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

17 LUGLIO 2025, FIRENZE PALAZZO SACRATI-STROZZI

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

ARPAT
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

REGIONE TOSCANA

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

ARPAT
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

REGIONE TOSCANA

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

Le attività di monitoraggio e controllo di ARPAT e le conoscenze sulle brine geotermiche

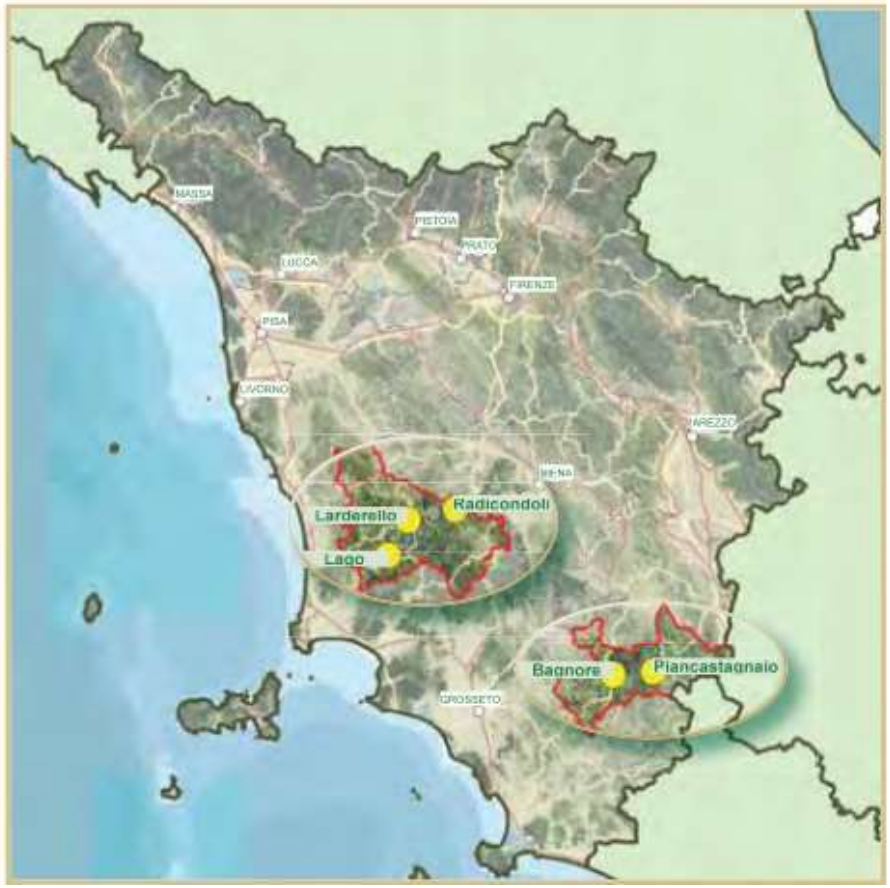
Ing. Francesca Andreis
Dirigente Responsabile del Settore Geotermia

La Geotermia in Toscana

Oggi la società Enel Green Power S.p.A. (EGPI) gestisce **33 centrali geotermoelettriche** (corrispondenti a 36 gruppi produttivi) suddivise in 4 aree geotermiche della Toscana: **Larderello – Lago – Radicondoli – Piancastagnaio.**

La potenza installata è complessivamente pari a **915 MW.**

L'energia prodotta attraverso la coltivazione dei fluidi geotermici, copre quasi il **35% del fabbisogno totale regionale.**



Quadro normativo di riferimento

(per l'attività di ARPAT)

D.lgs. n. 152/2006 "*Norme in materia ambientale*"

I **valori limite** per le centrali geotermoelettriche sarebbero risultati **troppo permissivi**, in quanto non rappresentativi dell'effettivo impatto emissivo delle centrali

La Regione Toscana ha quindi emanato una norma specifica più restrittiva, il DGRT n. 344/2010 "*Criteri direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche*"

Il funzionamento di tutte le centrali geotermiche è poi stato autorizzato con **Autorizzazione Unica Ambientale (AUA).** L'Autorità Competente è la Regione Toscana.

Principali impatti ambientali

In condizioni di esercizio, gli impatti ambientali principali legati allo sfruttamento geotermico possono essere individuati in:

- emissioni in atmosfera;
- disturbi olfattivi legati alla presenza di idrogeno solforato nelle emissioni;
- impoverimento del serbatoio geotermico;
- microsismicità legate allo sfruttamento del serbatoio geotermico e alla reiniezione.

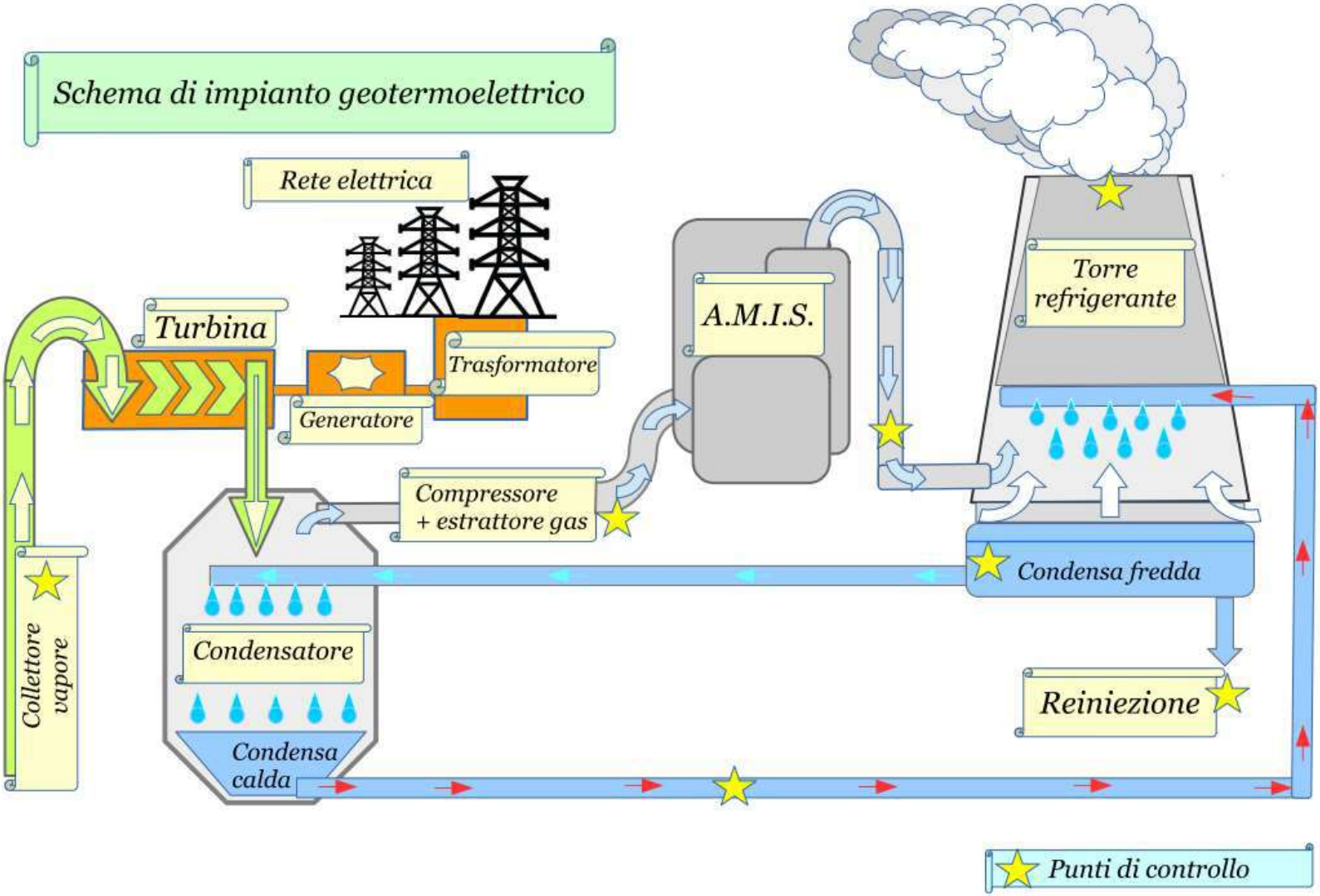
SETTORE GEOTERMIA (Area Vasta Sud)

ARPAT nel **2012** ha istituito uno specifico Settore per controllare le emissioni e gli impatti ambientali dovuti all'attività di coltivazione dei campi geotermici.

Le principali attività del Settore sono:

- Il controllo delle emissioni delle centrali geotermoelettriche;
- Il monitoraggio delle condense di reiniezione;
- Il monitoraggio della qualità dell'aria del territorio geotermico toscano;
- Il monitoraggio di acque superficiali e sotterranee (sorgenti e piezometri) del Monte Amiata.
- L'attività di supporto tecnico per la Regione Toscana

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



Regime normativo VLE - DGRT n. 344/2010

Tabella 4.1 - Valori di emissione in flusso di massa

Descrizione	H_2S Kg/h	Hg g/h	SO_2 g/h
Uscita impianto AMIS	3 (*)	2	200
Uscita dalla centrale a tiraggio naturale fino a 20 MW	10	4	
Uscita dalla centrale a tiraggio naturale > 20 MW	20	8	
Uscita dalla centrale a tiraggio indotto fino a 20 MW	30	10	
Uscita dalla centrale a tiraggio indotto fino tra 20 e 60 MW	80	15	
Uscita dalla centrale a tiraggio indotto > 60 MW	100	20	

(*) = In caso di superamento di tale valore, il limite si considera comunque rispettato se la percentuale di abbattimento dell'impianto AMIS,per H_2S, è maggiore del 97%.

Regime normativo

DGRT n. 344/2010 allegato A - Tabella 4.2 - Requisiti minimi di esercizio

Descrizione	Requisito minimo (%)
Per le centrali: ore di *NON funzionamento* (1) x 100/8760	< 5
Per gli AMIS: ore di funzionamento AMIS X 100/ore di funzionamento centrale	≥ 90(2)

nota 1: per ore di non funzionamento della centrale, si intende quando questa non è attiva e si ha, contemporaneamente, uno sfioro diretto in atmosfera. Sono quindi escluse da questo computo, le ore di non funzionamento durante le quali non si ha emissione diretta del fluido geotermico (sfioro).
nota 2: (95% per le centrali di Bagnore 3 e Bagnore 4)

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

Collettore vapore

Circa 200 °C

Circa 19 atm.

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

Scarico estrattore

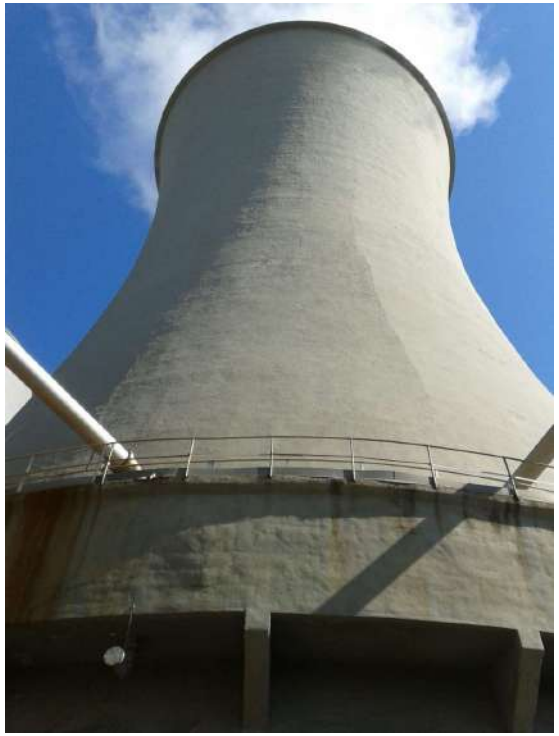
Circa 180°C

Circa 1 bar

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

Uscita impianto AMIS
25 - 30 °C
Circa 1 bar

Torre di raffreddamento a tiraggio naturale



Torri di raffreddamento a tiraggio forzato

ATTIVITA' DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

Nelle aree geotermiche toscane sono presenti **18 stazioni** di rilevamento dell'H_2S gestite da EGPI.

ARPAT svolge un'**attività di validazione dei dati** utilizzando:

- una stazione fissa di monitoraggio installata a Montecerboli
- propria strumentazione installata a rotazione nelle cabine di EGPI
- Un mezzo mobile dotato anche di rilevatore di dati meteo

ARPAT, oltre all'idrogeno solforato, monitora anche le concentrazioni di **Hg (mercurio)**.

EGPI ha inoltre l'obbligo di svolgere campagne stagionali per Mercurio, Ammoniaca, Arsenico, Boro, Antimonio, PM10 e Radon

MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA TRAMITE IL BIOACCUMULO LICHENICO

ARPAT ha recentemente avviato un'attività di supporto tecnico scientifico per l'attuazione, in collaborazione con l'Università di Siena, di un monitoraggio della qualità dell'aria, mediante lo studio del fenomeno di **BIOACCUMULO SUI LICHENI**, di elementi chimici di interesse ecotossicologico associati ai fluidi geotermici quali **Arsenico, Boro, Mercurio e Zolfo**.

I risultati saranno disponibili alla fine del 2026.

MONITORAGGIO DELLA RISORSA IDRICA

ARPAT effettua il controllo del piano di monitoraggio chimico-fisico realizzato da EGPI per le acque superficiali e di falda della zona geotermica del **Monte Amiata.**

In totale sono presenti **21 stazioni di prelievo**: 8 punti di acque superficiali, 9 punti di acque sotterranee e 4 piezometri con frequenza semestrale).

L'attività prevede altresì la verifica della congruità dei dati ENEL mediante campioni prelevati in parallelo e successivo confronto dei dati.

ATTIVITA' ISTRUTTORIA

Il Settore Geotermia è impegnato in attività di **supporto tecnico specialistico**, mediante l'emissione di contributi istruttori tecnici in materia di geotermia.

L'attività attualmente riguarda principalmente il:

- Supporto al **Settore VIA VAS della Regione Toscana** per l'attività di perforazione di nuovi pozzi geotermici, modifiche/ripristini su pozzi esistenti, verifica di prescrizioni.
- Supporto al **Settore Pianificazione e gestione geotermica della Regione Toscana** per quanto relativo alla recente proroga della concessione.

VERIFICA REQUISITI PER IL PREMIO ANNUALE Near Zero Emissions (NZE)

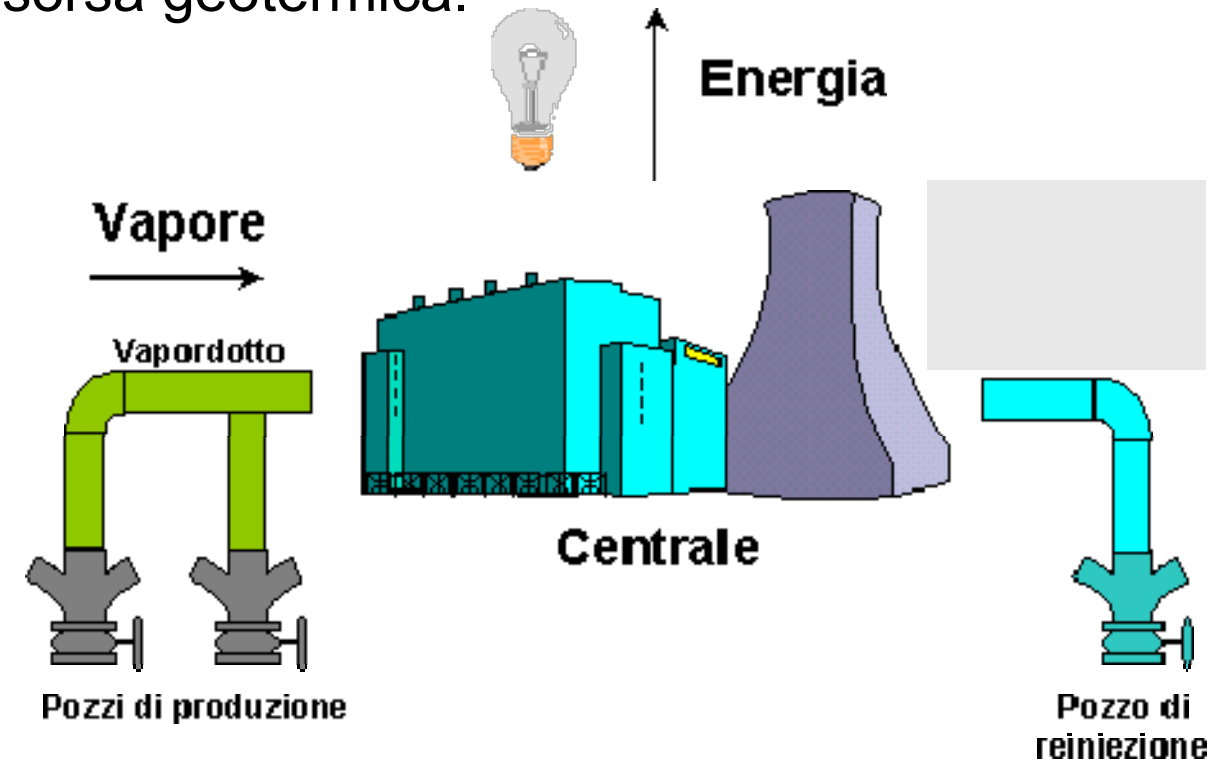
Il Settore Geotermia è impegnato anche in attività di verifica delle condizioni per il riconoscimento, nell'ambito degli **schemi di incentivazione alle fonti energetiche rinnovabil**i, di premi e tariffe speciali per gli impianti geotermici, che utilizzano tecnologie avanzate con prestazioni ambientali elevate **Tale attività di verifica è svolta annualmente per la Centrale di Bagnore 4**

MONITORAGGIO ACQUE DI REINIEZIONE

Il funzionamento delle centrali prevede la **reiniezione nel serbatoio geotermico delle condense** in esubero tramite specifici pozzi reiniettivi. La reiniezione è una pratica importante per garantire la sostenibilità degli impianti geotermici e salvaguardare la risorsa geotermica.

La reiniezione può essere:

- **Calda** (in testa al pozzo di estrazione del vapore)
- **Fredda** (a valle delle attività di centrale)



MONITORAGGIO ACQUE DI REINIEZIONE

Tale attività è autorizzata dalla Regione Toscana con **n.3 autorizzazioni alla reiniezione geotermica per le seguenti aree:**

- Area Tradizionale
- Area Amiata senese
- Area Amiata grossetana.

Concessione di coltivazione risorse geotermiche	**Autorizzazione alla reiniezione nella concessione geotermica**
Bagnore	Aut. Area Geotermica Amiata Dec.RT **5758** 30/11/2015
Piancastagnaio	Aut. Area Geotermica Amiata Dec.RT **5757** 30/11/2015
Canneto	Aut. Area Geotermica Tradizionale Dec.RT **5756** 30/11/2015
Chiusdino	
Larderello	
Lustignano	
Rio Secco	
Travale	

MONITORAGGIO ACQUE DI REINIEZIONE

La prescrizione presente negli atti autorizzativi è la seguente:

***Le caratteristiche di composizione chimico-fisica dei fluidi reiniettati**, sia qualitativa che quantitativa (tipologia e concentrazione delle sostanze comunque presenti nei fluidi medesimi), **dovranno essere simili a quelle dei fluidi geotermici delle formazioni di provenienza**; in particolare non potrà essere effettuata l'immissione nei pozzi di reiniezione di sostanze estranee al ciclo minerario previsto e autorizzato per i fluidi geotermici.*

ARPAT dal **2017** effettua il controllo di tale prescrizione attraverso la validazione delle attività di monitoraggio svolte, su tutti i pozzi reiniettivi, da EGPI e effettuando propri campionamenti delle condense presso **7 pozzi reiniettivi** (4 in Area Amiatina + 3 in Area Tradizionale), **con frequenza bimestrale.**

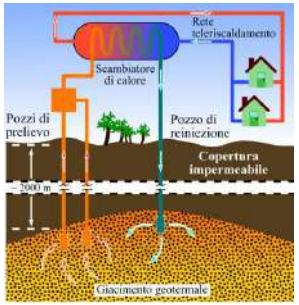
MONITORAGGIO ACQUE DI REINIEZIONE

Pozzi reiniettivi suddivisi per area(tot. 61)

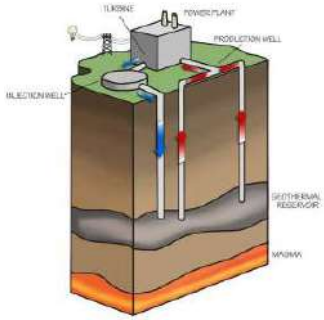
ACQUE DI REINIEZIONE e BRINE GEOTERMICHE

Le brine geotermiche e le acque di reiniezione sono due tipi di fluidi.

Le **brine geotermiche** sono acque ad alta temperatura presenti nel sottosuolo, che vengono estratte tal quali per sfruttare il loro calore



Le **acque di reiniezione**, invece, sono fluidi che, dopo che il vapore del bacino geotermico è stato utilizzato per la produzione di energia nelle centrali geotermiche, vengono reimmessi nel sottosuolo sotto forma di condensa.

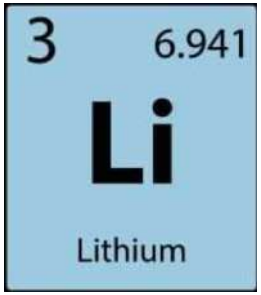


ACQUE DI REINIEZIONE e BRINE GEOTERMICHE

Possibile loro utilizzo per la produzione di LITIO

Entrambe queste tipologia di acque provengono dal sottosuolo:

- le brine geotermiche allo stato liquido,
- le acque di reiniezione, inizialmente sotto forma di vapore.

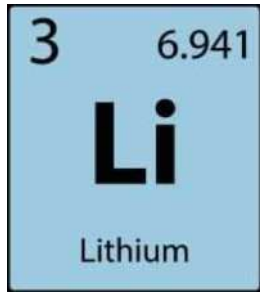


- Se nel loro percorso verso la superficie, sono entrate in contatto con materiali rocciosi contenenti **LITIO**, possono quindi potenzialmente contenerlo.
- Se tale contenuto risultasse tale da poter essere tecnicamente sfruttato, la pratica dell'estrazione del Litio dai fluidi geotermici toscani potrebbe rappresentare **un esempio virtuoso di economia circolare.** Non essendo necessarie nuove perforazioni del sottosuolo, sarebbero infatti evitati impatti ambientali estremamente rilevanti.

ACQUE DI REINIEZIONE e BRINE GEOTERMICHE

Possibile loro utilizzo per la produzione di LITIO

ARPAT, d'intesa con la **Regione Toscana**, ha ritenuto quindi importante porre le basi per realizzare uno studio sulle possibilità di sfruttamento del Litio nelle aree geotermiche della Toscana.



Tutto ciò alla luce:

- delle conoscenze di cui dispone del territorio e degli impianti;
- dei dati raccolti negli anni sulle acque di reiniezione, che potranno utilmente essere ulteriormente integrati (acque di reiniezione e brine geotermiche laddove possibile)

A tal fine **ARPAT** ha quindi recentemente stipulato un **accordo di ricerca** con la Società **RSE S.p.A.**

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

ARPAT
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

REGIONE TOSCANA

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

Accordo di ricerca ARPAT/RSE

Lo studio non tratterà aspetti economici e/o tecnologici, ma **si concentrerà sulla fattibilità dell'estrazione del litio e sulla determinazione delle connesse implicazioni ambientali.**

In particolare, il progetto prevede una prima fase durante la quale **ARPAT** provvederà:

- alla raccolta dei dati storici disponibili relativi alle concentrazioni di litio presenti nelle brine geotermiche e nelle acque di reiniezione (calde e fredde) delle centrali toscane per le tre aree geotermiche;
- al prelievo e analisi di campioni di brine geotermiche e acque di reiniezione al fine di completare il quadro inziale.

Sulla base del quadro che man mano sarà realizzato, **RSE** potrà :

- procedere con la valutazione della potenzialità di estrazione di litio (RSE),
- ipotizzare conseguentemente una struttura industriale sulla base delle tecnologie possibili conosciute (impianti di cattura, estrazione, purificazione);
- quantificare i relativi impatti ambientali ed effettuare l'analisi LCA (life cycle assesment) in termini di carbon footprint.

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

ARPAT
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

REGIONE TOSCANA

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

GRAZIE PER L'ATTENZIONE