



# La situazione del geotermico nel contesto italiano

⇒ Paolo Pastore, Dipartimento Energia e Innovazione, CESAB Centro Ricerche Scienze Ambientali e Biotecnologie (✉ [paolo.pastore@casabricerhe.it](mailto:paolo.pastore@casabricerhe.it))

Recentemente la Direzione Generale per l'Energia Nucleare, le Energie Rinnovabili e l'Efficienza Energetica del Ministero dello Sviluppo Economico ha pubblicato un *Piano di Azione per le Energie Rinnovabili in Italia al 2020*, in riferimento alla Direttiva Europea 28/2009 che fissa obiettivi nazionali obbligatori e stabilisce un quadro comune per la promozione dell'energia da fonti rinnovabili. In merito all'energia termica da fonte rinnovabile, al geotermico è stato assegnato un obiettivo modesto, di poco superiore all'2%, contro il 9% atteso della biomassa e il 2,2% dal solare. In realtà questa forma energetica potrebbe essere maggiormente sfruttata, soprattutto in Italia.

Il calore della Terra è una fonte di energia naturale che da sempre accompagna la storia del pianeta. Il principio di funzionamento si basa sul fatto che la temperatura del suolo aumenta man mano che si scende in profondità, in media ogni 100 metri la temperatura delle rocce cresce di +3 °C. In alcune particolari zone questa caratteristica si accentua con temperature nel sottosuolo leggermente più alte della media, ad esempio a causa di fenomeni vulcanici o tettonici. In queste zone calde l'energia può essere facilmente recuperata tramite la geotermia. I vapori provenienti dalle sorgenti d'acqua nel sottosuolo sono convogliati verso apposite turbine adibite alla produzione di energia elettrica. Il calore sprigionato dai vapori può anche essere riutilizzato per il riscaldamento, le coltivazioni in serra, il termalismo.

La principale applicazione del vapore naturale proveniente dal sottosuolo è rappresentata dalla generazione di energia elettrica tramite turbine, in base alla quale il calore geotermico viene incanalato in un sistema di tubature per servire attività locali di teleriscaldamento. Per alimentare la produzione del vapore acqueo dal sottosuolo e mantenerlo costante (senza sbalzi o picchi) si immette acqua fredda in profondità. In questo modo gli impianti a turbina possono lavorare

a pieno regime e produrre calore con continuità. La geotermia è molto diffusa in Islanda, che basa l'intera sua esistenza energetico-climatica sul naturale equilibrio tra l'acqua calda di profondità e l'atmosfera glaciale esterna che viene sfruttata dagli islandesi anche per la produzione di energia elettrica con gli impianti geotermici.

Dalla Francia arriva un esempio che dovrebbe essere imitato dal nostro paese. La società che gestisce l'aeroporto di Orly, uno dei due principali aeroporti di Parigi, nel 2008 ha avviato un progetto (adottato da tempo anche dal JFK di New York) di riscaldamento geotermico che è costato 11 milioni di euro in totale. L'operazione è semplice: si tratta di scavare pozzi profondi 1700 metri, nei quali l'acqua verrà scaldata a 74 °C dal calore naturale della Terra ed immessa nel sistema di riscaldamento dell'aeroporto. Una volta raffreddata, sarà pompata nuovamente nel terreno. In base alle stime della società, l'energia geotermica permetterà di ridurre di un terzo i consumi e di risparmiare 7.000 tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno. Anche il comune di Orly, a sud di Parigi, ha adottato da tempo il geotermico.

La geotermia è una fonte energetica alternativa e marginale, sfruttabile soltanto in alcuni limitati contesti territoriali. Resta in ogni caso una potenzialità energetica da sfruttare laddove possibile. In Italia la produzione di energia elettrica dalla geotermia è fortemente concentrata in Toscana. Di recente si sta sviluppando anche un settore della bioarchitettura specializzato nella mini-geotermia. In quest'ultimo caso non si tratta più della realizzazione dei grandi impianti industriali, bensì di piccoli impianti condominiali in grado di sfruttare il calore nel sottosuolo per opere di riscaldamento/rinfrescamento degli appartamenti.

Dall'inizio del novecento l'Italia sfrutta il calore della Terra per produrre energia elettrica tramite la realizzazione di centrali elettriche

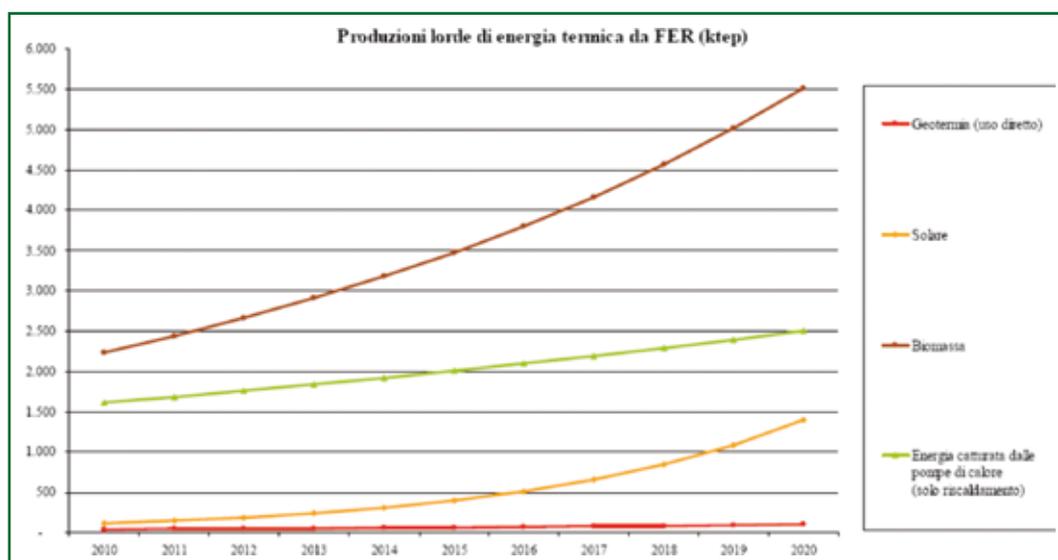


Figura 1 - Produzioni lorde di energia termica da FER (ktep).

geotermiche capaci di sfruttare la forza del vapore. Una regione italiana, la Toscana, è diventata nel tempo un vero punto di riferimento scientifico mondiale nel settore geotermia. In Toscana si concentrano le principali centrali geotermiche italiane nei pressi di Pisa, Siena e Grosseto. Gli impianti di Larderello (Pisa) hanno avuto origine nella metà dell'ottocento. I vapori provenienti dal sottosuolo erano considerati una valida alternativa alle innovative macchine a vapore industriali dell'epoca e avevano il pregio di non utilizzare il costoso carbone per alimentare le caldaie. Si tratta di una vera e propria tradizione che arriva fino ai nostri giorni e che pone la regione Toscana ai primi posti dello sfruttamento dell'energia rinnovabile dalla geotermia. Non è un caso che proprio a Larderello si trovi un Museo dedicato al vapore. Dall'esperienza toscana possiamo trarre alcuni vantaggi e svantaggi della geotermia. La fonte geotermica riceve in particolar modo due critiche:

- dalle centrali geotermiche fuoriesce, insieme al vapore, anche il tipico odore sgradevole di uova marce delle zone termali causato dall'acido solfidrico. Un problema generalmente tollerato nel caso dei siti termali ma particolarmente avverso alla popolazione residente nei pressi di una centrale geotermica. Il problema è, per fortuna, facilmente risolvibile mediante l'installazione di particolari filtri di abbattimento sui vapori in uscita.
- l'impatto esteriore delle centrali geotermiche può recare qualche problema paesaggistico. La centrale si presenta, infatti, come un groviglio di tubature anti-estetiche. Il problema paesaggistico può essere facilmente risolto unendo l'approccio funzionale dei progetti ingegneristici con quello di un'architettura rispettosa del paesaggio.

Fin qui abbiamo elencato soltanto i due aspetti critici più sentiti dalla popolazione. Per il resto la geotermia consente di trarre dalle forze naturali rinnovabili una grande quantità di energia rinnovabile e pulita. I giacimenti naturali di vapore in Toscana producono ogni anno oltre 4 miliardi di kWh di elettricità nelle sole centrali toscane di Larderello e di Montieri.

## I costi della geotermia

I fattori più importanti che influiscono sui costi dell'energia elettrica di origine geotermica sono: la profondità e la temperatura della risorsa, la produttività del pozzo, le infrastrutture e le modalità di finanziamento del progetto.

I costi di capitale per una centrale geotermoelettrica si aggirano intorno ai 2500 € per ogni kW installato. La vita di esercizio di un impianto è tipicamente di 30-40 anni. Pertanto si pianifica di recuperare i costi dell'investimento entro i primi 15 anni di funzionamento; successivamente i costi dell'impianto diminuiscono del 50%-70%, dovendo coprire solo i costi di esercizio e di manutenzione. L'energia geotermica è caratterizzata da un notevole investimento per la costruzione dell'impianto; infatti bisogna affrontare le seguenti attività: esplorazione superficiale (6% dell'investimento totale), perforazione (53%), costruzione della centrale (36%), vapordotti (5%).

Dunque la voce di costo preponderante è quella dovuta alla perforazione dei pozzi di produzione e di reiniezione. Infatti, a causa dell'alta temperatura e della natura corrosiva dei fluidi, la trivellazione geotermica è molto più difficile e onerosa rispetto a quella convenzionale dei pozzi petroliferi. Ogni pozzo geotermico può costare vari milioni di euro; ogni impianto ne può contenere da 10 a 100. Normalmente essi sono profondi 200-1500 metri per sistemi a basse e medie temperature, e 700-3000 metri per quelli ad alta temperatura. D'altra parte anche se i costi di installazione di un impianto geotermico sono alti, bisogna tener presente che la sua utilizzazione annua è altrettanto intensa: 8200/8300 ore (più del 90% del tempo disponibile).

## Altre applicazioni

Oltre che generare elettricità, il calore geotermico è impiegato in applicazioni dirette, che assicurano un risparmio di energia sfruttando acqua a temperature comprese tra i 20 °C e i 150 °C. Il potenziale energetico delle acque calde è assai ampio in Europa, in Asia, nell'America centrale e meridionale. A seconda della temperatura del fluido geotermico, sono possibili svariati impieghi: itticultura (al massimo 38 °C), serricoltura (38-80 °C), teleriscaldamento (80-100 °C), usi industriali (circa 150 °C). Infine le acque calde (a bassa temperatura), ricche di minerali, vengono usate sovente per scopi terapeutici (balneologia) e cosmetici.

Il teleriscaldamento è la forma più diffusa tra gli usi diretti dell'energia geotermica; una larga utilizzazione viene fatta in Islanda dove, per l'abbondanza dei fluidi caldi disponibili, il 97% della popolazione di Reykjavik è servito da riscaldamento geotermico urbano. Esso consiste nell'usare il fluido geotermico per scaldare direttamente, tramite degli scambiatori di calore, l'acqua circolante nei corpi radianti dell'impianto di riscaldamento delle abitazioni. L'unico svantaggio di questo sistema è che tali fluidi possono essere adoperati solo localmente, perché non possono essere trasportati facilmente troppo lontano dalle zone di estrazione.

In Italia le realizzazioni più importanti sono quelle di Ferrara, Vicenza, Acqui, e Grosseto.

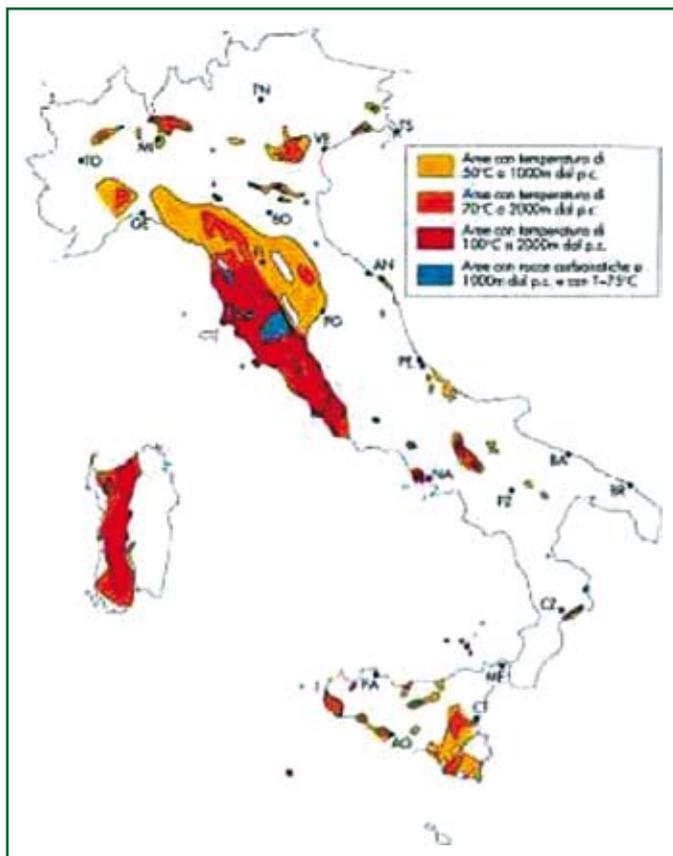
D'altra parte, nel quadro volto allo sfruttamento razionale dell'energia geotermica, viene impiegata sempre di più la pompa di calore, grazie alla quale sono utilizzati anche i fluidi a temperatura molto bassa. Essa è una macchina termica in grado di trasferire il calore da un corpo più freddo ad uno più caldo, innalzandone la temperatura, con dispendio di energia esterna che può essere di natura elettrica o meccanica. In altri termini essa funziona come un comune frigorifero, solamente che in questo caso viene usato per scaldare invece che per raffreddare. Infatti, nel caso delle pompe di calore geotermiche, il "corpo freddo" a cui si sottrae calore è il terreno e il "corpo caldo" che lo riceve è solitamente un'abitazione. Nei paesi dove si sta diffondendo lo sfruttamento dell'energia geotermica alle più basse temperature (7 °C/40 °C) quali la Svezia, il Giappone, gli Stati Uniti, la Svizzera, la Germania e la Francia, l'impiego delle pompe di calore ha toccato dei livelli sorprendenti.

## Il mercato geotermico

L'uso del calore endogeno della Terra, dopo le prime applicazioni di Larderello, si è sviluppato in tutto il mondo con progetti che utilizzano fluidi ad alta e bassa temperatura e che mirano alla produzione di energia elettrica ed agli usi termici diretti. Il mercato geotermico, a livello di potenza installata, è in crescita, a testimoniare l'efficienza e il valore di questa fonte energetica. Il calore della Terra è sempre disponibile e non dipende né dal clima, né dalle stagioni. Inoltre non è necessario immagazzinare l'energia geotermica: la terra stessa fa da serbatoio. Complessivamente, con riferimento al 2000, la potenza installata nel mondo era di 7974 MWe (megawatt elettrico) per la generazione elettrica e 15.144 MWt (megawatt termico) per gli usi diretti. In particolare, l'elettricità viene prodotta con vapore geotermico in 21 nazioni, distribuite su tutti i cinque continenti. I primi dieci nel 2000 sono stati: U.S.A. (2228 MWe), Filippine (1909 MWe), Italia (785

MWe), Messico (755 MWe), Indonesia (590 MWe), Giappone (547 MWe), Nuova Zelanda (437 MWe), Islanda (170 MWe), El Salvador (161 MWe) e Costa Rica (143 MWe).

Gli Stati Uniti sono uno dei paesi più all'avanguardia nella geotermia con 26 campi in esercizio ad alta temperatura: si tratta soprattutto di impianti ad acqua dominante distribuiti nell'Imperial Valley in Califor-



**Figura 2 - Possibili aree geotermiche in Italia.**

nia; vi è inoltre un campo gigante a vapore dominante, The Geysers. Esso è il più grande giacimento geotermico scoperto al mondo; proprio qui fu commissionato la prima centrale geotermoelettrica degli Stati Uniti nel 1960. Oltre alla California, vi sono prospettive geotermiche negli altri stati della costa occidentale fino all'Alaska. Risulta molto sviluppato anche il settore delle basse temperature (3766 Mte nel 2000), sfruttato soprattutto per il riscaldamento civile. Per l'arcipelago delle Filippine l'energia geotermica per la produzione di elettricità costituisce una risorsa estremamente importante fin dagli anni '70, anche se non è ancora molto sviluppato il settore delle basse temperature. D'altronde molti serbatoi si trovano in paesi in via di sviluppo dove la risorsa geotermica può giocare un ruolo importante. Infatti in

essi esiste ancora un limitato consumo di elettricità rispetto a quelli industrializzati e la loro economia può trarre giovamento dall'utilizzo di fonti rinnovabili locali.

La nazione con l'utilizzo più esteso dell'energia geotermica è l'Islanda, che ne ricava il 50% del suo consumo totale di energia primaria. Essendo un'isola di origine vulcanica, può disporre di enormi quantità di risorse geotermiche. Esse forniscono l'86% del riscaldamento civile e il 16% della generazione elettrica; per non parlare delle terme, che hanno fatto dell'Islanda la meta di tanti turisti. L'energia geotermica non solo ha migliorato l'economia e l'ambiente dell'isola, ma anche la qualità di vita della popolazione. L'Italia è il paese geotermicamente più caldo d'Europa, cosa testimoniata dai numerosi vulcani spenti o in attività, dai soffioni boraciferi e dalle sorgenti termominerali. Tuttavia, finora, lo sfruttamento delle sue risorse geotermiche si è sviluppato solo nell'area centro-settentrionale. Nonostante ciò, l'Italia è capofila in Europa fra i produttori di elettricità geotermica.

La Toscana, ma anche il Lazio (Latera), sono noti per la produzione di energia geotermoelettrica e ospitano le serre geotermiche più grandi d'Europa.

In particolare la Toscana, con gli impianti di Larderello, Travale e Monte Amiata, può essere considerata una sorta di Texas italiano, dove al posto dei pozzi di petrolio ci sono giacimenti geotermici che forniscono il 25% dell'energia primaria della regione. Del resto, come è stato sottolineato in precedenza, le prime applicazioni della geotermia a livello mondiale si sono avute proprio in Toscana e in particolare a Larderello. Ebbene, nonostante questa tradizione ormai secolare, in base ai dati pubblicati dal GRTN (Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale), attualmente in Italia non c'è alcun nuovo impianto in costruzione.

Diversi sono i progetti realizzati per l'utilizzo dei fluidi geotermici per il teleriscaldamento. L'esempio più importante a livello europeo è proprio quello della città di Ferrara, dove due pozzi, profondi circa 2 km, producono acqua a 100 °C che fornisce calore alla rete urbana di riscaldamento.

Gli impianti geotermici per la produzione di energia elettrica hanno alte spese per i lavori di perforazione, che possono rappresentare fino ai 2/3 dei costi totali.

I costi di produzione di un kWh ottenuto in centrali geotermoelettriche si attesta tra gli 0.07 ed i 0.09 €, paragonabili al costo di un kWh ottenuto nelle centrali a ciclo combinato a metano che è compreso tra i 0.06 ed i 0.07 €, che permettono attualmente il minor costo possibile (fonte ENEL).