L'energia nascosta della Terra

Potrebbe fornire 12 volte l'elettricità mondiale. Ma oggi la **geotermia** ne dà solo lo **0,36%**. I motivi? Alti costi e lunghi tempi burocratici. Storia di una tecnologia **verde**. E **trascurata**.

di Vito Tartamella

IN SINTESI

- Il nucleo della Terra emette **calore** che può essere sfruttato per generare **elettricità**.
- È l'energia **geotermica**: genera vapore che fa muovere le **turbine** elettriche.
- È poco diffusa perché i pozzi per attingerla sono **costosi** e **lunghi** da realizzare.

Esiste una fonte di energia costante, rinnovabile e sempre disponibile. Da sola, ogni anno potrebbe generare quasi 12 volte l'elettricità annuale prodotta in tutto il mondo. Questa centrale energetica non è un sogno: è sotto i nostri piedi. È la Terra: nelle sue profondità, infatti, si cela una quantità spaventosa di calore, che arriva dal nucleo incandescente del Pianeta. Il nucleo è una sfera viscosa di 1.200 km di raggio (la distanza Roma-Madrid) composta da una lega di ferro-nichel che brucia a una temperatura di 5.400 °C, come la superficie del Sole. A questo calore si aggiunge quello prodotto dal decadimento radioattivo di uranio e torio, alcuni degli elementi sepolti da miliardi di anni nel mantello, lo strato spesso 3mila km sotto la crosta terrestre.

Tutta questa energia non produce solo magma incandescente e fenomeni vulcanici: può anche essere utilizzata per generare corrente elettrica. È l'energia geotermica: gli scienziati dell'Ipcc (International Panel on Climate Change), i maggiori esperti di cambiamento climatico e fonti energetiche, stimano che nei primi 3 km di profondità della Terra sia racchiusa energia per 32.777 terawattora (TWh): un quarto in più di quella generata in tutto il mondo nel 2018 (26.614,8 TWh). E se ci spingessimo fino a 10 km sotto terra – il limite delle tecnologie di perforazione esistenti – si potrebbero attingere 308.055 TWh, ovvero 11,6 volte l'energia prodotta in un anno su tutto il Pianeta. Se si considera che nell'ultimo anno i 440 reattori nucleari sparsi nel globo hanno generato 5,825 TWh ciascuno, significa che nei primi 10 km sotto terra si cela l'equivalente di 53mila centrali atomiche. Ma senza il rischio di esplosioni o scorie radioattive.

Gentile concessione Fabio Sartori

LA FORZA DEL VAPORE
Larderello (Pisa): l'interno di una torre di raffreddamento dell'impianto geotermico, gestito da Enel Green Power. L'impianto alimenta anche serre, birrifici e caseifici.

Ciononostante, di questo immenso tesoro attingiamo oggi solo una minima parte: l'anno scorso, i 312 impianti geotermici presenti in 29 Paesi hanno prodotto 95,1 GWh (gigawattora) di corrente, un misero 0,36% di tutte le fonti energetiche usate nel mondo. Perché così poco? Per quale motivo il mondo non punta in modo deciso su questa tecnologia che genera pochissimi gas serra e può essere gestita controllandone gli aspetti critici? I problemi stanno altrove: estrarre l'energia del sottosuolo è lungo, complicato e dispendioso. Così, tranne alcune eccezioni, i governi continuano a privilegiare altre fonti energetiche. Insomma, come vedremo più sotto, è una questione di cultura.

Eppure questa tecnologia non è nuova. Anzi, ha già più di un secolo di vita ed è nata proprio in Italia, a Larderello, un paese in provincia di Pisa che sorge fra colline con crateri pieni di acqua fangosa che ribolle, rocce scure e soffioni boraciferi che sbuffano vapori biancastri, con un acre odore di zolfo: è la Valle del Diavolo, il paesaggio che ispirò Dante Alighieri per descrivere l'Inferno.

Qui, già nel 1700 si sfruttavano quei vapori per estrarre il boro, usato come farmaco e per l'industria del vetro e della porcellana. Ma quando, alla fine del 1800, gli Stati Uniti svilupparono un metodo più rapido ed economico per ottenere il boro, il titolare degli stabilimenti toscani, il principe Piero Ginori Conti, ebbe un'intuizione: sfruttare quei soffioni per ottenere energia meccanica. Installò su uno di essi una ruota con pale che ruotavano se investite da un getto di vapore: accoppiata a una dinamo, poteva generare corrente elettrica. Il 4 luglio del 1904 con quel rudimentale macchinario Ginori riuscì ad accendere 5 lampadine. Otto anni dopo, usando un motore a vapore, illuminò tutta Volterra. Era nata la prima centrale geotermica.

Gentile concessione Fabio Sartorio

IERI E OGGI
Sopra, Piero Ginori Conti e il primo macchinario geotermico a Larderello (1904). A sinistra, l'impianto oggi: fornisce il 30% del fabbisogno di energia della Toscana. Sotto, le grandi ventole delle torri di raffreddamento di un impianto geotermico a Dürrnhaar (Monaco, Germania).

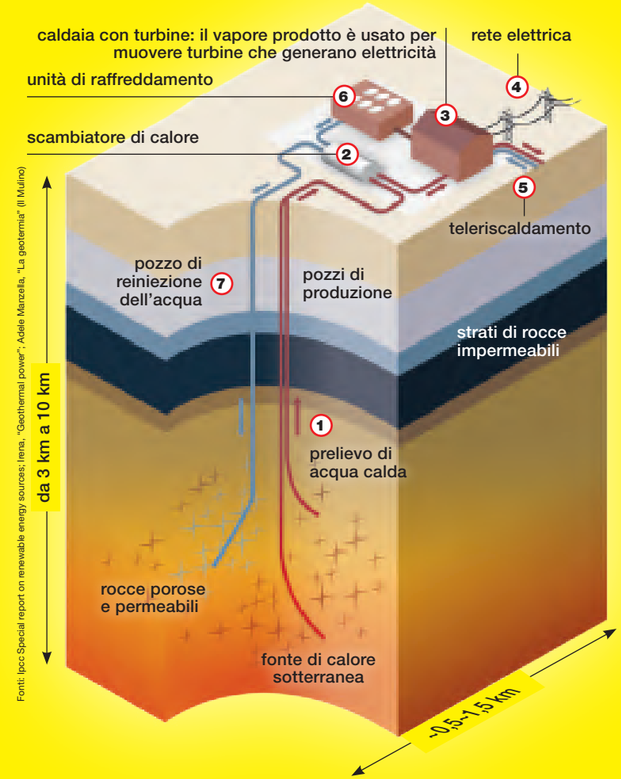
Gentile concessione Turboden

COME UNA PENTOLA A PRESSIONE

Merito dell'inventiva di Ginori, e di un fenomeno geologico che interessa tutta la fascia occidentale degli Appennini fra Toscana e Campania: lo scontro fra la microplacca sarda, spinta dall'Africa, con quella adriatica, spinta dall'Est Europa. «La placca sarda scorre sotto quella adriatica, assottigliando la crosta terrestre e facendo risalire masse di magma rovente: un calore enorme che produce, a circa 3 km dalla superficie, vapore alla temperatura di oltre 250 °C, ricco di energia», spiega Adele Manzella, ricercatore dell'Istituto di geoscienze al Cnr di Pisa.

La geotermia, infatti, funziona come una pentola a pressione: il magma è la fiamma; le rocce impermeabili che conducono il calore sono il fondo della pentola, le rocce permeabili ricche d'acqua sono l'interno della pentola, lo strato superiore di rocce impermeabili sono il coperchio e i pozzi di perforazione, da cui esce il vapore usato per far girare le turbine, sono la valvola. L'energia geotermica è una fonte pulita e sempre disponibile: non dipende dal fatto che il vento soffi o il Sole splenda.

Ma finché gas e petrolio sono rimasti abbondanti e a buon prezzo l'impianto di Larderello è stato un caso isolato nel mondo. La stessa Islanda, il Paese simbolo del geotermico, oggi produce con questa tecnologia il 25% in meno d'energia rispetto all'Italia. E ha iniziato a farlo solo dopo la crisi degli anni '70, che aveva fatto schizzare alle stelle il prezzo del petrolio, fino ad allora usato per il riscaldamento e per alimentare le acciaierie. I governanti di allora decisero così di sfruttare la posizione favorevole dell'isola, che sorge al confine fra due placche tettoniche



Fonti: Ipcc Special report on renewable energy sources; Irena, "Geothermal power"; Adele Manzella, "La geotermia" (Il Mulino)

COME FUNZIONA

In alcune zone della Terra, quelle ai confini fra le placche continentali o dove il mantello risale verso la superficie, vi sono masse di magma ad altissima temperatura (600-900 °C) a profondità di pochi km. In queste zone vi sono rocce porose dove arriva, per infiltrazione, l'acqua della pioggia, dei fiumi o dei laghi, che così si riscalda. In alcune aree, come a Larderello, supera i 180 °C e diventa vapore: questo può essere prelevato con tubature sotterranee e portato in superficie per azionare turbine e produrre così energia elettrica con gli impianti geotermici. Ma più spesso l'acqua del sottosuolo ha temperature inferiori. Se raggiunge almeno i 90 °C la si può comunque usare per produrre elettricità negli impianti geotermici binari (descritti *nel disegno a sinistra*). Qui l'acqua del sottosuolo è pompata in superficie (**1**) dove arriva a uno scambiatore di calore (**2**), un apparecchio nel quale l'acqua cede il calore a un altro liquido (ammoniaca o idrocarburi) con una temperatura di ebollizione inferiore a quella dell'acqua. In questo modo il vapore prodotto da questo liquido secondario aziona le turbine (**3**), con un alternatore che produce energia elettrica (**4**). Nel frattempo, il calore residuo del liquido può essere usato, in un altro scambiatore, per riscaldare altra acqua, inviata per portare calore agli edifici della zona (**5**). Infine, l'acqua ormai raffreddata (**6**) ritorna in circolo per essere pompata nel sottosuolo (**7**) e rialimentare il ciclo.

In media, a 4 km di profondità l'acqua raggiunge i **100 °C**: per produrre **corrente elettrica** bastano **90 °C**

dell'Atlantico proprio sopra un "punto caldo", dove il mantello sale portando magma verso la superficie. Ma in realtà anche le zone non vulcaniche possono attingere energia dal sottosuolo: il calore sviluppato nelle viscere della Terra fa sì che a circa 4 km di profondità si raggiungano in media i 100 °C, e 90° sono il limite minimo per riuscire a produrre elettricità (*v. sopra*).

A patto che ci sia acqua nel sottosuolo. E dove manca, la si può iniettare tramite pompe, creando fratture da cui risale riscaldata. Sono i sistemi geotermici potenziati (Egs, Enhanced Geothermal Systems), non privi di effetti collaterali: in alcuni casi, infatti, l'iniezione di liquidi ad alta pressione nel sottosuolo può causare spostamenti di strati di rocce e terremoti. È successo a Basilea, in Svizzera, dove nel 2006 un progetto ha causato un sisma di magnitudo 3,4. «Questi incidenti si possono prevenire scegliendo con attenzione i siti da utilizzare e controllando con cura i tassi d'iniezione dei liquidi», dice Manzella, che è presidente dell'Unione geotermica italiana.

I terremoti non sono l'unico aspetto potenzialmente critico della geotermia: in alcuni casi l'acqua prelevata nel sottosuolo contiene sostanze tossiche come mercurio, boro, arsenico, ammoniaca, e gas come metano, acido solfidrico e soprattutto CO_2 (ma in quantità molto inferiori a quella prodotta dai combustibili fossili). «Sono tutti aspetti controllabili», commenta Manzella, «e le proteste dei cittadini hanno stimolato i produttori a dotarsi di sistemi di controllo e di abbattimento».

Allora perché l'energia geotermica è la Cenerentola dei sistemi energetici? Per motivi di costi e di tempi. Le indagini geologiche preliminari per valutare le condizioni del sottosuolo possono costare 500mila euro, a cui si aggiungono i costi di scavo di un pozzo, da 2 a 5 milioni di euro. «Il pozzo ha un diametro di 10 cm e intercettare una frattura piena di fluido è come infilare un filo nella cruna di un ago», precisa Manzella. «E l'effettiva produttività energetica di un pozzo la si scopre solo dopo averlo scavato». A queste difficoltà tecniche, poi, si aggiungono quelle burocratiche: le autorizzazioni per realizzare un impianto geotermico arrivano in media dopo 5 anni dalla richiesta.

TERREMOTI, GAS E VELENI

Ecco perché molti Paesi hanno preferito puntare su fotovoltaico ed eolico. Compresa l'Italia, culla della geotermia mondiale, che sfrutta solo 1/6 del suo potenziale (*v. pag. successive*). Nell'ultimo Piano energetico nazionale, infatti, è prevista una crescita della potenza geotermica del 17% da qui al 2030: nulla di paragonabile rispetto all'eolico, che raddoppia, e al solare che quasi triplica. «C'è ancora molta diffidenza verso questa tecnologia, si teme l'impatto ambientale, paesaggistico e turistico», dice ancora Manzella. «I tempi di autorizzazione, statali e soprattutto regionali, diventano infiniti: negli ultimi 10 ▸

ISOLA DI CALORE
Islanda, la centrale geotermica di Nesjavellir: dal 1990 fornisce elettricità e riscaldamento.

Mauricio Abreu/Portfolio/Age

Oggi molti Paesi (Kenya, Usa, Islanda) sostengono la geotermia con **incentivi** e **assicurazioni**

anni sono stati chiesti 120 permessi per nuovi impianti, ma ne sono stati autorizzati 34. In più le tariffe elettriche non sono garantite abbastanza a lungo da permettere piani di rientro economico pluriennali. C'è poca informazione e molti pregiudizi: a Ferrara si voleva ampliare un impianto geotermico per il teleriscaldamento, ma il terremoto del 2012, un evento naturale, ha riacceso i timori verso questa tecnologia e non se n'è fatto nulla». Il teleriscaldamento, in effetti, è l'uso più semplice e diffuso se l'acqua del sottosuolo è inferiore a 90 °C di temperatura.

«Molti Paesi stanno puntando sulla geotermia, sia per generare energia sia per il teleriscaldamento», aggiunge Marco Baresi, direttore marketing della Turboden di Brescia, una delle poche ditte mondiali specializzate nella produzione di impianti geotermici: ne ha costruiti 392 in 45 Paesi, e dal 2013 è partner del gruppo giapponese Mitsubishi. «In Europa si comincia a muovere qualcosa, ad esempio in Croazia e in Germania, ma non abbastanza da aver fatto calare i prezzi di questa tecnologia».

L'ELDORADO: L'ACQUA "SUPERCRITICA"

Negli ultimi anni i maggiori investitori sono stati Turchia, Indonesia, Kenya e Usa, scrive Gerald Huttrer, presidente della Geothermal Management company nel report 2020 del Congresso mondiale della geotermia, previsto lo scorso aprile ma saltato per la pandemia. E proprio da questi Paesi arrivano esempi efficaci per promuovere questa fonte energetica. «Oggi il mondo sfrutta meno dell'8% del potenziale geotermico», dice Alexander Richter, islandese, presidente dell'International geothermal association. «Gran parte dei governi si concentrano solo sul prezzo, favorendo fonti intermittenti come l'eolico e il solare, ma la geotermia è una fonte di energia stabile. Alcuni Paesi l'hanno capito: il Kenya offre forti incentivi economici alle imprese che esplorano il sottosuolo; l'Islanda ha istituito un fondo assicurativo di trivellazione che permette alle imprese di recuperare parte dei costi in caso di insuccesso; gli Usa sostengono il mercato obbligando gli enti pubblici ad acquistare l'energia geotermica a prezzi più alti rispetto ad altre fonti energetiche. E nel frattempo Paesi Bassi, Germania, Finlandia, Danimarca e Svezia stanno promuovendo progetti di riscaldamento geotermico, l'unica tecnologia rinnovabile che consente di abbattere l'uso di combustibili fossili».

Ma mentre la politica nicchia, la tecnologia fa passi da gigante. Alla ricerca dell'Eldorado: l'acqua "supercritica". È chiamata così l'acqua sotterranea che supera i 374 °C e i 221 bar di pressione: a queste condizioni l'acqua cambia stato fisico, diventando una via di mezzo fra liquido e gas. È più leggera e contiene 5 volte più energia rispetto a quella a 200 °C. Ma estrarla è complicato: quelle temperature fondono le trivelle e le condutture. L'unico tentativo riuscito è avvenuto, ancora una volta, a Larderello col progetto "Descramble", costato oltre 15,6 milioni di euro (di cui 6,7 finanziati dall'Europa). Un consorzio guidato da Enel Green Power con il Cnr, università tedesche ed enti di ricerca norvegesi è riuscito nel 2018 a realizzare un pozzo usando scalpelli con inserti in carburo di tungsteno diamantati e rinforzando i pozzi con cementi speciali. «Abbiamo perforato rocce a 2,9 km di profondità, con temperature superiori a 500 °C e una pressione stimata di 300 bar. Tutte condizioni necessarie a produrre acqua supercritica, ma là sotto non ce n'era abbastanza da consentirne un utilizzo diretto», racconta Nicola Rossi, responsabile ricerca e innovazione di Enel Green Power, che ha costruito impianti geotermici in Usa e in Cile. «Si può ipotizzare in futuro di iniettare acqua dalla superficie per integrare quella in profondità, ma occorrono ulteriori indagini per verificare la fattibilità di un intervento del genere».

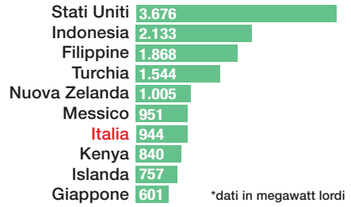
GEOTERMIA PIÙ SOLARE (E NON SOLO)

Nel frattempo, una strada promettente, e più semplice, è accoppiare il geotermico ad altre tecnologie, per potenziarne l'efficienza: gli impianti ibridi. «A Still Water, in Nevada, abbiamo integrato per la prima volta solare e geotermico», aggiunge Rossi. «Abbiamo installato collettori solari che alzano la temperatura dell'acqua da 150 a 160 °C: sembra poco, ma a livello energetico è un salto importante, dati i grandi volumi d'acqua in gioco. E a Cove Fort, nello Utah, abbiamo unito il geotermico all'idroelettrico: l'energia di caduta dell'acqua reiniettata nei pozzi fa ruotare una turbina sotterranea, producendo altra corrente». Le sorprese del sottosuolo non finiscono mai.

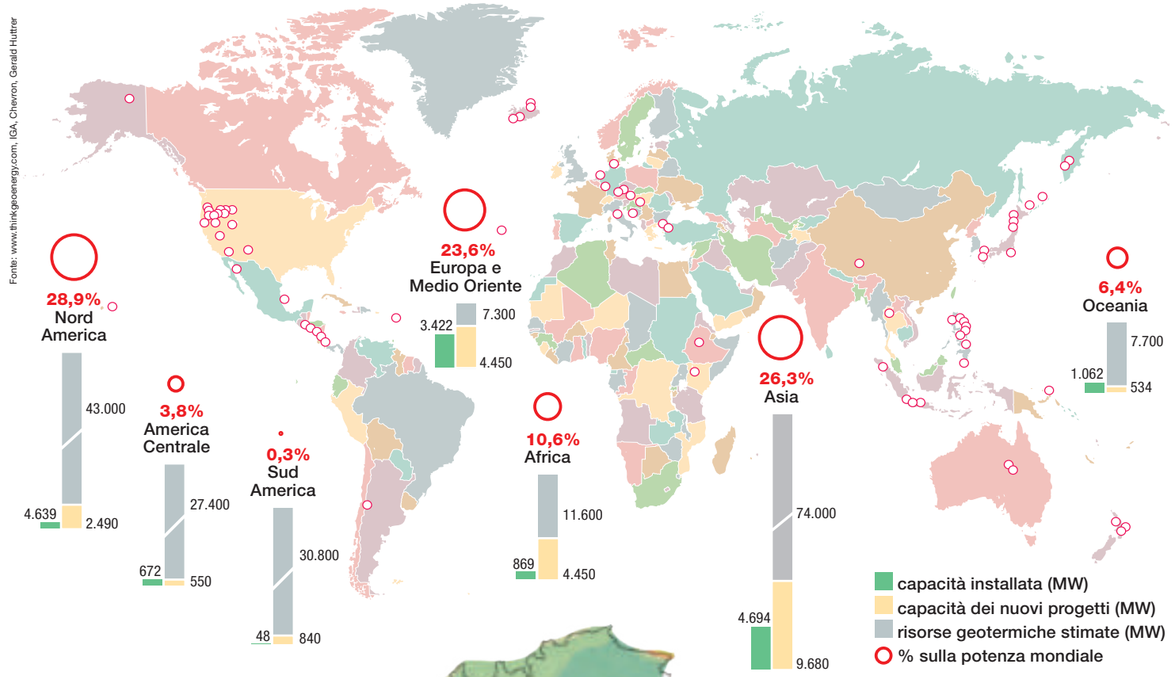
LA GEOTERMIA NEL MONDO

Nel mondo ci sono 312 impianti geotermici in 29 Paesi. Producono 95,1 terawattora di elettricità l'anno: lo 0,36% di tutte le fonti energetiche. La potenza installata totale è di 15.406 MW (megawatt): è il 7,6% delle risorse disponibili (201.800 MW). Negli ultimi 5 anni la potenza degli impianti geotermici nel mondo è aumentata del 27% rispetto ai 5 anni precedenti. I Paesi più attivi sono stati Turchia, Indonesia, Kenya e Usa. Cile, Honduras, Croazia, Ungheria e Belgio hanno generato energia geotermica per la prima volta. Entro il 2025 si prevede un aumento di potenza del 19%: esordiranno nel settore Argentina, Australia, Canada, Iran, Tanzania, Uganda, Ruanda e Malawi. La Cina ha pochi impianti ma li potenzierà; l'Indonesia ha le maggiori risorse geotermiche mondiali.

I 10 PAESI CON LA POTENZA GEOTERMICA PIÙ ELEVATA (MW)*



*dati in megawatt lordi

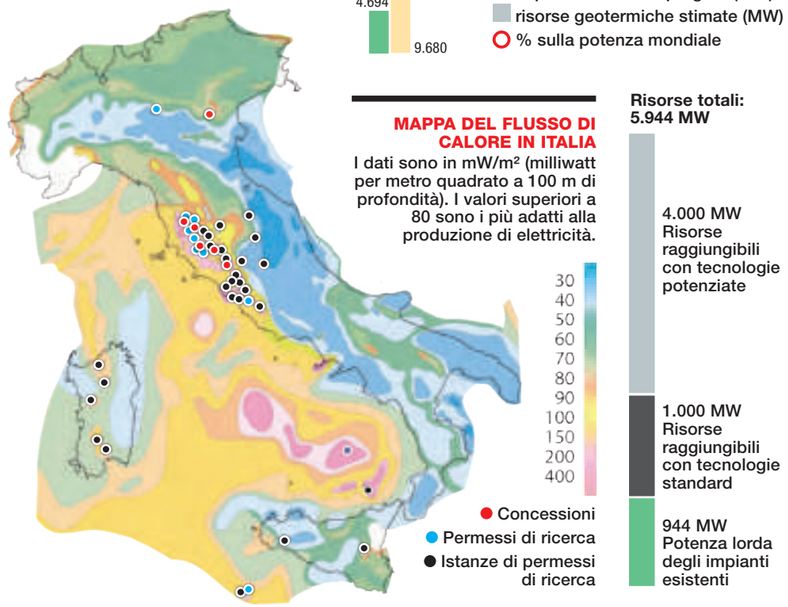


Fonte: www.thinkgeoenergy.com, IGA, Chevron, Gerald Huttrer

ITALIA, PRESENTE E FUTURO

Oggi l'Italia ha 34 impianti geotermici per la produzione di energia elettrica, installati in Toscana. Hanno 944 megawatt (MW) di potenza lorda (siamo il 7° Paese al mondo per potenza geotermica) e producono 5.687 GWh, il 2% dell'elettricità prodotta in Italia. Secondo l'Unione Geotermica Italiana, l'Italia potrebbe attingere ad almeno altri 1.000 MW con tecnologie standard e a ulteriori 4.000 con tecnologie potenziate. In pratica, oggi sfruttiamo solo il 16,6% del potenziale geotermico. Le aree più promettenti sono in Toscana, Lazio, Campania, Sicilia, Sardegna, isole Eolie, Basilicata.

MAPPA DEL FLUSSO DI CALORE IN ITALIA
I dati sono in mW/m² (milliwatt per metro quadrato a 100 m di profondità). I valori superiori a 80 sono i più adatti alla produzione di elettricità.



Fonte: thinkgeoenergy; Terna, Unione Geotermica Italiana