

## Riassunto

### **Degassamento diffuso in Italia: contributo alla valutazione del rischio gas nell'area geotermica di Larderello**

Nell'ambito del progetto V5 (INGV-DPC), denominato "Diffuse Degassing in Italy", l'Unità di Ricerca del IGG-CNR di Pisa ha il compito di valutare il flusso globale di CO<sub>2</sub> emesso in atmosfera dal settore sud-occidentale della Toscana ed in particolare dal campo geotermico di Larderello.

Gli obiettivi principali del progetto sopra citato sono quelli di individuare e mappare le zone caratterizzate da flussi anomali di CO<sub>2</sub> dal suolo per creare un archivio di schede in formato elettronico disponibili in rete delle principali manifestazioni gassose presenti nel territorio italiano. La presente tesi di laurea si inserisce nel quadro di queste attività sia per ciò che riguarda l'individuazione di tutte le zone termicamente anomale sia per ciò che concerne lo studio della composizione chimica ed isotopica dei gas emessi dalle principali manifestazioni termali e l'acquisizione di tutte le informazioni che sono necessarie per scopi di protezione civile-gas hazard (ad esempio le relazioni esistenti fra emissione gassosa ed assetto strutturale ed idrogeologico, ecc).

Le attività hanno inizialmente previsto la raccolta di dati di letteratura disponibili sulle manifestazioni note da tempo (ubicazione, composizione chimica e isotopica ecc.). Successivamente la ricerca è stata volta all'individuazione di nuove aree sede di emissione anomala di gas (sia emissioni diffuse che puntuali). Date le peculiari caratteristiche della zona in oggetto (tutto il settore sud-occidentale della Toscana è caratterizzata da un flusso anomalo di calore) è stato deciso di utilizzare inizialmente alcune immagini satellitari per individuare le aree termicamente anomale sulle quali concentrare l'attenzione e approfondire lo studio. Per tali aree sono state utilizzate alcune foto aeree per individuare le relazioni esistenti con la morfologia e per meglio delimitare le aree prive di vegetazione.

Dopo questa fase preliminare sono stati effettuati numerosi e accurati rilievi di terreno per accertarsi dell'effettiva presenza di tali manifestazioni e per quantificare la loro estensione areale. Nell'intera area sono state individuate numerose tipologie di manifestazioni termali: zone di emissione diffusa, fumarole, pozze gorgoglianti e sorgenti calde.

Le informazioni derivanti dall'osservazione delle immagini da satellite e/o aeree, unite a quelle derivanti dai rilievi di terreno, sono state utilizzate per selezionare alcuni siti

particolarmente sensibili al rilascio di gas in atmosfera e caratterizzati da una morfologia che può favorire il ristagno al suolo dei gas emessi.

Sulle aree ad emissione diffusa selezionate sono state realizzate direttamente in campagna alcune riprese effettuate con un radiometro IR per meglio delimitare eventuali anomalie termiche locali, alle quali in genere sono associati elevati flussi di vapore e gas.

Successivamente sono state effettuate due campagne di esplorazione geochimica (Novembre 2005 e Luglio 2006) durante le quali sono stati prelevati 26 campioni di acque e 15 campioni di gas. Il doppio campionamento ha lo scopo di individuare eventuali variazioni stagionali delle sorgenti termali mettendo in evidenza dei circuiti idrici a ricarica rapida.

Le analisi chimiche ed isotopiche delle acque e dei gas campionati sono state effettuate presso i laboratori dell'IGG del CNR di Pisa. Per le acque sono stati determinati i contenuti dei costituenti principali (Na, K, Ca, Mg, Alcalinità, SO<sub>4</sub>, Cl, NO<sub>3</sub>), alcuni minori (B, Li, SiO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, F, Al) e i metalli in tracce (Fe, Mg, Zn, Cu, Cr, Cd, Pb, As, Sr, Ni). Per i gas sono stati analizzati i contenuti di CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, N<sub>2</sub>, Ar, He e O<sub>2</sub>.

Le acque sono state classificate tramite i classici diagrammi di Langelier-Ludwig e relative sezioni al fine di identificare i tipi chimici principali e l'eventuale esistenza di fenomeni di mescolamento tra le acque stesse; inoltre è stata effettuata l'analisi delle componenti principali e della regressione lineare multipla per l'individuazione delle anomalie di fuga (T, P<sub>CO2</sub>, B e NH<sub>4</sub>); sono state applicate delle tecniche geotermometriche sui soluti; ed infine è stato utilizzato un software di calcolo (EQ3/6) per lo studio della speciazione chimica e per la verifica dell'esistenza delle condizioni di equilibrio tra le acque campionate e le principali fasi mineralogiche delle rocce presenti.

Lo studio sui gas ha previsto l'applicazione delle principali tecniche geotermometriche.

Tutte le informazioni raccolte durante le campagne di rilevamento e le successive analisi di laboratorio sono state inserite nelle schede in formato elettronico che sono già disponibili in rete per tutte le unità di ricerca del progetto in esame.