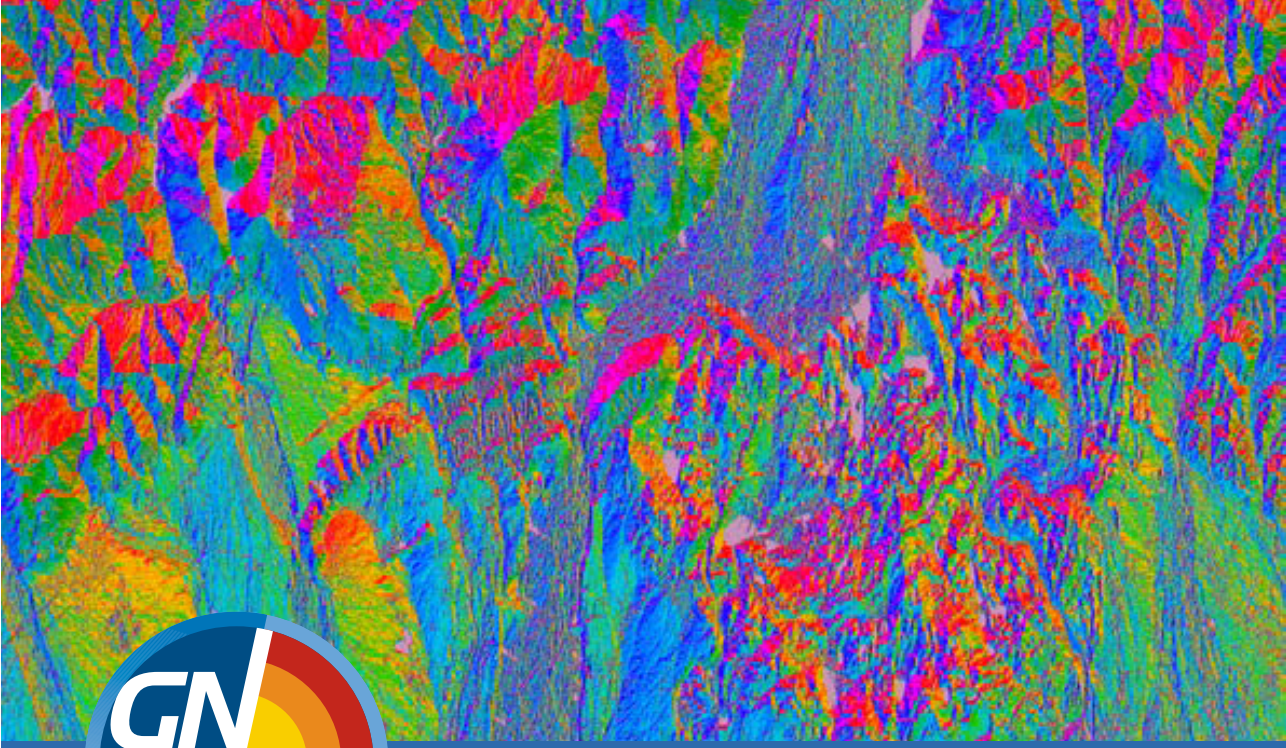

Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida

Atti del 39°Convegno Nazionale

22-24 giugno 2021

online

OGS
Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale

EAGE
EUROPEAN ASSOCIATION OF GEOSCIENTISTS & ENGINEERS
SEG
SOCIETY OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS
SEZIONE ITALIANA

19° CONVEGNO NAZIONALE

Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida

39°
CONVEGNO NAZIONALE

22-24 GIUGNO 2022
online

OGS
Istituto Nazionale
di Oceanografia
e di Geofisica
Sperimentale

EAGE
EUROPEAN ASSOCIATION OF GEOSCIENTISTS & ENGINEERS
SEG
SOCIETY OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS
SEZIONE ITALIANA
19° CONVEGNO NAZIONALE

GRUPPO NAZIONALE DI GEOFISICA DELLA TERRA SOLIDA

39° Convegno Nazionale

COMITATO TECNICO SCIENTIFICO

Il Comitato tecnico scientifico del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida (GNGTS) è così composto:

Alessandro REBEZ
Presidente del Comitato e Rappresentante OGS
arebez@inogs.it

Paolo MESSINA
Rappresentante del CNR
paolo.messina@cnr.it

Angelo MASI
Rappresentante del Consorzio ReLUIS
angelo.masi@unibas.it

Daniela DI BUCCI
Rappresentante del Dipartimento
della Protezione Civile
Daniela.DiBucci@protezionecivile.it

Claudio CHIARABBA
Rappresentante dell'INGV
claudio.chiarabba@ingv.it

Giovanni FLORIO
Rappresentante
della Sezione Italiana EAGE-SEG
gflorio@unina.it

Paolo GIURCO
Coordinatore della Segreteria GNGTS
pgiurco@inogs.it

COMITATO ORGANIZZATIVO

Alessandro REBEZ
Paolo MESSINA
Muzio BOBBIO
William TOSON
Giulia MASSOLINO

SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

Muzio BOBBIO
William TOSON
Giulia MASSOLINO

Atti a cura di Alessandra Rebez e Giulia Massolino
con la collaborazione di Muzio Bobbio e William Toson

ISBN: 978-88-943717-4-1

TDEM IN ACQUIFERI VULCANICI CON ALGORITMI DI INVERSIONE INTEGRATI: IL CASO STUDIO DELL'ISOLA DI FOGO, CAPO VERDE

A. Vergnano[1], F. Pace[1], C. Comina[2]

[1] DIATI, Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Politecnico di Torino, Torino (IT)
[2] DST, Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli studi di Torino, Torino (IT)

Abstract

Il lavoro presenta i risultati di una campagna di indagine geofisica con metodo Time Domain Electromagnetic (TDEM), finalizzata alla ricerca di acqua in ambiente vulcanico nell'isola di Fogo (arcipelago di Capo Verde). La campagna d'indagine è stata effettuata nel gennaio 2020.

Lo studio ha l'obiettivo di evidenziare la profondità della falda acquifera in un'area di circa 25 ettari coltivata a vigneto, e delinearne eventuali discontinuità e caratteristiche utili per una successiva esplorazione mediante perforazione. Una conoscenza più ampia e accurata delle risorse idriche sotterranee è stata motivata dai periodi di siccità che negli ultimi anni hanno afflitto le coltivazioni locali.

L'isola vulcanica di Fogo ha un diametro medio di 25 km ed è caratterizzata da un clima semiarido che rende la ricerca di risorse acquifere un'attività di particolare rilevanza. Il cono vulcanico dell'isola è prevalentemente composto da basalti fratturati e prodotti piroclastici ed ha una pendenza tra 12° e 25°, che ostacola l'infiltrazione della scarsa acqua piovana. Dai pochi studi idrogeologici dell'area si evince che la ricarica dell'acquifero è garantita dall'elevata permeabilità delle rocce, mentre i livelli compatti di tufo o lenti di argilla segnano il basamento dell'acquifero a notevoli profondità.

La tecnica geofisica scelta per le indagini è il TDEM (Time Domain Electro Magnetic), per la relativa semplicità della strumentazione necessaria per l'esecuzione delle indagini, la sua affidabilità anche per significative profondità d'indagine e per il fatto che tale tecnica, nel contesto dell'arcipelago di Capo Verde, ha precedentemente dato risultati promettenti (Martinez-Moreno et al., 2016; Descloitres, 2000).

Le acquisizioni sono state eseguite sia all'interno che all'esterno del vigneto oggetto di studio, con alcune difficoltà logistiche dovute all'aspra conformazione morfologica del territorio e talvolta di interferenza del segnale elettromagnetico con i picchetti in acciaio dei filari delle viti.

La calibrazione della risposta TDEM è stata eseguita lontano dalla specifica area d'indagine, in prossimità di una serie di pozzi profondi oltre 100 m, per correlare il dato acquisito con le informazioni stratigrafiche e l'analisi delle acque fornite dalla società di gestione idrica locale (AGUA BRAVA). Le stratigrafie hanno evidenziato alcuni depositi alluvionali in superficie, e, in profondità, una presenza predominante di roccia basaltica intervallata a sottili strati di rocce piroclastiche.

I dati TDEM sono stati acquisiti utilizzando lo strumento TEM-FAST 48 (AEMR) con configurazione a loop concentrico di 100 x 100 m. In particolare, 10 sondaggi TDEM sono stati acquisiti nell'area del vigneto seguendo un profilo pseudo-2D nella direzione di pendenza del terreno.

La minimizzazione del rumore elettromagnetico presente in alcuni sondaggi è stata ottenuta ripetendo l'acquisizione per intervalli di tempo crescenti ed elaborando un'unica curva finale ottenuta estraendo le porzioni meno distorte del segnale per ogni intervallo di tempo.

L'interpretazione dei singoli sondaggi è stata realizzata utilizzando in sequenza tre diversi algoritmi di inversione per ottenere il modello finale di resistività elettrica. Il primo metodo era basato su algoritmo stocastico di intelligenza computazionale, chiamato PSO (Particle

Swarm Optimization, Pace et al. 2019). Tale algoritmo è basato sul metodo di ricerca globale ed evita alcuni problemi degli algoritmi deterministici rispetto alla convergenza della soluzione in minimi locali dello spazio dei parametri (Pace et al. 2021). Questo metodo di ottimizzazione presenta un duplice vantaggio: il modello finale calcolato è indipendente dalla scelta del modello iniziale ed inoltre un insieme di soluzioni equivalenti sono selezionate per una migliore valutazione della non unicità della soluzione. I risultati ottenuti tramite il PSO sono stati quindi usati come punto di partenza per il secondo metodo di inversione, basato su un algoritmo di ricerca locale. Anche la parametrizzazione per l'inversione locale 1D è stata scelta sulla base del modello del PSO. Infine, l'insieme delle acquisizioni relative al vigneto sono state interpretate tramite un algoritmo di inversione SCI (Spatially Constrained Inversion, De Luca et al., 2018) per ottenere un modello pseudo-2D del sottosuolo della vigna da interpretare a fini idrogeologici.

La caratterizzazione dettagliata della distribuzione di resistività nel sottosuolo del vigneto, corredata con i confronti ottenuti tramite le prove di calibrazione e le indagini pregresse disponibili sull'area, ha delineato la presenza di una probabile falda acquifera sospesa, che può contenere risorse idriche sfruttabili (Fig. 1).

Lo studio ha contribuito ad accrescere la conoscenza pregressa sulla distribuzione di resistività elettrica del sottosuolo del vigneto, per una maggiore consapevolezza ed un migliore sfruttamento della risorsa idrica sotterranea. L'elemento innovativo di questo studio è stato l'utilizzo integrato dei diversi algoritmi di inversione per elaborare dati TDEM. Ciò ha permesso sia un'analisi accurata delle diverse soluzioni equivalenti del problema inverso tramite il metodo PSO che un'interpretazione spazialmente coerente delle diverse prove tramite il metodo SCI.

Riconoscimenti

Questa ricerca è stata finanziata da AMSES (Associazione Missionaria Solidarietà e Sviluppo). Risorse computazionali fornite da HPC@POLITO (http://www.hpc.polito.it). Un ringraziamento particolare al prof. Alberto Godio per i preziosi suggerimenti in fase di preparazione della campagna geofisica e di stesura di queste pagine.

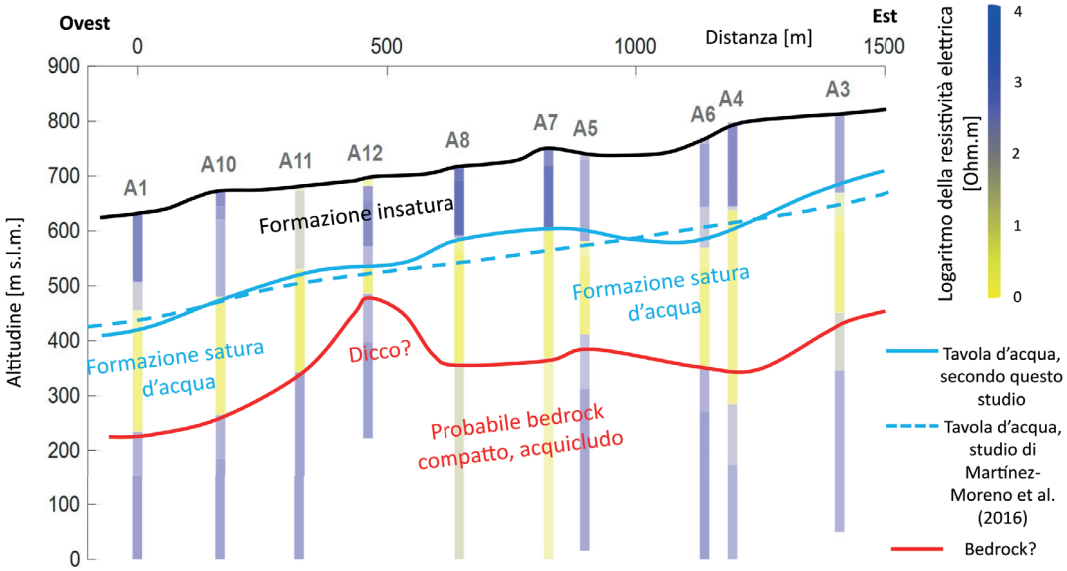

Fig. 1 - Sezione Est-Ovest dei profili eseguiti in vigna, con i valori di resistività misurati e la possibile interpretazione idrogeologica (modificata da Amato, 2020).

Bibliografia

Amato, F., Pace, F., Vergnano, A., & Comina, C.; 2020: TDEM prospections for inland groundwater exploration in semiarid climate, Island of Fogo, Cape Verde. Journal of Applied Geophysics. DOI 10.1016/j.jappgeo.2020.104242.

De Luca, D.A., Comina, C., Lasagna, M., Destefanis, E., Masciocco, L., Godio, A., Stocco, S.; 2018: Effectiveness of geophysical surveys for water wells relocation in overexploited aquifers (the example of Maggiore and Traversola Valleys, Northwestern Italy). Environ Earth Sci 77, 19.

Descloitres, M., Guérin, R., Albouy, Y., Tabbagh, A., Ritz, M.; 2000: Improvement in TDEM sounding interpretation in presence of induced polarization. A case study in resistive rocks of the Fogo volcano, Cape Verde Islands. Journal of Applied Geophysics 45, 1–18. DOI 10.1016/S0926-9851(00)00015-X

Martinez-Moreno, F.J., Monteiro-Santos, F.A., Madeira, J., Bernardo, I., Soares, A., Esteves, M., Adão, F.; 2016: Water prospection in volcanic islands by Time Domain Electromagnetic (TDEM) surveying: The case study of the islands of Fogo and Santo Antão in Cape Verde. Journal of Applied Geophysics 134, 226–234. DOI 10.1016/j.jappgeo.2016.09.020

Pace, F., Godio, A., Santilano, A., Comina, C.; 2019: Joint optimization of geophysical data using multi-objective swarm intelligence. Geophysical Journal International, 218 (3),1502–1521. DOI 10.1093/gji/ggz243

Pace, F., Santilano, A., Godio, A.; 2021: A Review of Geophysical Modeling Based on Particle Swarm Optimization. Surv Geophys 42, 505–549. DOI 10.1007/s10712-021-09638-4

Autore di riferimento: andrea.vergnano@polito.it



Con il contributo di

OGS
Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale

Consiglio Nazionale delle Ricerche

reluis

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

EAGE
EUROPEAN ASSOCIATION OF GEOSCIENTISTS & ENGINEERS
SEG
SOCIETY OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS
SEZIONE ITALIANA

19° CONVEGNO NAZIONALE

Con la sponsorizzazione di

CODEVINTEC
Tecnologie per le Scienze della Terra e del Mare

http://gngts.inogs.it