

Fluidi e Segnali sismici dell'Unrest ai Campi Flegrei: Vincoli Integrati da Tomografia e Fisica delle Rocce in Regime di Alta Pressione e Temperatura

Prof. Tiziana Vanorio

Rock Physics and Geomaterials Laboratory, Stanford University

Le anomalie geofisiche osservate in sistemi vulcanici e idrotermali restano di difficile interpretazione, poiché derivano da processi accoppiati e non lineari che agiscono simultaneamente in profondità e sono accessibili solo in modo indiretto. Variazioni delle velocità sismiche e le caratteristiche delle forme d'onda associate alla fratturazione in presenza di fluidi ad alta temperatura e pressione, inclusi stati supercritici, riflettono l'interazione tra proprietà delle rocce, dinamica dei fluidi e meccanismi di fratturazione. Comprendere questa complessità richiede vincoli sperimentali indipendenti.

In questo studio analizziamo l'unrest della caldera dei Campi Flegrei mediante un approccio integrato di tomografia sismica e fisica sperimentale delle rocce, con l'obiettivo di mettere in coerenza i principali risultati degli ultimi vent'anni, collegando osservabili geofisici e processi fisici nel sistema roccia-fluido in profondità.

Partendo dal confronto tra la tomografia del 1982–1984 e quella recente, lo studio combina due classi di esperimenti: carotaggi dai pozzi geotermici sottoposti a condizioni controllate di pressione e temperatura e campioni analogici stampati in 3D per l'analisi delle emissioni acustiche in strutture porose soggette a rapidi incrementi dello stress da rilascio di pressione di fluido di poro. Il processo attiva fratturazione con risposta dipendente dalle condizioni P–T, distinguendo tra semplice decompressione di fluidi supercritici e vaporizzazione rapida di liquidi (“flashing”).

L'integrazione tra osservazioni geofisiche e vincoli sperimentali evidenzia il ruolo dell'evoluzione di fluidi pressurizzati e delle transizioni di fase tra stati liquidi, gassosi e supercritici, che controllano comprimibilità del sistema fluido-roccia, tasso di deformazione e anomalie osservate, sia in termini di velocità sia di risposta alla fratturazione.

Biosketch

Tiziana Vanorio è professore di Geofisica applicata presso il Dipartimento di Earth and Planetary Sciences e di Civil and Environmental Engineering alla Stanford University, dove dirige il Rock Physics and Geomaterials Laboratory. Il suo gruppo di ricerca integra geofisica, fisica delle rocce e dei materiali per comprendere il comportamento dei sistemi roccia-fluido e caratterizzare serbatoi energetici, inclusi sistemi geotermici e di mineralizzazione della CO₂, oltre allo sviluppo di materiali cementizi ed estrazione dei materiali critici, entrambi legati alla transizione energetica.



Dal 2019 al 2022 è stata Senior Associate Dean for Educational Affairs e, dal 2025, è Senior Fellow dello Stanford Precourt Energy Institute e dello SLAC National Accelerator Laboratory. Nel corso della sua carriera ha ricevuto numerosi riconoscimenti internazionali, tra cui il Career Award della National Science Foundation (2015) e il Wegener Award della European Association of Geoscientists and Engineers (2018).

Dal 2025, Tiziana è the lead founder di “Phlego Cement”, una start-up dedicata allo sviluppo di cementi ibridi sostenibili basati su rocce vulcaniche.