

## **Analisi dell'impatto radiologico delle centrali geotermiche e la normativa italiana**

Silvia Bucci, Ilaria Peroni, Gabriele Pratesi, Stefano Rossi, Luigi Valli  
ARPAT, via Ponte alle Mosse 211, 50144 Firenze, [s.bucci@arpat.toscana.it](mailto:s.bucci@arpat.toscana.it)

### **INTRODUZIONE**

In Toscana sono presenti due aree geotermiche principali e territorialmente distinte, quella di Larderello Val di Cornia/Travale Radicondoli, e quella di Piancastagnaio-Bagnore nell'Amiata, che coinvolgono tre province: Grosseto, Pisa e Siena. Negli ultimi anni la Regione Toscana ha programmato di potenziare lo sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili, con la conseguente installazione di nuovi impianti e l'adeguamento tecnologico degli esistenti. Attualmente sono 32 gli impianti esistenti, di cui 5 nell'area dell'Amiata.

Il fluido geotermico, composto da una miscela di gas e vapore acqueo ad alta temperatura, viene estratto da pozzi profondi qualche km e, dopo il passaggio attraverso stadi di condensazione e/o scambio di calore nell'impianto per la produzione di energia, viene reiniettato nel sottosuolo attraverso pozzi di reiniezione.

In particolare, il fluido geotermico arriva alla turbina fornendo energia meccanica, che tramite un alternatore viene convertita in energia elettrica. Il fluido in uscita dalla turbina viene poi inviato nel condensatore barometrico, dove subisce per raffreddamento una separazione di fase in condensa geotermica (liquido) e gas (incondensabile). La parte incondensabile, formata prevalentemente da CO<sub>2</sub>, metano, acido solfidrico, radon, azoto, ossigeno e idrogeno e con limitati contenuti di mercurio e tracce di arsenico, è estratta mediante compressore ed inviata sulla testa della torre di refrigerazione dove viene emessa in atmosfera.

La condensa liquida viene invece estratta tramite pompe e inviata alla torre per essere refrigerata e reinserita nel ciclo di raffreddamento del condensatore barometrico. L'eccedenza è inviata alla reiniezione.

I fluidi geotermici estratti per la produzione di energia contengono sostanze radioattive naturali rilasciate dalle rocce, e l'attività di coltivazione e estrazione è stata studiata fin dagli anni '80 anche in quanto può portare ad un incremento nell'esposizione della popolazione e dei lavoratori alla radioattività naturale (UNSCEAR, 1988 e 1993; CISE, Rapporto n. 4633, 1988), o per l'impatto ambientale dell'attività e la produzione di residui ad elevato contenuto di radioattività naturale (IAEA Technical Reports Series N. 419, 2003).

ARPAT contribuisce all'istruttoria tecnica effettuata nell'ambito della VIA regionale per l'installazione di nuovi impianti o il potenziamento degli esistenti, e in tale sede ha avviato un percorso di rivalutazione dell'impatto radiologico dell'attività geotermica, inizialmente attraverso la valutazione degli studi prodotti dal proponente l'opera. Questo lavoro è stato quindi associato ad una revisione del contesto normativo di riferimento per la protezione dalle radiazioni ionizzanti nella gestione dell'impianto e dei residui prodotti in fase di manutenzione e dismissione, al fine di stabilire il percorso più corretto per il monitoraggio dell'impatto ambientale e il controllo delle condizioni di svolgimento e dell'attività.

### **IMPATTO RADIOLOGICO DELLE CENTRALI GEOTERMICHE**

I principali radionuclidi presenti nel fluido geotermico sono il <sup>224</sup>Ra, <sup>226</sup>Ra, <sup>228</sup>Ra, <sup>210</sup>Pb, <sup>212</sup>Pb, e <sup>222</sup>Rn, con indicazioni anche sul contributo potenzialmente significativo di <sup>40</sup>K.

Il fattore più conosciuto e per il quale sono riportati dati nella bibliografia scientifica citata è il radon con i suoi prodotti di decadimento a vita breve, che viene rilasciato in atmosfera e trasportato a distanza dal punto di emissione.

Nei Rapporti UNSCEAR (che non considera la produzione di residui e la contaminazione del suolo e delle acque) l'incremento medio di concentrazione di radon outdoor legato agli impianti è stimato molto basso, circa 0,1 Bq/m<sup>3</sup>, rispetto ad un fondo ambientale da 1 a 10 Bq/m<sup>3</sup>, e le concentrazioni medie (geometriche) indoor a livello locale, che sono rispettivamente circa 145 Bq/m<sup>3</sup> nell'Amiata e circa 47 Bq/m<sup>3</sup> nelle Colline Metallifere (dati 1994). Da misure sperimentali è quindi difficile pensare di distinguere il contributo aggiuntivo connesso alla presenza degli impianti geotermici; un approfondimento di questo aspetto è però importante, in quanto i dati disponibili non fanno riferimento all'esposizione dei lavoratori addetti agli impianti, né alla eventuale presenza di recettori sensibili, ovvero situazioni in cui la distribuzione delle ricadute sul territorio presenta un incremento più consistente rispetto ai valori medi.

Poche sono le informazioni disponibili sulla concentrazione di radionuclidi naturali nelle incrostazioni che si formano sia all'interno che all'esterno delle tubature, scambiatori di calore, turbine e altre parti di impianto, ma è stata osservata una grande variabilità anche nello stesso campo geotermico. I primi dati resi disponibili in Toscana dal gestore, mostrano livelli di <sup>226</sup>Ra paragonabili alla media nella crosta terrestre, mentre la

concentrazione del  $^{210}\text{Pb}$  supera 1000 Bq/kg in due campioni e, sebbene non sia stata misurata, è presumibile che anche quella del  $^{210}\text{Po}$  sia più elevata che nel suolo.

I primi dati forniti sull'irraggiamento dalle incrostazioni, non superiori a 0,22  $\mu\text{Sv/h}$ , sono coerenti e non consentono di distinguere in modo certo un eventuale contributo dalle incrostazioni, in quanto l'area dell'Amiata presenta valori del fondo ambientale da radiazione gamma confrontabili (UNSCEAR, 2000).

Dai primi dati disponibili e dalle informazioni in letteratura appare evidente anche l'opportunità di una attenta valutazione dell'esposizione dei lavoratori, in particolare derivante da inalazione dei prodotti a vita lunga del radon, durante le fasi di manutenzione e dismissione degli impianti. Inoltre, è necessario effettuare uno studio più sistematico delle incrostazioni, aumentando il numero di campioni in altri impianti e fasi di produzione e estendendo le misure in particolare al  $^{210}\text{Po}$ .

## RIFERIMENTI NORMATIVI

Lo sfruttamento dell'energia geotermica non è esplicitamente incluso nel campo di applicazione del Capo III bis del DLgs 230/95 e s.m.i., né nell'elenco delle attività lavorative dell'Allegato I bis, comma 1, probabilmente perché la scelta delle attività produttive significative nella guida all'applicazione della Direttiva 96/29/Euratom, (Radiation Protection 95, 1999) era basata sia sulla rilevanza radiologica che sull'impatto economico nei paesi europei dell'epoca.

Da un punto di vista generale, l'attività presenta tuttavia analogie con l'estrazione di gas, per la formazione delle incrostazioni negli impianti, ma merita anche un approfondimento per l'esposizione al radon e ai suoi prodotti di decadimento dispersi in atmosfera con la fuoriuscita del fluido. Da un punto di vista puramente fenomenologico, inoltre, l'estrazione del fluido caldo da bacini nel sottosuolo è simile allo sfruttamento delle sorgenti termali, e l'attività di coltivazione dei pozzi è soggetta a concessione mineraria: l'inquadramento nella normativa potrebbe dunque anche fare riferimento al comma e), art. 10-bis, dove nel campo di applicazione sono incluse le *attività lavorative in stabilimenti termali o attività estrattive non disciplinate dal Capo IV* (Lavorazioni minerarie).

La definizione del contesto normativo è indispensabile anche allo scopo di commisurare gli obiettivi del monitoraggio e delle eventuali attività di controllo, che al momento sono collocate in un contesto prevalentemente conoscitivo, per gli aspetti connessi con l'esposizione alle sostanze radioattive naturali.

## CONCLUSIONI

L'Agenzia toscana ha avviato un programma di lavoro per l'acquisizione di un quadro conoscitivo sul contenuto dei radionuclidi naturali nel fluido geotermico e nelle matrici ambientali, sia attraverso un percorso prescrittivo nell'ambito delle autorizzazioni degli impianti, sia con attività propria di valutazione dei dati esistenti e di campionamenti e misure.

L'attività sul campo comprende in particolare la misura della concentrazione del gas radon nel fluido all'estrazione e alle emissioni in atmosfera, e l'analisi delle incrostazioni. Oltre a ciò, un sistema di misura in continua del radon sarà inserito nel piano di monitoraggio della qualità dell'aria, già consolidato in Agenzia.

L'obiettivo a medio termine è di valutare il contributo all'impatto radiologico delle centrali geotermiche legato alla fuoriuscita del gas e le corrette modalità di gestione dei residui della lavorazione, che possono costituire un rischio potenziale, non ancora preso in considerazione, per i lavoratori.

## Bibliografia

- UNSCEAR, Sources, effects and risk of ionizing radiation 1988
- UNSCEAR, Sources and effects of ionizing radiation, 1993
- CISE, Rapporto n. 4633, 1988
- IAEA Technical Reports Series N. 419, 2003
- UNSCEAR, Sources and effects of ionizing radiation, 2000