



LEGAMBIENTE

La Geotermia toscana

**FORUM ENERGIA
TOSCANA**

2026



FIRENZE

Palazzo Medici Riccardi | Sala "Luca Giordano"

Sabato 28 marzo 2026 - 9.00 / 13.30

Giampaolo Vecchieschi – Head of Permitting and Relations with control Authority

O&M GEO - ENEL Green Power Italia

Legambiente Forum Energia Toscana 2026 – Palazzo Medici Riccardi, Firenze 28 Marzo 2026



Larderello: la “ex” Valle del Diavolo

La risorsa come denominatore dello sviluppo culturale del territorio da oltre 2000 anni



Terme Etrusche



VEDUTA DEI LAGONI BORACIFERI DI LARDERELLO, NELLA PROVINCIA DI PISA
ARRETRATI DEI FUMI DEI BORGHI DI LARDERELLO, NELLA PROVINCIA DI PISA



Panorama da Montecerboli



Prof. Paolo Savi



Prince Piero Ginori Conti



La Sig.ra Curie a Larderello (vicino ad essa è il prof. Nasini)



Prof. Enrico Fermi



Prof. Stefano Bonatti



Arch. Giovanni Michelucci

200 anni di storia

- ✓ Industria moderna nata con l'utilizzo delle manifestazioni naturali per l'estrazione di boro
- ✓ Contributi scientifici e culturali di altissimo livello
- ✓ Risorse attrattive uniche: Museo della Geotermia, pozzo geotermico dimostrativo, trekking delle Biancane tra fumarole e putizze (GeoParco UNESCO delle Colline Metallifere).

Differenti utilizzi della risorsa geotermica

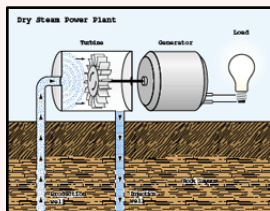
Classificazione della geotermia in base agli utilizzi, temperature e contesto idrogeologico



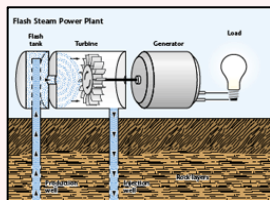
RISORSA GEOTERMICA

ELETTRICA

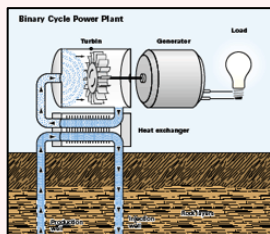
Vapore secco



Flash



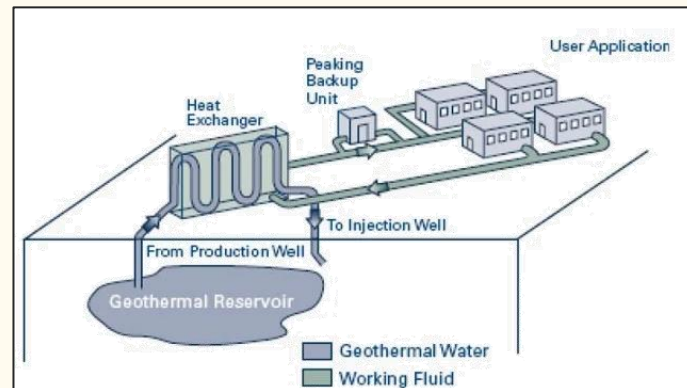
Binario



Il fluido geotermico a media/alta energia con temperatura maggiore di 120 °C viene utilizzato prevalentemente per generazione di energia elettrica, attraverso differenti soluzioni tecnologiche dipendenti dalle condizioni termodinamiche del serbatoio.

TERMICA

Teleriscaldamento



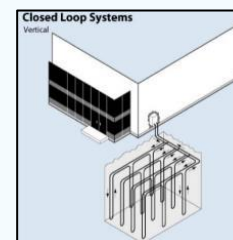
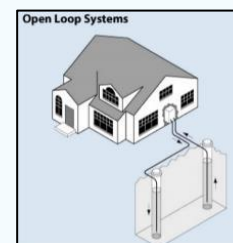
Nel caso in cui la temperatura della risorsa sia minore di 120 °C, il fluido viene utilizzato solo per scaldare (teleriscaldamento, alimentare, industriale, acquacultura, etc.) tramite pozzi di produzione e reiniezione e una stazione di scambio con fluido termovettore.

TERMICA

Pompe di calore geotermiche

Le sorgenti esterne di calore utilizzabili dalla pompa sono:

(1) il suolo saturo oppure (2) i corpi idrici superficiali. La temperatura della risorsa è compresa tra i 10 e 50 °C.

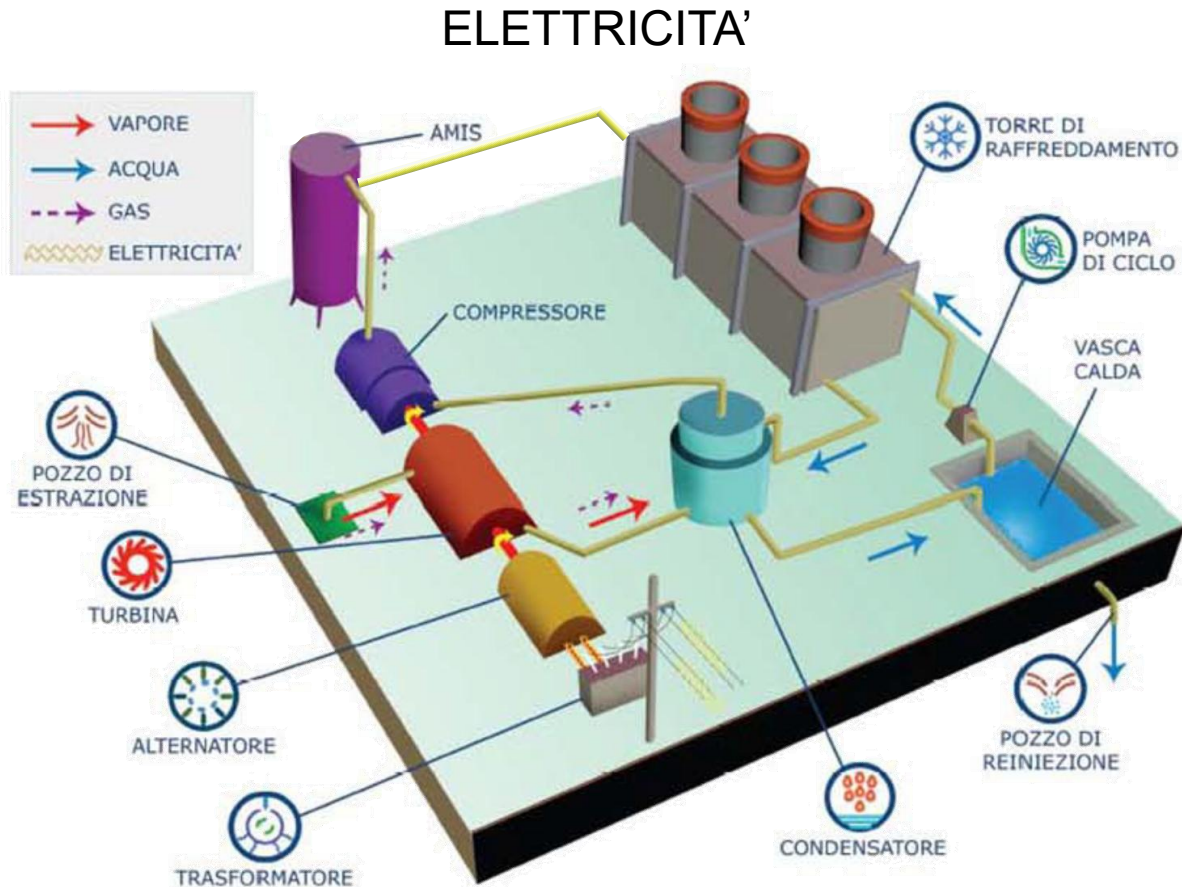


(1) Le sonde geotermiche verticali si spingono nella fascia omeotermica, intervallo in cui la temperatura è costante, non risentendo delle variazioni termiche esterne stagionali, **usualmente a partire dai 20-50m dalla superficie.**

(2) Laghi, fiumi o acqua di mare possono essere utilizzati con circuito aperto con scambio di massa.

Il processo geotermico

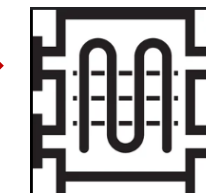
Il ciclo del calore



Calore dagli
impianti e
pozzi
geotermici



Scambiatore di
calore



Fluido reiniettato post
scambio termico

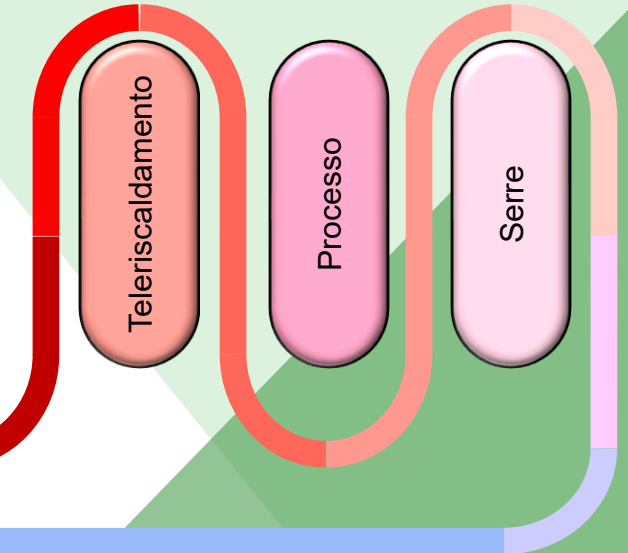


Il ciclo del calore si chiude con la reiniezione.

Il fluido geotermico reiniettato si *riscalda* in serbatoio e diventa disponibile per nuova produzione.

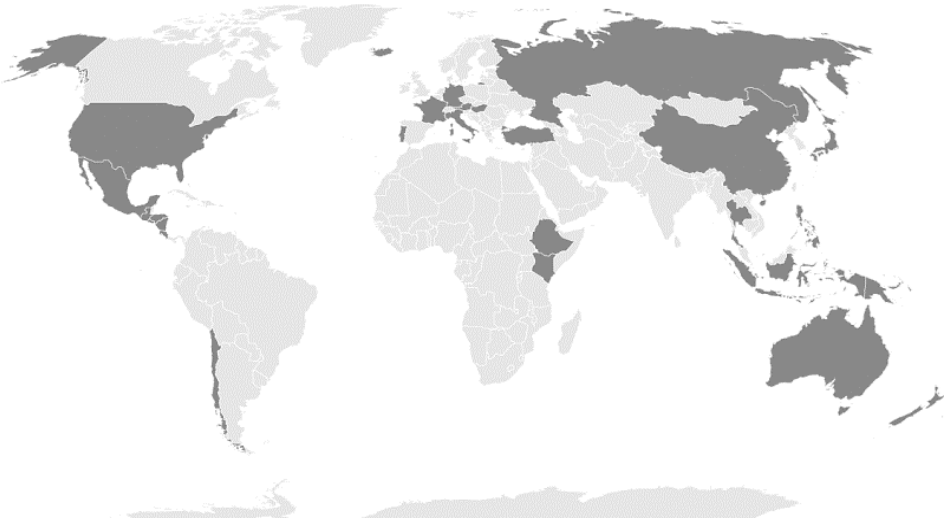
CALORE residuo

enel
Green Power



- ✓ La geotermia è una risorsa rinnovabile grazie alla ricarica naturale e alla reiniezione del vapore condensato a fine ciclo di utilizzo nella centrale geotermoelettrica.

La geotermia a livello mondiale ed europeo

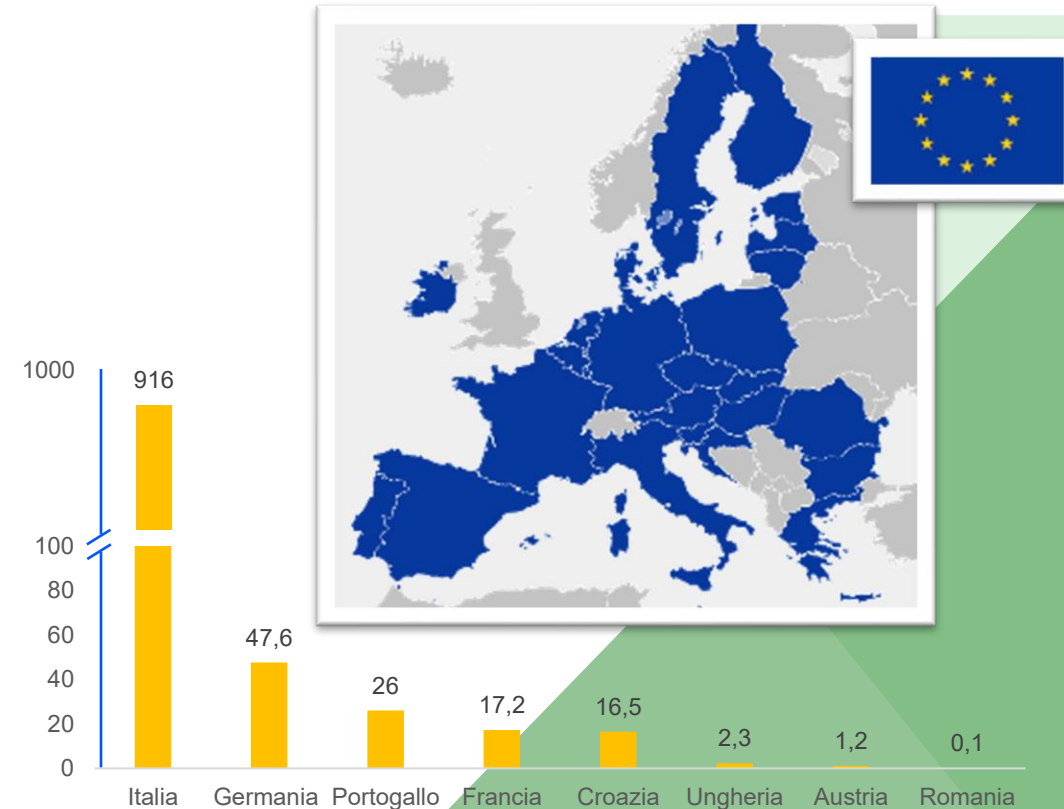
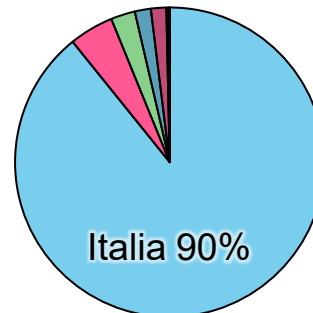


A livello mondiale la capacità totale installata di generazione di energia geotermica alla fine del 2023 era pari a 16.335 MW (fonte Think Geoenergy)

L'Italia rappresenta **oltre il 90%** della potenza installata nell'Unione Europea

19/03/2026

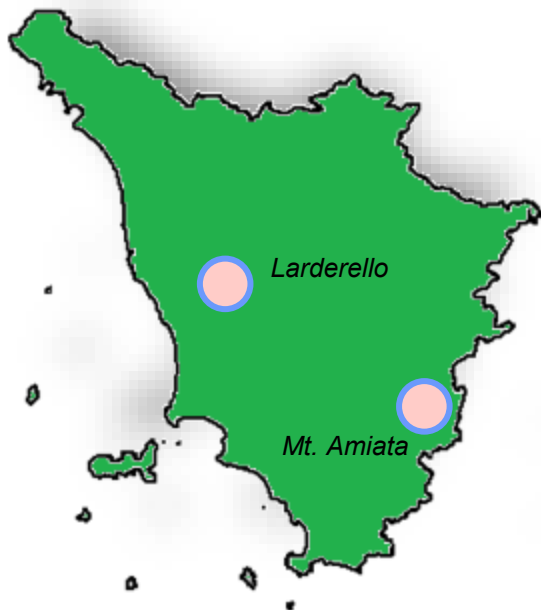
Copyright © 2024 Enel S.p.A. All rights reserved.



Potenza geotermoelettrica installata nell'Unione Europea in MWe al 2022 (fonte EGC 2022)

La geotermia in Toscana

Qualche numero



120 Anni di esercizio dal **1904**

37 Unità di generazione elettrica

512 Pozzi geotermici

≈700 Km di vaporedotti e acquedotti

≈700 Dipendenti

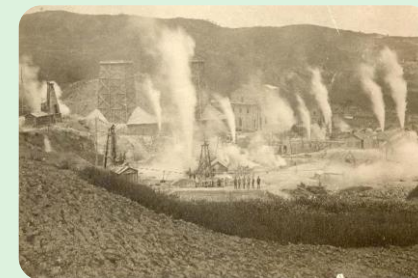
24 Ore di disponibilità

916 MW di capacità elettrica installata

≈175 MWt per riscaldare 14000 utenze

2,6 Mt di emissioni di CO₂ evitate

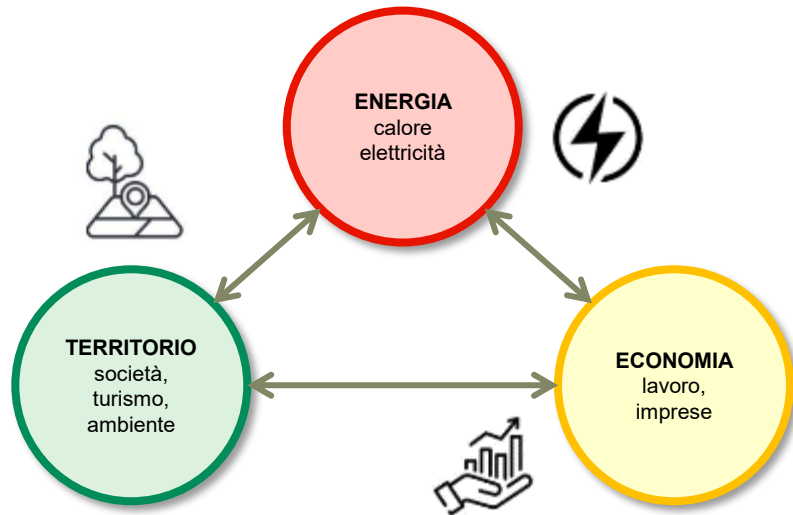
5,4 TWh di produzione annua



Oltre 1.800 occupati in Toscana tra diretti e indiretti, produzione circa il **30% dei consumi della Toscana** ed oltre il **75% di produzione di energia rinnovabile (dati 2022)**

Asset fondamentale per lo sviluppo rinnovabile della Toscana e dell'Italia

La geotermia in Toscana



Teleriscaldamenti



Progetti per aumentare il numero dei clienti serviti e estendere l'utilizzo dell'energia termica alle aree industriali per aumentare i benefici ambientali, occupazionali ed economici.

Performances



Maggiore disponibilità e miglioramento continuo dell'efficienza degli AMIS per il miglioramento delle performances tecniche ed economiche.

Inserimento ambientale asset



Studi paesaggistici e recupero di aree non utilizzate o a forte impatto visivo.

Turismo sostenibile



Geotermia promotrice di iniziative di turismo sostenibile sul territorio.

Legame stretto tra la geotermia, l'economia e il territorio.

Enel Green Power leader nella tecnologia geotermica



Elementi di forza

- Il più grande operatore mondiale geotermico completamente integrato.
- Unico, fra i grandi operatori, ad esercire impianti all'estero e consolidata esperienza su scala internazionale
- Pionieri nello «sfruttamento» della risorsa
- Cultura della “coltivazione” dei campi - utilizzo della reiniezione per contrastare il declino.
- Leadership nelle performance di efficienza e disponibilità impiantistica.
- Detentore di tecnologie impiantistiche proprietarie (AMIS - sistema per migliorare performance ambientale).
- Indotto di 80 imprese nel distretto geo e 150 in Toscana, circa 100 M€ di spesa/annua con ricaduta ~55% a livello Toscana ed oltre 90% ricaduta a perimetro Italia.







O&M Geo Italia





Evoluzione della produzione geotermoelettrica in Italia di EGP

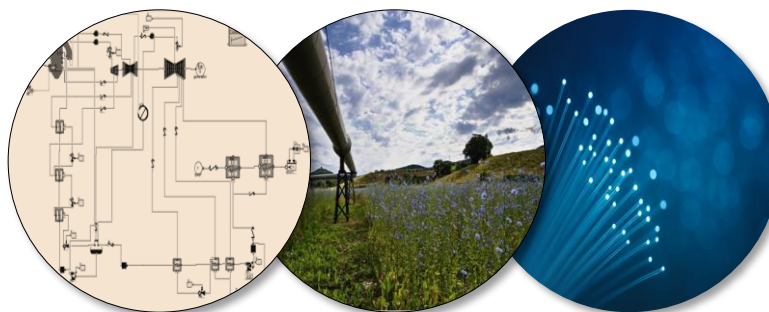


MINERARIO

-  Dal 1904 utilizzo dei pozzi superficiali (entro i 600-800 m) a Larderello
-  Dal 1958 primi pozzi geotermici sul Monte Amiata
-  Dal 1978 primi pozzi profondi a Larderello e sul Monte Amiata (fino a 4500m)
-  Dal 1980 inizio del programma di reiniezione

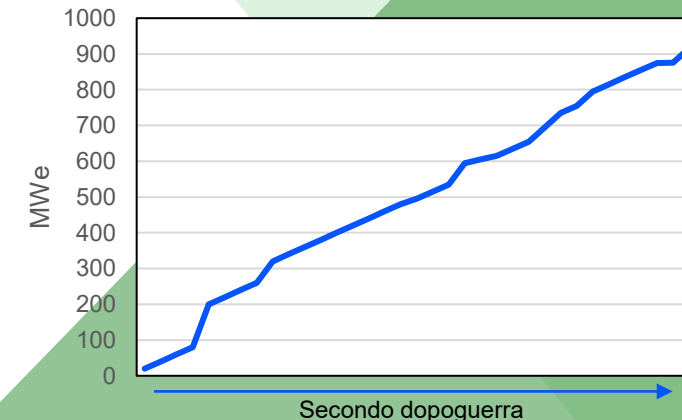
INNOVAZIONE

-  Riduzione della indisponibilità
-  Automazione delle reti
-  Impiantistica interconnessa
-  Utilizzo fibra ottica (350 km)



Incremento graduale della capacità installata per garantire la sostenibilità del sistema

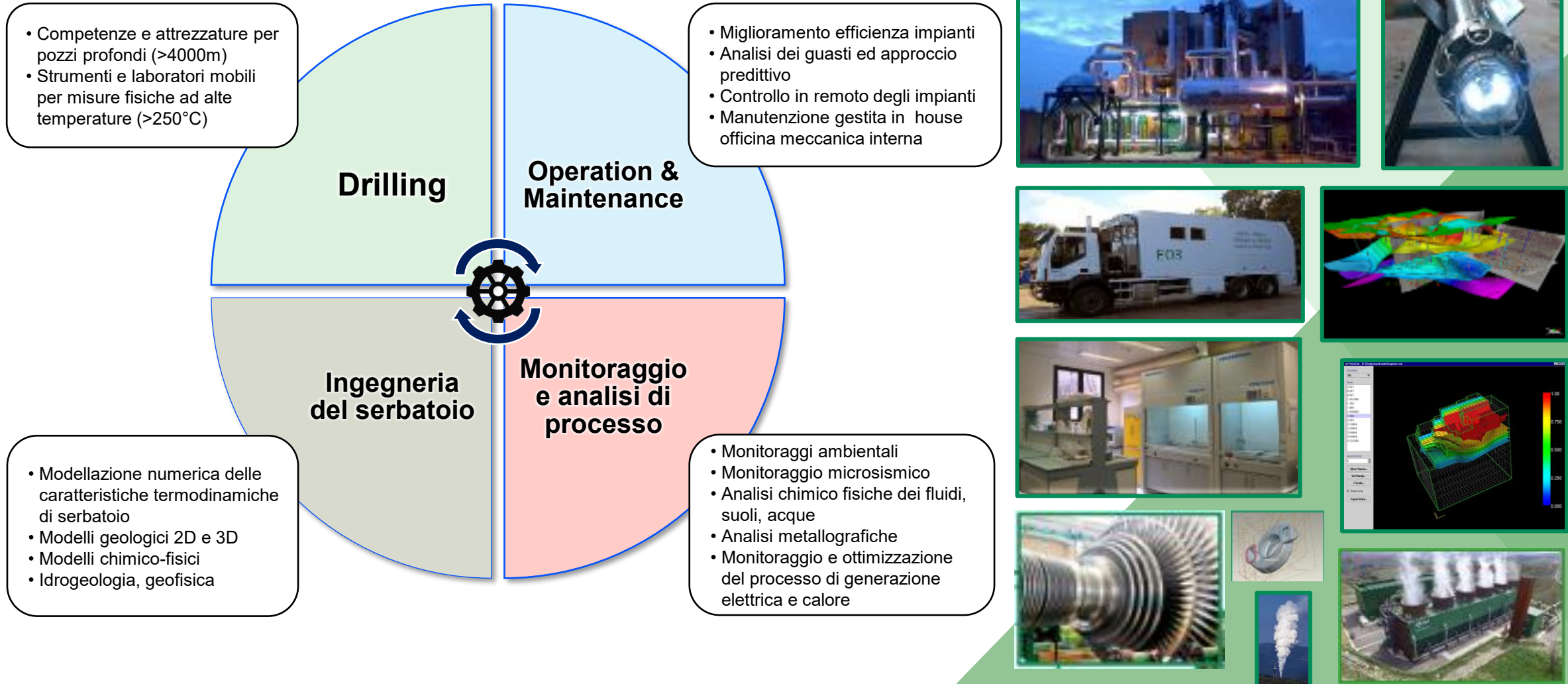
Capacità installata



- ✓ Continua crescita della produzione per più di 100 anni grazie al know-how nella gestione del serbatoio e nella coltivazione dei campi geotermici. Negli ultimi 20 anni a parità di vapore estratto la produzione elettrica è cresciuta di oltre il 70%.

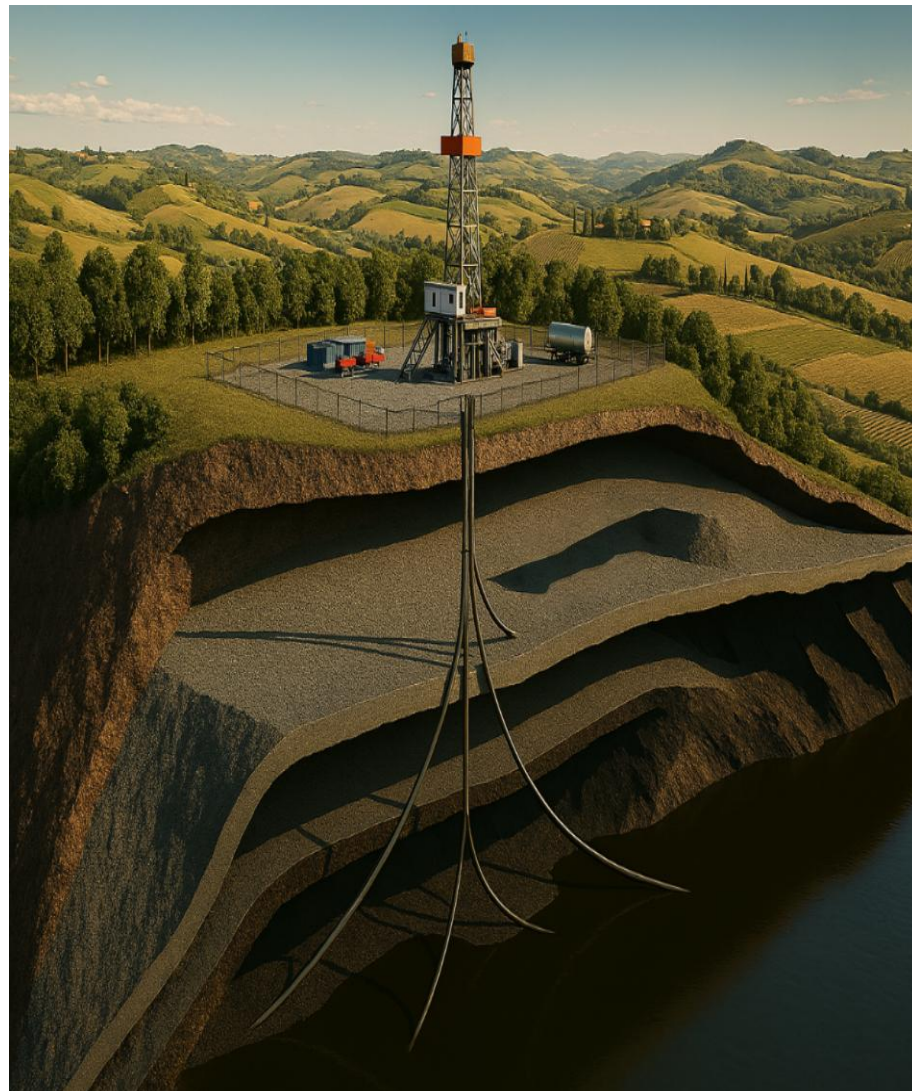
Enel Green Power

Il processo geotermico di un operatore integrato



La gestione diretta della perforazione geotermica

Garanzia di presidio della gestione del campo geotermico rendendolo rinnovabile



In ogni postazione di perforazione si realizzano fino a **5 pozzi**. Uno verticale e 4 deviati per ottimizzare i costi e permettere di esplorare una area di raggio **circa 3000 mt**

Enel è dotata di una **struttura tecnica in grado di gestire perforazioni sia in Italia che negli altri paesi dove è presente la geotermia.**

In Italia, dove EGP gestisce più di **500 pozzi geotermici**, è presente una struttura dedicata alla perforazione con tre equipaggi che operano 24/7 per tutto il periodo dell'anno.

La struttura è dotata di **8 impianti di perforazione** che permettono di massimizzare le capacità di perforazione degli equipaggi e **di assicurare la massima flessibilità** nella gestione degli interventi sui pozzi, sia programmati che accidentali.

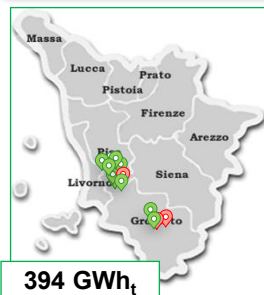
La tecnologia di perforazione geotermica, pur essendo molto simile a quella dell'Oil&Gas, ha delle importanti peculiarità che la distinguono e la rendono poco commerciale: **alte temperature, grandi diametri dei pozzi e bassi volumi commerciali.** Conseguentemente la scelta di EGP di avere internamente queste questi assets riveste un'importante vantaggio strategico sia a beneficio del serbatoio che dalla tutela della risorsa.

La geotermia in Toscana

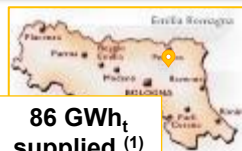
La filiera del calore e il turismo sostenibile - un esempio di CSV



Teleriscaldamenti



394 GWh_t forniti (1)



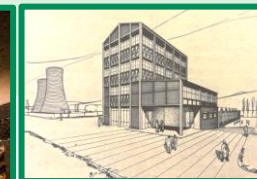
86 GWh_t supplied (1)

• Accordi con la Regione Toscana per **favorire lo sviluppo di nuove reti di teleriscaldamento ed attrarre attività produttive.**

- >170 MW_t di Potenza Installata
- ~ 13.000 utenti riscaldati in Toscana
- ~ 480 GWh_t forniti all'anno
- ~ 128.000 ton di CO₂ evitata equivalenti a 41 kTEP.
- oltre 400 lavoratori (indotto) nei Comuni geotermici.

Fornitura a 10 Comuni geotermici (Pomarance, Monteverdi, Montieri, Radicondoli, Chiusdino, Monterotondo M.mo, Castelnuovo, Santa Fiora, Ferrara e Piancastagnaio) e varie realtà industriali (es. TLR La Rota, SCL, Floramiata).

Turismo sostenibile



2 musei: ~ 60.000 presenze ogni anno

Cibo

Comunità del Cibo ad Energie Rinnovabili «Slow Food»:



- Crescita di aziende d'eccellenza del settore agroalimentare (1 birrificio, 2 caseifici, 1 coltivazione di piante aromatiche, 1 essiccazione castagne).
- Circa 15² GWh_t forniti all'anno.



(1) Dati 2021.



Serre

Fornitura di calore a 4 complessi serricoli:

- circa 26² ettari di serre in 4 Comuni geotermici
- circa 172² GWh_t forniti all'anno

(2) Compresa le serre utilizzate per food



- ✓ Oltre 480 GWh_t forniti, 10.000 utenze e 26 ha di serre teleriscaldati con risparmi dal 50% a 90%. Turismo sostenibile con ~55.000 visitatori anno.
- ✓ Geotermia catalizzatrice di economia circolare, di sviluppo economico del territorio e di crescita delle imprese
- ✓ Asset EGP dei comuni di Monterotondo M.mo, Castelnuovo V.C. e Pomarance sono parte del Geoparco UNESCO Colline Metallifere

Il turismo sostenibile



Parchi naturalistici



San Federigo



Biancane



Terme del Bagnone



Fumarole



Musei



Museo di Larderello



Mubia

Utilizzo asset esistenti



Torri di raffreddamento



Pozzo dimostrativo



Arena Geotermica



Percorso c/o Bagnore 4

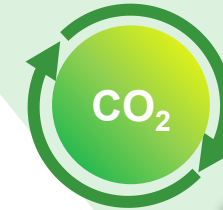
✓ Geotermia come sviluppo sostenibile del territorio.

Sviluppo sostenibile del territorio

Economia Circolare - Riutilizzo della CO₂

Sottoscritto un accordo con importante azienda nel settore, finalizzato alla realizzazione di un impianto di cattura e utilizzo della CO₂ per usi diversi (alimentare, beverage, industriale, medicale) dal gas emesso dalle centrali di Piancastagnaio 4 e 5:

- **Iter autorizzativo a Novembre '23.**
- **Aperto cantiere costruzione a Marzo '24 .**
- **Fornitura di circa 100.000 ton di CO₂/anno, ~ il 20% dell'area Amiata e 5% del totale**
- **Indotto in operation**
- **Il terreno su cui sarà realizzato l'impianto è di proprietà EGP**
- **Entrata in esercizio prevista 2026**



- ✓ **Recupero previsto pari al 30% del mercato di CO₂ pura a livello nazionale**
 - ✓ **Iniziativa a forte impatto in termini di sostenibilità**
- ✓ **Inserito da Legambiente nelle 10 Buone Pratiche Comuni Rinnovabili 2025**

La centrale geotermica di Cerro Pabellon (81 MWe) in Cile

Una avventura lunga 100 anni: dalla società Boracifera Larderello ad Enel



Nel 1922 l'ing. Ettore Tocchi, su incarico del Principe Piero Ginori Conti, (Direttore della società Larderello S.p.A) fa le primi indagini per lo studio del campo geotermico di El Tatio in Cile.



Principe Piero Ginori Conti

Nel gennaio del 1923 redige rapporto finale sulle rilevazioni fatte e sui pozzi esplorativi effettuati forse da personale di Larderello presso il sito cileno.

E' possibile che i perforatori e gli impianti di perforazione arrivassero anche da Larderello

A seguito di queste attività viene fondata il 30 settembre 1924 la "Comunidad Preliminar Del Tatio" al fine di iniziare la costruzione di centrali geotermoelettriche. Gli studi avranno un gran rilievo sulla stampa cilena, ma il progetto non si realizzerà.

Solo 100 anni dopo EGP riuscirà a riprendere il lavoro svolto e portarlo a compimento con pieno successo.



Ing. Ettore Tocchi

Geothermal Technology

Cerro Pabellón

Gathering Plant

8 Production Wells + 4 Reinjection Wells
 Production Capacity 2094 t/h, 23,9% steam
 Reservoir >250°C Brine+Steam Depth 400-3.000 m
 <0,1% Incondensable Gases

Ormat Plant

4 High Enthalpy Organic Rankine Cycle
 Isopentano, $T_{eb.} = 28^{\circ}\text{C} @ 1 \text{ bar}$ $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3$
 2 Units in Operation 48 MW CH_3
 1 Unit under Construction 33 MW

Transmission

SE Cerro Pabellón, main trans 2x30 MVA, Aux 7 MVA
 Power Line 220 kV 75,3 km 99,64 MVA to SE Conchi

Extreme Conditions

- ▶ 4.500 m height
- ▶ 0,69 bar absolute pressure
- ▶ 85% O₂ saturation
- ▶ $\Delta T = -34^{\circ}\text{C}/+15^{\circ}\text{C}$

- ✓ 81 MWe entrata in esercizio nel 2018
- ✓ Centrale ubicata nelle Ande cilene a 4500 mt s.l.m.

Geotermia di Enel Green Power



Info & Visite



Museo della Geotermia Larderello (PI):

<https://www.enelgreenpower.com/it/museo-della-geotermia-larderello>

http://www.museivaldicecina.it/it/museo_della_geotermia.php

Centrale Bagnore 4 Santa Fiora (GR) e-mail:

visita.centrale.enel.bagnore4@enel.com