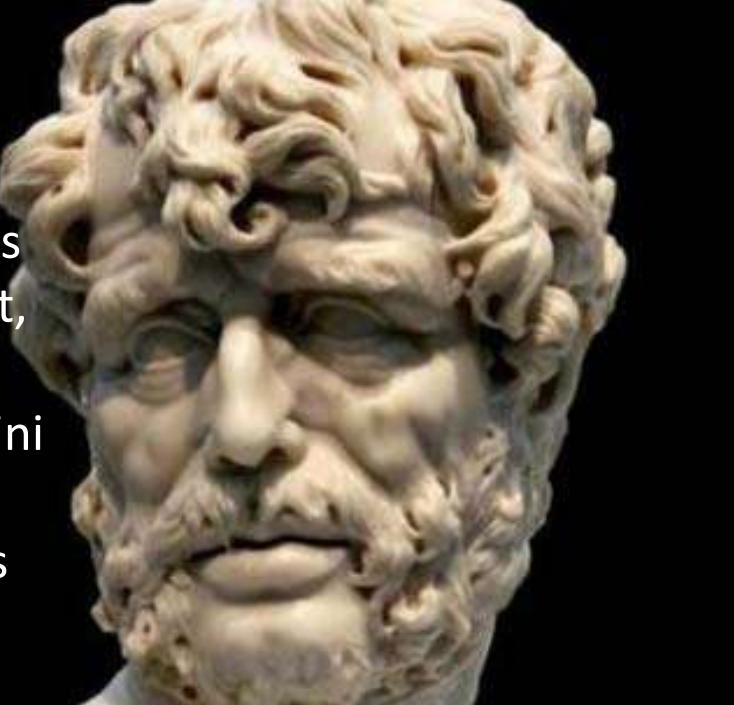
### 5. Le MPC nelle brines



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrati  
Strozzi

Nec miror, si locus atque aer aquas inficit similesque regionibus reddit, per quas et ex quibus veniunt: pabuli sapor appetet in lacte, et vini vis existit in aceto. Nulla res est, quae non eius, quo nascitur, notas reddat.



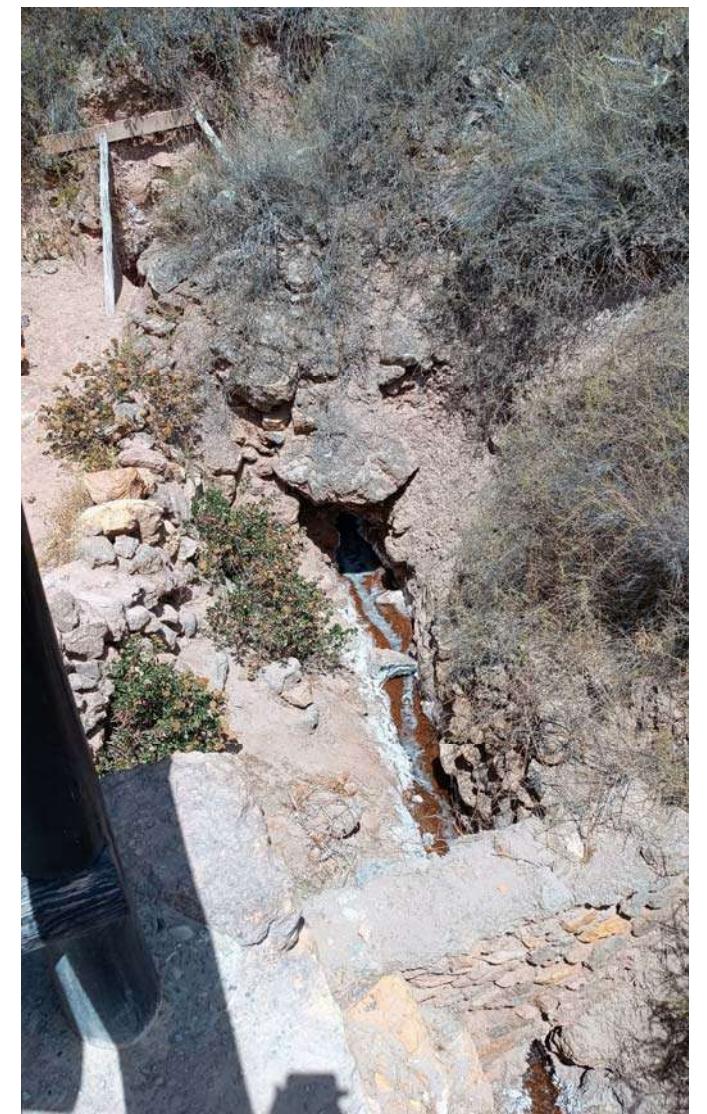
E non mi meraviglio se il luogo e l'aria contaminano le acque e le rendono simili alle regioni che attraversano e da cui provengono: nel latte ritroviamo il sapore del pascolo, e nell' aceto il vigore del vino. Non c'è nulla che non riporti le caratteristiche del luogo in cui nasce.

Seneca, *Naturales Quaestiones*, liber III 21,2



## PROGETTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA GESTIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: L'ESPLORAZIONE DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrafi  
Strozzi





## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrafi  
Strozzi

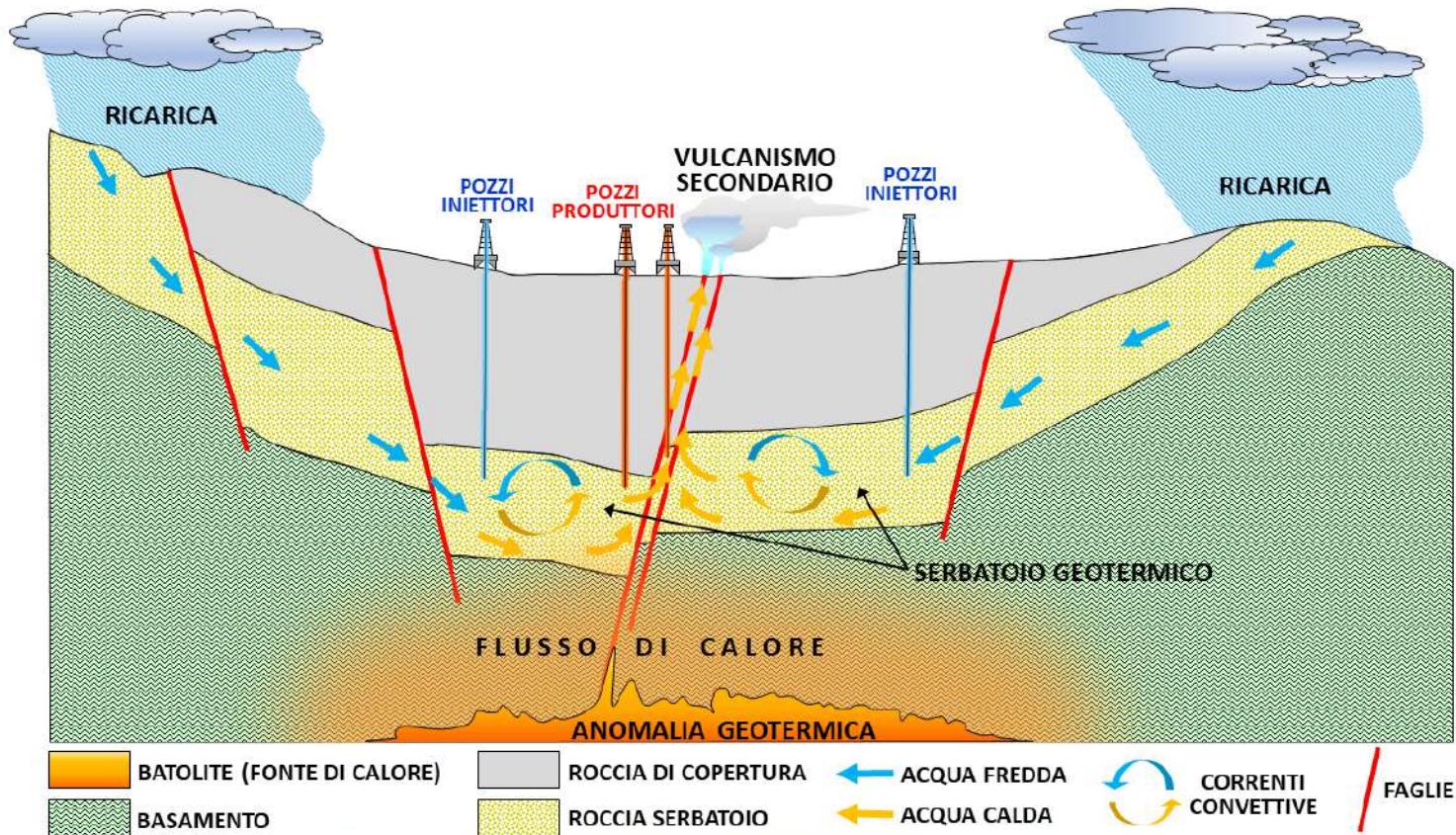
### Le MPCS nelle brines

L'arricchimento di MPCS (es. B, Li, Sb, Mn) nelle brine geotermiche può avvenire per interazione acqua roccia (alte temperature, pH) o da input profondi (intrusioni magmatiche). Quindi la composizione di un fluido geotermale è controllato da processi che dipendono dallo scenario geologico (natura della roccia incassante, temperatura, processi di mixing, input di fluidi vulcanici nelle acque termali, ecc).



# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrafi  
Strozzi





## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrafi  
Strozzi

### Le MPCS nelle brines

Le salamoie geotermiche non sono solo ricche di litio, ma possono contenere anche altre materie prime

Salton Sea (USA) (270–370°C) : (K), boro (B), litio (Li), rubidio (Rb), cesio (Cs), e metalli pesanti come ferro (Fe), piombo (Pb), zinco (Zn) e rame (Cu).

Salamoie di Jianghan e Jitai (Cina) : K, Rb, stronzio (Sr), Cs, bromo (Br), iodio (I) e B.

Le **terre rare** si trovano generalmente a **basse concentrazioni** nei fluidi geotermici (da centinaia di picogrammi a pochi microgrammi per litro):

**Sorgente termale in Idaho (USA)**: 0,05–3,24 µg/L totali (media: 0,63 µg/L). I più abbondanti sono **La, Ce e Nd**.

**Sorgenti acide in Giappone (Kusatsu-Shirane)**: 15,0–718,5 µg/L (media: 210,7 µg/L), con **La, Ce e Nd** come elementi principali.



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

MPC

Litio

Germanio

Boro

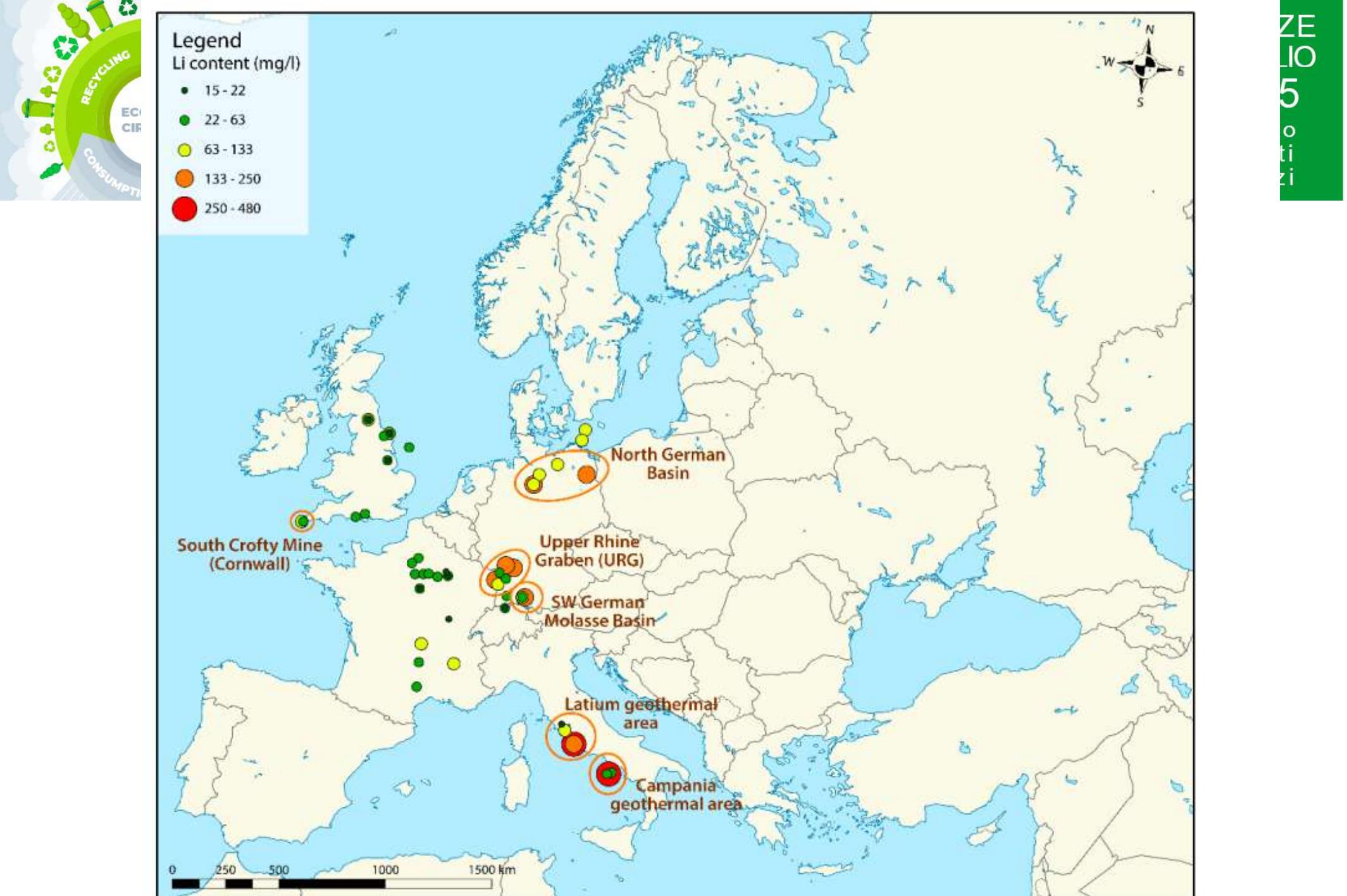
Silice (silicio)

Zinco, manganese

Terre rare (REE)

### Presenza Note

Litio	***	Tra le più promettenti. Es. Salton Sea (California), Germania (Upper Rhine Valley), Italia (Toscana, Lazio)
Germanio	*	In aree vulcaniche; dipende dalla geochimica locale
Boro	***	Presente in molte salamoie geotermiche (esToscana)
Silice (silicio)	*	Sotto forma di acido silicico, ma difficilmente valorizzata industrialmente
Zinco, manganese	**	Soprattutto in ambienti vulcanici acidi
Terre rare (REE)	*	Studio in corso per l'estrazione, ma ancora tecnicamente complesso



**Figure 12.** Map of Europe showing the six main geothermal areas with Li-rich fluids (Orange circles) and Li-concentration ranges in such fluids. From [14], modified.



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrafi  
Strozzi

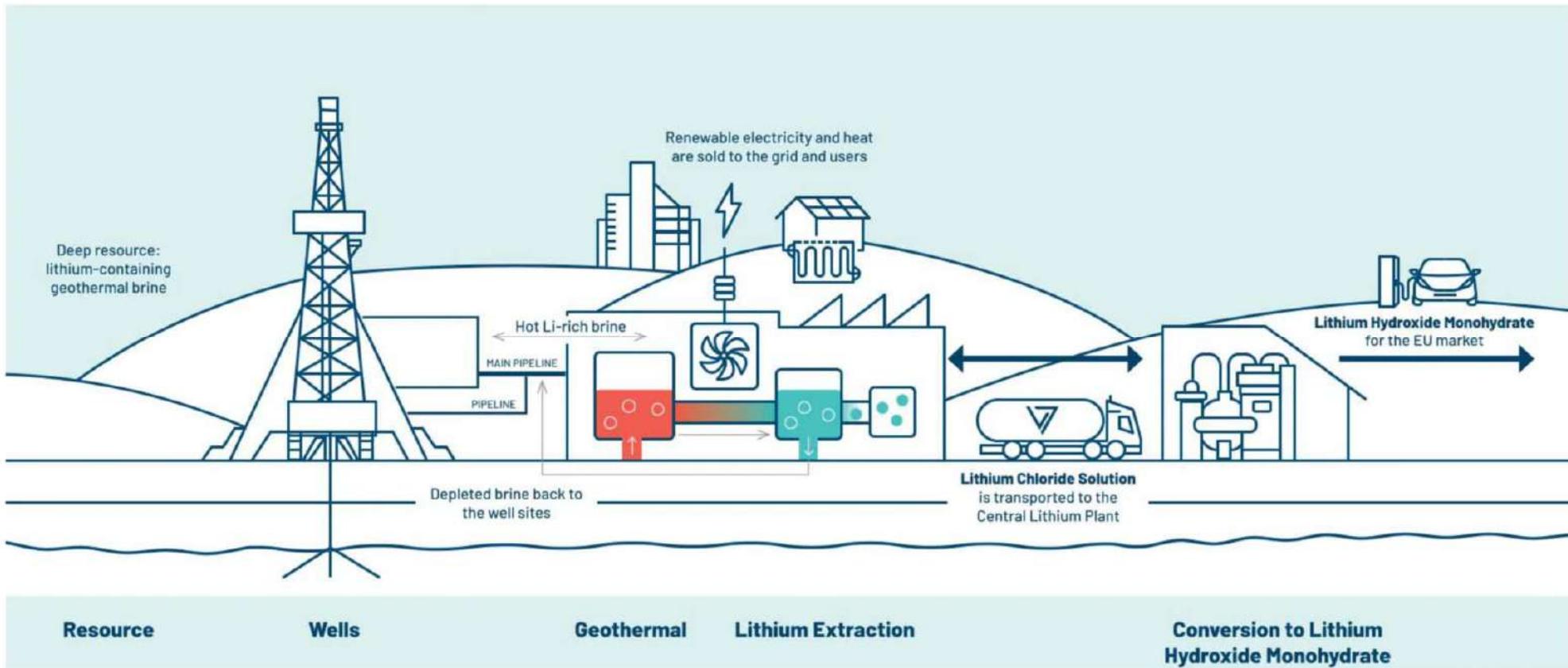
### 6. La "raffinazione" delle MPC dalle brine

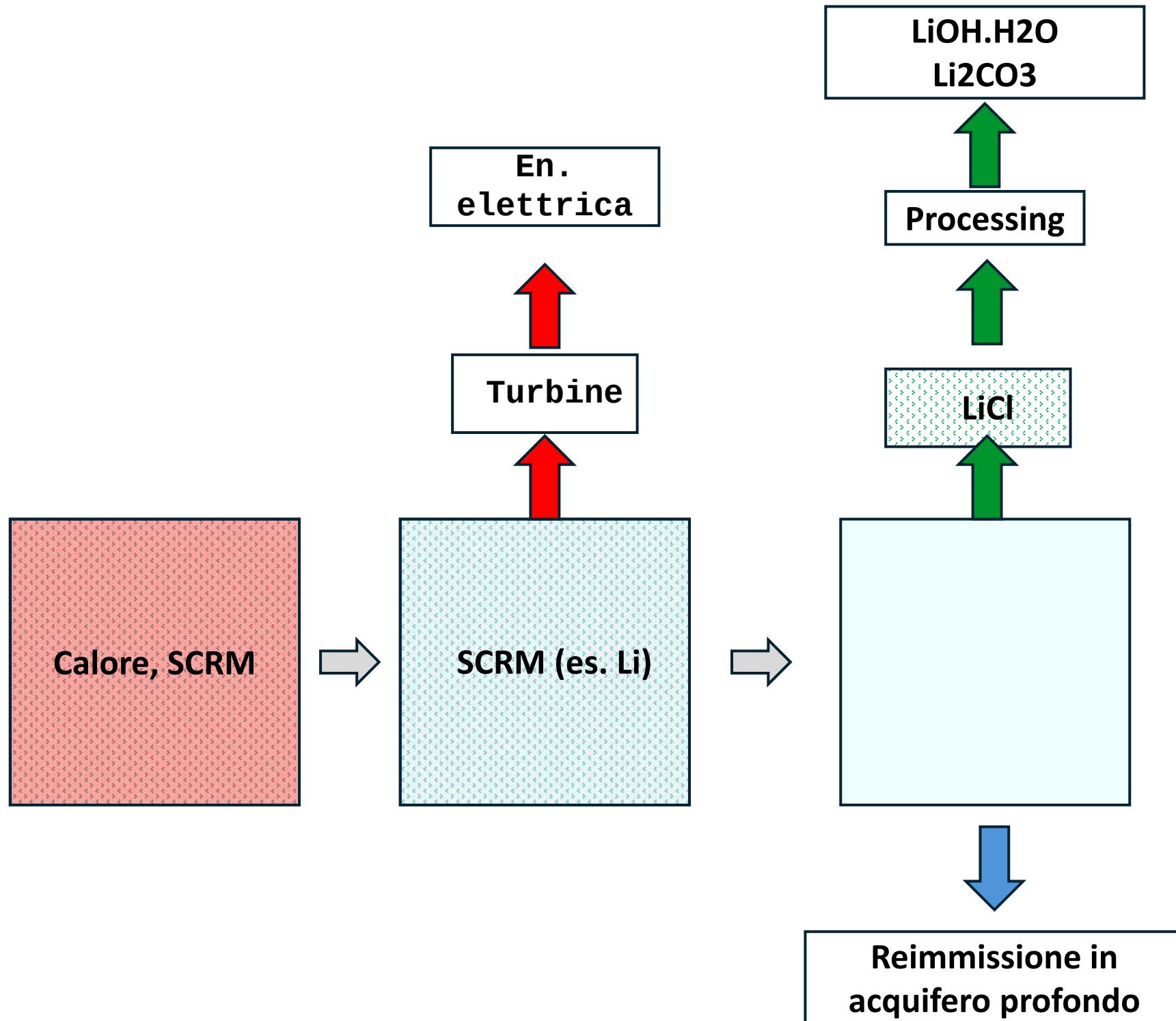


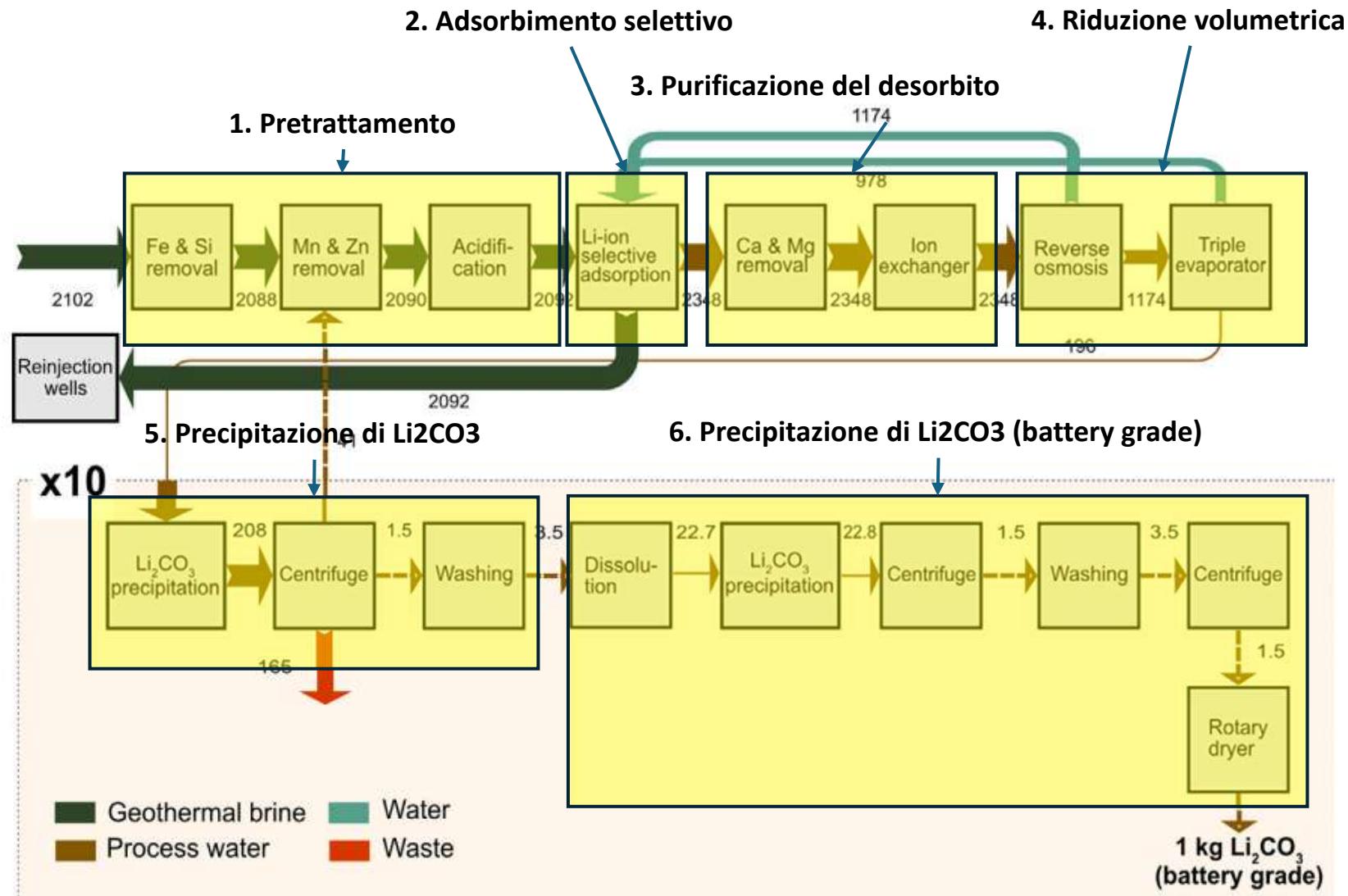
# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrati  
Strozzi

## Progetto della "Vulcan" nel Reno meridionale









## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrafi  
Strozzi

### 7 La “MPC rush”: le regole del gioco



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

Areas of risks		Description
Environment	Climate change	<ul style="list-style-type: none"><li>With higher greenhouse gas emission intensities than bulk metals, production of energy transition minerals can be a significant source of emissions as demand rises</li><li>Changing patterns of demand and types of resource targeted for development pose upward pressure</li></ul>
	Land use	<ul style="list-style-type: none"><li>Mining brings major changes in land cover that can have adverse impacts on biodiversity</li><li>Changes in land use can result in the displacement of communities and the loss of habitats that are home to endangered species</li></ul>
	Water management	<ul style="list-style-type: none"><li>Mining and mineral processing require large volumes of water for their operations and pose contamination risks through acid mine drainage, wastewater discharge and the disposal of tailings</li><li>Water scarcity is a major barrier to the development of mineral resources: around half of global lithium and copper production are concentrated in areas of high water stress</li></ul>
	Waste	<ul style="list-style-type: none"><li>Declining ore quality can lead to a major increase in mining waste (e.g. tailings, waste rocks); tailings dam failure can cause large-scale environmental disasters (e.g. Brumadinho dam collapse in Brazil)</li><li>Mining and mineral processing generate hazardous waste (e.g. heavy metals, radioactive material)</li></ul>
Social	Governance	<ul style="list-style-type: none"><li>Mineral revenues in resource-rich countries have not always been used to support economic and industrial growth and are often diverted to finance armed conflict or for private gain</li><li>Corruption and bribery pose major liability risks for companies</li></ul>
	Health and safety	<ul style="list-style-type: none"><li>Workers face poor working conditions and workplace hazards (e.g. accidents, exposure to toxic chemicals)</li><li>Workers at artisanal and small-scale mine (ASM) sites often work in unstable underground mines without access to safety equipment</li></ul>
	Human rights	<ul style="list-style-type: none"><li>Mineral exploitation may lead to adverse impacts on the local population such as child or forced labour (e.g. children have been found to be present at about 30% of cobalt ASM sites in the DRC)</li><li>Changes in the community associated with mining may also have an unequal impact on women</li></ul>



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

Il DI 84/2024 coinvolge direttamente ISPRA su diversi punti, ciò comporta:

1. Congiuntamente agli stakeholder una spinta al recupero delle competenze anche in relazione a nuovi strumenti di esplorazione (satelliti iperspettrali; tomografia muonica, veicoli a controllo remoto o autonomo, Intelligenza Artificiale e Machine Learning)
2. un possibile ruolo di ISPRA nel processo di accettabilità sociale dell'attività mineraria



E' necessario coltivare le nostre georisorse e farlo in modo sostenibile



E' necessario ricostruire le conoscenze e le competenze



E' necessario investire in ricerca e formazione



## **IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE**

### **Valutazione “super partes” dell’impatto Ambientale e Mitigazione dei Rischi.**

la protezione dell’ambiente è il “core business” di ISPRA e l’istituto ha tutte le competenze per tutte le valutazioni opportune dalla fase di esplorazione a quella della gestione dei rifiuti minerari e ripristino ambientale post miniera (si ricorda in tal senso i compiti di inventario delle strutture di deposito che hanno gravi ripercussione negative sull’ambiente, art. 20 del d.lgs 117/08)

**Trasparenza da parte degli operatori e delle istituzioni e coinvolgimento delle comunità** (apertura di un canale comunicazione delle conoscenze scientifiche (geologico-giacimentologiche).



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacrati  
Strozzi

"That's all Folks!"  
Grazie

Ogniqualvolta una teoria ti sembra essere l'unica possibile, prendilo come un segno che non hai capito né la teoria né il problema che si intendeva risolvere

(K. Popper)

[maurizio.guerra@isprambiente.it](mailto:maurizio.guerra@isprambiente.it)