

Convegno

“Estrazione di Litio da brine geotermiche: potenzialità”

**Metodologie di valutazione del contenuto
di Litio nelle brine**

27 Giugno 2024



steam
geothermal energy



steam

Our presence in international geothermal markets is increasingly that of **a global player.**

IN THE LAST 8 YEARS

30+

NATIONS

20+

FEASIBILITY STUDIES

30+

RESOURCE ASSESSMENTS

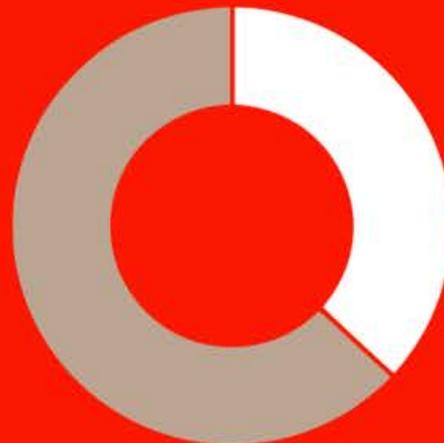
40+

WELLS COMMISSIONED

10+
DRILLING
SUPERVISIONS

90+

KMs OF GATHERING
SYSTEMS ENGINEERED



260+
PLANT MWs SUPERVISED

520+
PLANT MWs ENGINEERED



Full Spectrum Geothermal Services

Ensuring our client's success requires **mastery of all disciplines and activities** in geothermal development.

And we have it.



Resource
Assessment &
Management



Feasibility
Studies



Environment &
Permits



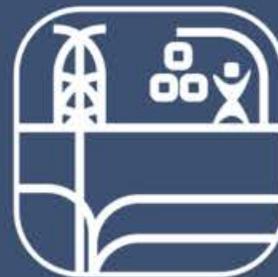
Drilling
Engineering &
Supervision



Engineering



Construction
Management



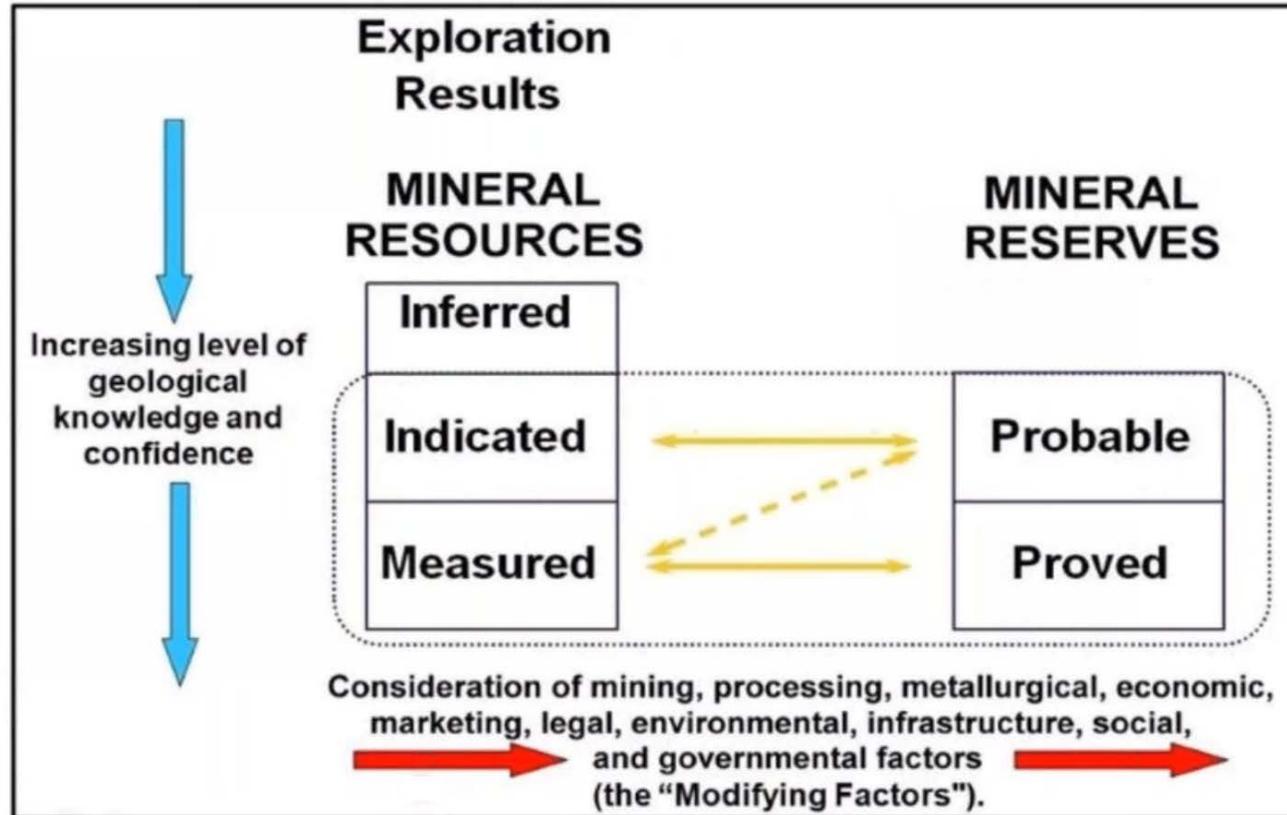
O&M
Strategies



Capacity
Building



APPROCCIO NELLA VALUTAZIONE DELLE RISORSE MINERALI



Relazione generale tra risultati dell'esplorazione, risorse minerali e riserve minerali (PERC 2021)



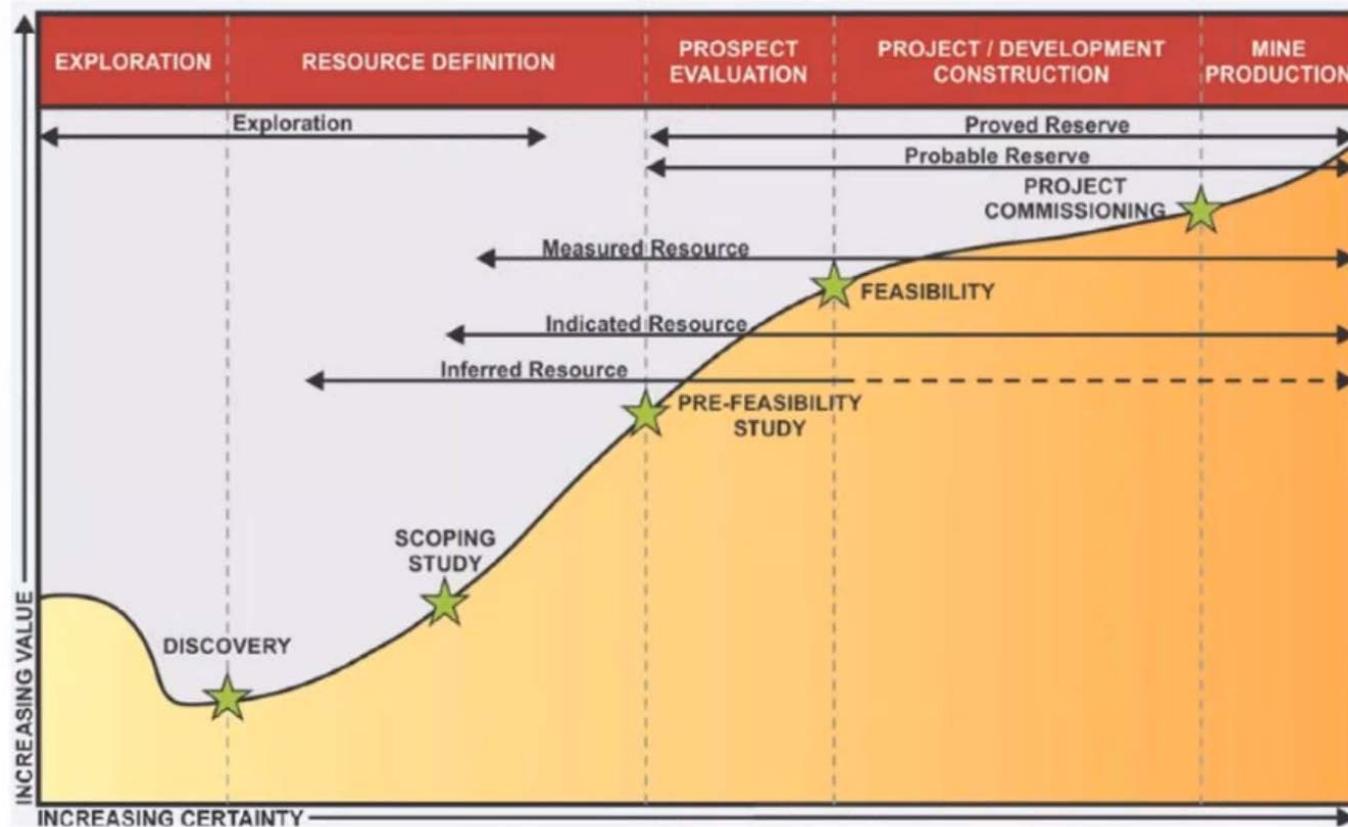
PERC



Principali definizioni:

- Risorse minerali
- Riserve minerali
- Risultati dell'esplorazione
- Fattori modificanti

APPROCCIO NELLA VALUTAZIONE DELLE RISORSE MINERALI



Principali step nello sviluppo di un progetto:

- Scoping study
- Studio di Pre-Fattibilità
- Studio di Fattibilità
- Commissioning del Progetto

Relazione tra aumento del grado di conoscenza e valore del progetto, durante gli step di sviluppo del progetto minerario (Noppé 2014)

LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DEL LITIO

CIM Best Practice Guidelines for Resource and Reserve Estimation for Lithium Brines (2012)

Suggeriscono che gli elementi essenziali per la valutazione delle risorse e riserve minerali contenute in una brine sono la:

- Definizione della geometria dell'acquifero → Modello Geologico Concettuale
- Determinazione della porosità efficace → Analisi di Laboratorio e Petrofisiche
- Concentrazione degli elementi d'interesse → Campionamento e Analisi Chimiche
- Parametri caratteristici dell'acquifero → Test di produzione e reservoir engineering

METODI PER LA VALUTAZIONE DEL LITIO

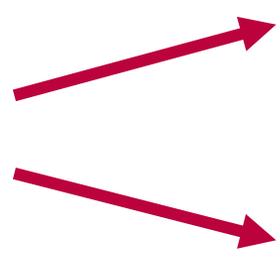
APPROCCIO VALUTAZIONE DELLE RISORSE

$$\text{Mass in Place} = V \cdot \phi \cdot C$$

V = Volume delle rocce serbatoio (m³);

ϕ = Porosità efficace(%);

C = Concentrazione dell'elemento d'interesse (Litio - g/m³)



Metodo Probabilistico/Stocastico

Modellazione 3D

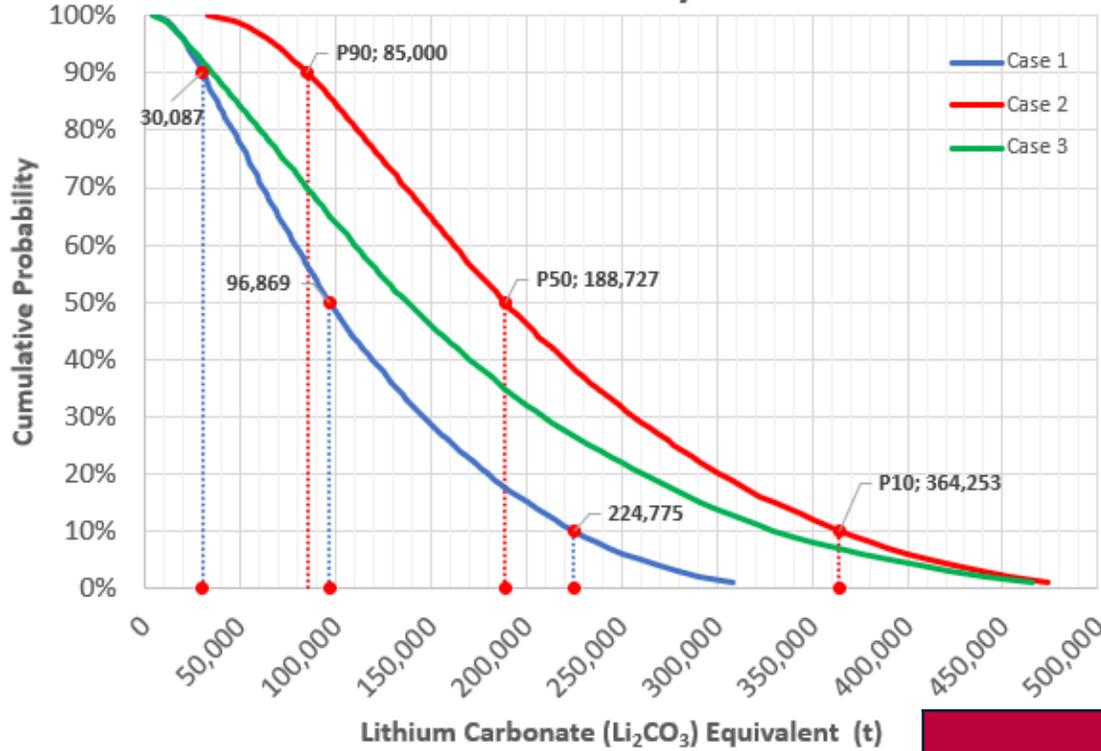
APPROCCIO VALUTAZIONE DELLE RISERVE

La stima delle riserve di litio in una brine geotermica richiede la considerazione di parametri aggiuntivi, quali:

- Permeabilità
- Trasmissività
- Coefficiente d'immagazzinamento
- Efficienza di estrazione

STIMA DELLE RISORSE - METODO STATISTICO

Stochastic Analysis



$$\text{Mass in Place} = V \cdot \phi \cdot C$$

| | P90 | P50 | P10 |
|-----------------------|--------|---------|---------|
| Case 1 LCE (t) | 30,087 | 96,869 | 204,797 |
| Case 2 LCE (t) | 85,000 | 188,727 | 364,253 |
| Case 3 LCE (t) | 35,054 | 137,661 | 329,706 |

Amount of lithium in place (in metric tons) as a function of the cumulative probability

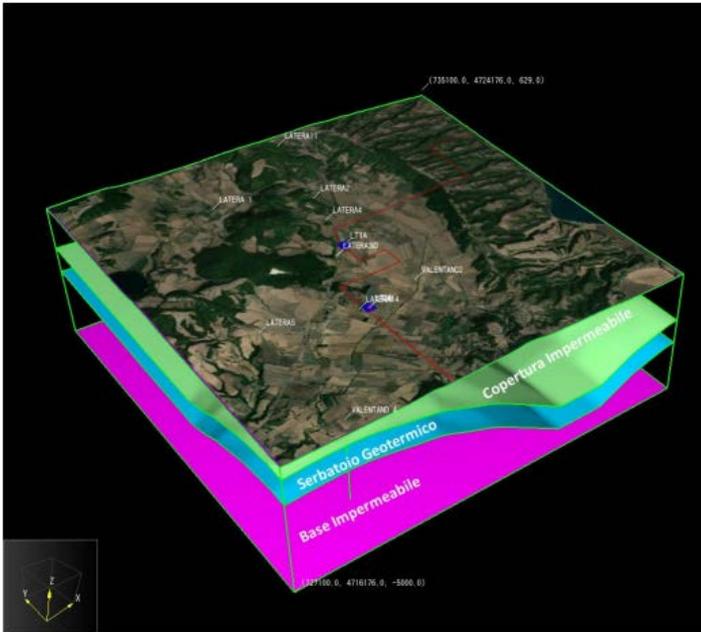
Values and probability for each variable in the mass-in-place simulation

| Parameter | Probabilistic Distribution | Case 1 | | | Case 2 | | | Case 3 | | |
|--|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | Min. Value | Med. Value | Max. Value | Min. Value | Med. Value | Max. Value | Min. Value | Med. Value | Max. Value |
| Area (km²) | Uniform | 2 | - | 10 | 8 | - | 10 | 3 | - | 10 |
| Reservoir thickness (m) | Uniform | 500 | - | 800 | 500 | - | 800 | 500 | - | 800 |
| Effective Porosity (%) | Uniform | 2 | - | 3 | 3 | - | 5 | 1 | - | 5 |
| Lithium Conc. (g/m³) | Triangular | 50 | 200 | 250 | 50 | 200 | 250 | 50 | 200 | 250 |

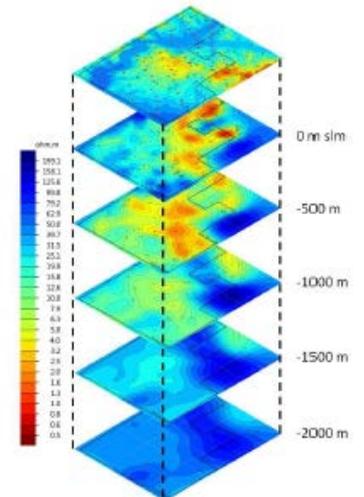
STIMA DELLE RISORSE - MODELLAZIONE GEOLOGICA 3D

La ricostruzione geologica tridimensionale necessita:

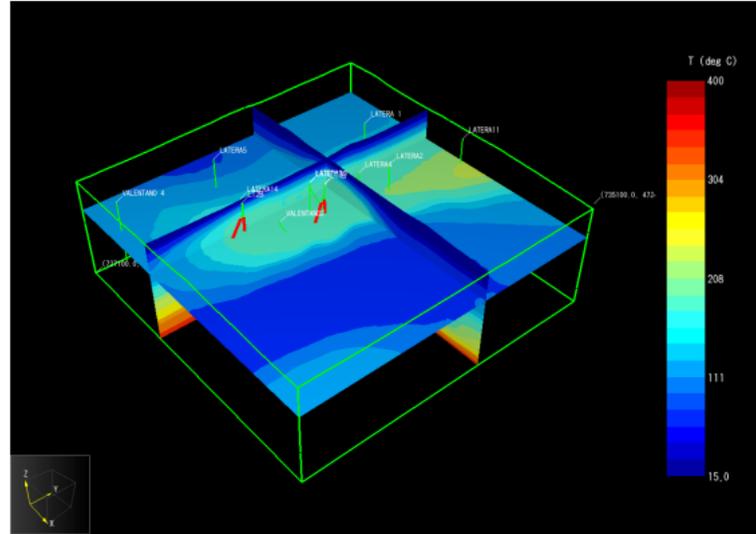
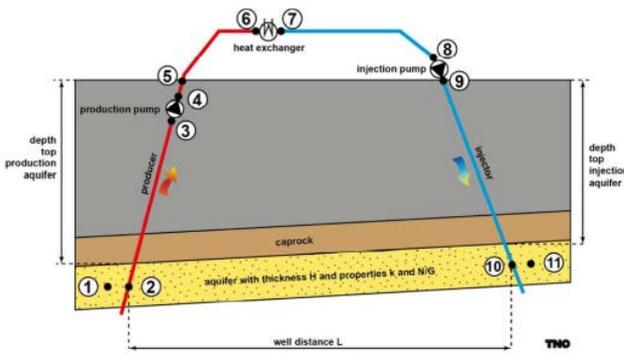
- Raccolta e analisi dei dati stratigrafici e petrofisici del sottosuolo
- Analisi ed interpretazione di rilievi geofisici, calibrati con i dati di sottosuolo
- Ricostruzione delle principali superfici geologiche: tetto e base del serbatoio geotermico
- Definizione dei bordi del modello e di potenziali barriere impermeabili
- Discretizzazione in celle del volume ricostruito ed individuazione volumi delle risorse minerali dedotte, indicate e misurate, con definizione di un cut-off value.



Esempio di modellazione geologica tridimensionale



STIMA DELLE RISERVE - MODELLO NUMERICO DI SERBATOIO

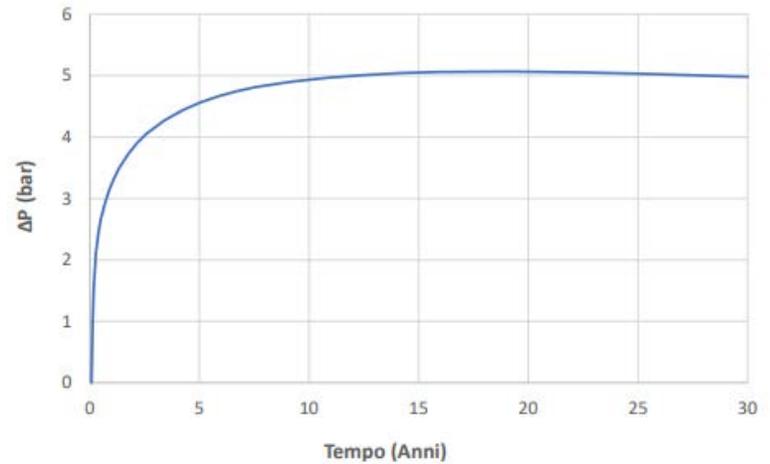
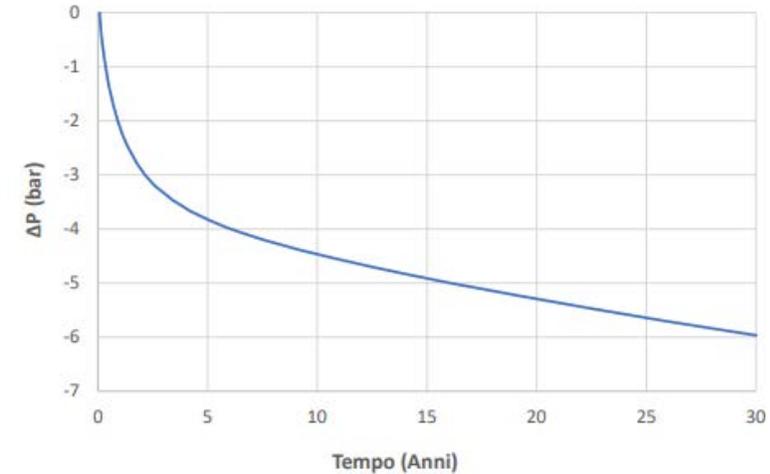


Distribuzione delle temperature nel serbatoio geotermico

Schema esemplificativo sistema di produzione e reiniezione (TNO)

La **valutazione delle riserve provate o probabili** richiede che i **risultati dell'esplorazione** siano ad uno **stato avanzato**, nonché che sia **disponibile un progetto di coltivazione della risorsa**.

Queste possono essere valutate con l'ausilio di software di **reservoir engineering**, che utilizzano ad esempio codice di calcolo TOUGH, anche se risulta molto complesso definire la possibile **interazione fluido-roccia**.



Andamento della pressione di lungo periodo generato dall'attività di coltivazione



steam

steam-group.net