

Sviluppo di modelli geofisici e numerici per lo studio dell'evoluzione temporale di sistemi geologici complessi e la definizione di scenari di pericolosità

Tutor Rosa Di Maio cotutor Ester Piegari

La caratterizzazione di sistemi geologici complessi, come zone tettonicamente attive, aree di subsidenza, distretti vulcanici, in termini di distribuzione volumetrica di parametri geofisici è essenziale per una piena comprensione dei processi che governano le loro dinamiche (come ad es. migrazione dei fluidi all'interno delle *damage zones*, fenomeni di subsidenza, risalita di magma o gas vulcanici). Contestualmente, la modellazione numerica, insieme al monitoraggio geofisico in-situ, è uno strumento indispensabile per studiare l'evoluzione temporale di tali sistemi complessi.

In questo quadro, il presente programma di ricerca mira a sviluppare modelli e metodi geofisici per l'analisi di sistemi geologici complessi caratterizzati da un intenso degassamento di CO₂. Nell'ultimo decennio, numerosi metodi geofisici sono stati applicati con successo allo studio di fenomeni di degassamento di CO₂ sia in aree vulcaniche che non vulcaniche (Byrdina et al., 2009; Pettinelli et al., 2010; Revil et al., 2011; Byrdina et al., 2014). In particolare, le indagini geoelettriche (quali ad esempio le indagini di potenziale spontaneo e di tomografia di resistività) sono indicate come i metodi più appropriati per rivelare distribuzioni spaziali di anidride carbonica, la cui emissione in aree non vulcaniche è essenzialmente controllata da fratture e faglie del basamento (Rogie et al., 2000). In particolare, le anomalie negative del potenziale spontaneo (PS) sono strettamente correlate con le aree di maggiore degassamento di CO₂, mentre le tomografie di resistività elettrica permettono di identificare le zone preferenziali di risalita del gas in termini di anomalie conduttive o resistive a seconda dell'assetto geologico e dell'ambiente chimico e biologico che caratterizza l'area investigata (Arts et al., 2009; Byrdina et al., 2009; Pettinelli et al., 2010). L'integrazione dei risultati geofisici con i dati

geologici consente di ricostruire l'architettura del sistema tettonicamente attivo, mentre l'evoluzione temporale dei flussi di CO₂ e il grado di saturazione in gas può essere simulata utilizzando modelli dinamici discreti come gli automi cellulari e/o software che riproducono la dinamica di risalita dei fluidi (e.g. Tough2) basandosi su un approccio multi fase in grado di tener conto del movimento di entrambe le fasi gassose e liquide, del loro trasporto di calore latente e sensibile, e delle transizioni di fase tra liquido e vapore.

Il programma di ricerca mira quindi a:

- esaminare dati di diversa natura per una caratterizzazione accurata del complesso contesto geologico;
- studiare i fattori che controllano la risalita del fluido attraverso misurazioni in-situ ripetute nel tempo;
- sviluppare modelli numerici per simulare l'evoluzione temporale del sistema investigato e delineare possibili scenari di pericolosità.

Lo studio dei processi di infiltrazione e risalita dei fluidi all'interno del sottosuolo è fondamentale per stimare i rischi associati alla subsidenza in diversi contesti geologici. Pertanto, i risultati di questi studi potrebbero fornire un utile contributo alla definizione di possibili scenari di pericolosità stimando la variazione nel tempo e nello spazio dei flussi di CO₂, oltre a suggerire le aree più probabili per il verificarsi di sinkhole.

Proposta per una posizione di dottorato

L'attività di ricerca sarà focalizzata sulla caratterizzazione dell'area di Ciorlano (CE), in prossimità del Massiccio del Matese, che recenti analisi geologiche e geochimiche di dettaglio classificano come l'area con le più alte emissioni naturali non vulcaniche di CO₂ mai misurate sulla Terra (Ascione et al., 2018).

La proposta seguirà il seguente programma:

- identificazione delle sorgenti e analisi dei vari fattori che regolano la migrazione di CO₂ nella zona insatura;

- monitoraggio del degassamento di CO₂ attraverso indagini geofisiche ripetute nel tempo;
- simulazioni dell'evoluzione temporale della risalita di CO₂ dell'area indagata per la definizione di possibili scenari futuri.

In primo luogo, un'interpretazione integrata dei dati provenienti da indagini geologiche, geochimiche e geofisiche permetterà di ricostruire un modello 3D del sistema geologico esaminato e di identificare i parametri chiave da monitorare per studiare le variazioni nella risposta del sistema a seguito del degassamento di CO₂. Quindi, si prevede lo sviluppo di una modellizzazione numerica per simulare la formazione di percorsi di migrazione preferenziale e la loro evoluzione nel tempo. I risultati numerici saranno confrontati con quelli ottenuti da indagini geoelettriche ripetute con cadenza stagionale.

La principale sfida che la ricerca si propone è quella di provare a stimare gli intervalli di tempo di risalita della CO₂ in funzione dello spessore degli strati di terreno coinvolti, per la definizione di scenari futuri e per la valutazione di possibili variazioni nella quantità di CO₂ emessa in prossimità di una faglia attiva.

Progetto

Responsabile del progetto “Sviluppo di metodi di inversione di dati geofisici e modellazione numerica di fenomeni naturali complessi”, finanziato dall'ANVUR (FFABR, CUP n. E61I18001660005) (2018-2021).