

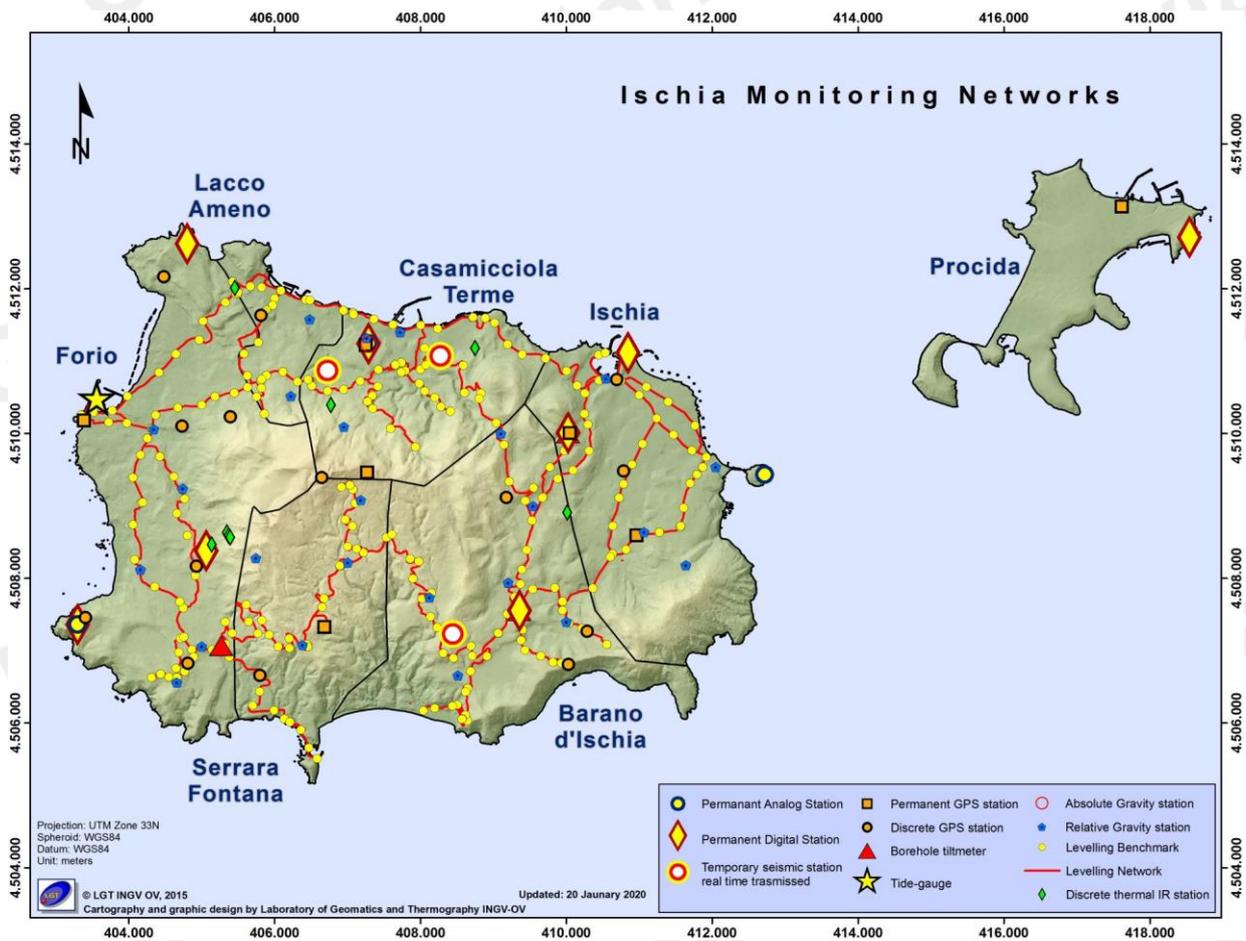


Bollettino di Sorveglianza

ISCHIA

GIUGNO 2022

A cura della Sezione di Napoli | OSSERVATORIO VESUVIANO



1. SISMOLOGIA

L'attuale configurazione della Rete Sismica di Ischia è la seguente (Figura 1.1):

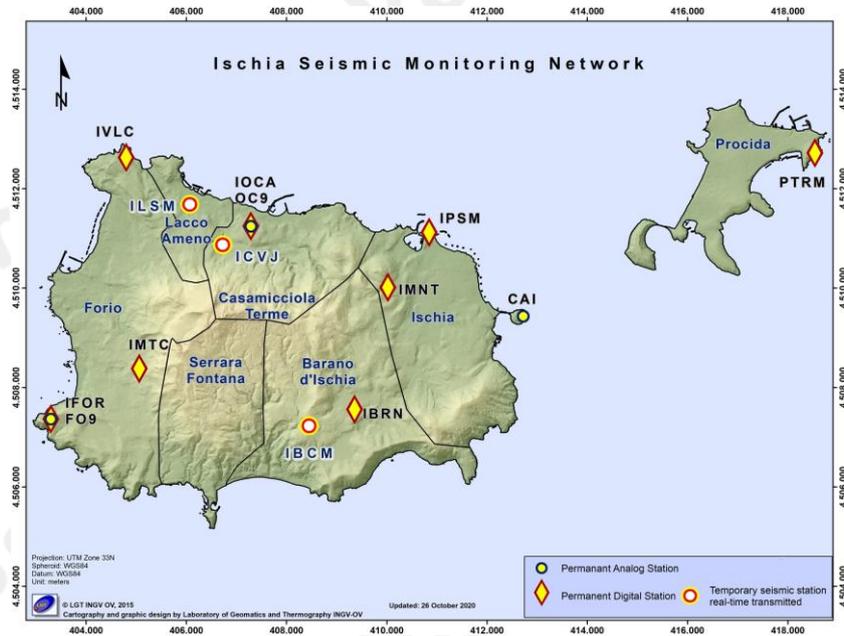


Figura 1.1 - Mappa della Rete Sismica di Ischia (DOI: 10.5281/zenodo.5886962).

Nel corso del mese di giugno 2022, ad Ischia non sono stati registrati terremoti. L'ultimo evento si è verificato il 27/05/2022 alle 08:53 UTC con $M_d 0.6 \pm 0.3$.

Non si evidenziano trend significativi nei parametri sismologici (Figg. 1.2-1.4).

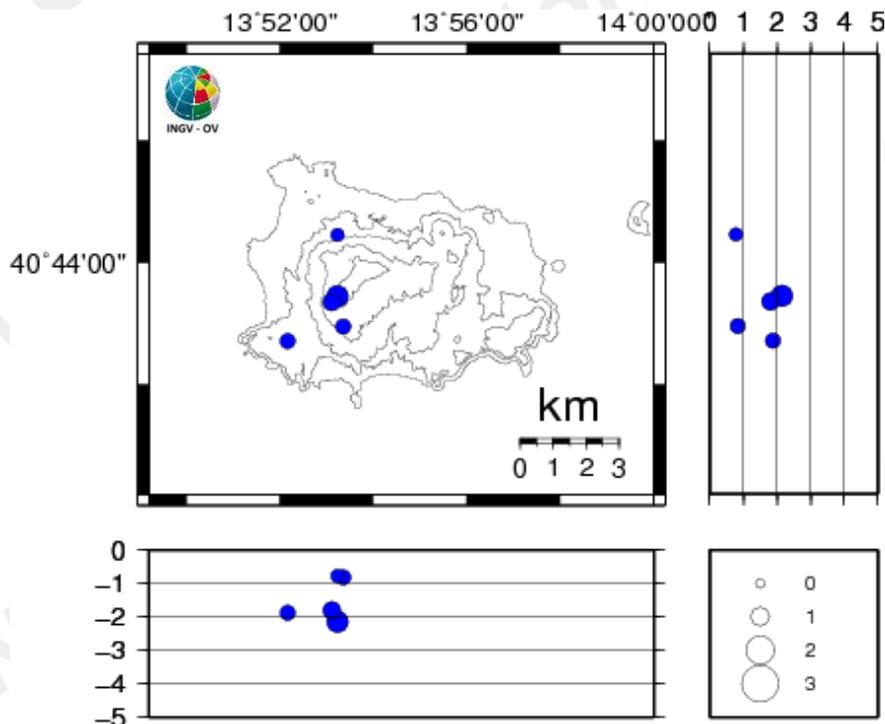


Figura 1.2 - Localizzazioni ipocentrali ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi. La dimensione dei simboli è proporzionale alla magnitudo, come indicato nel riquadro in basso.

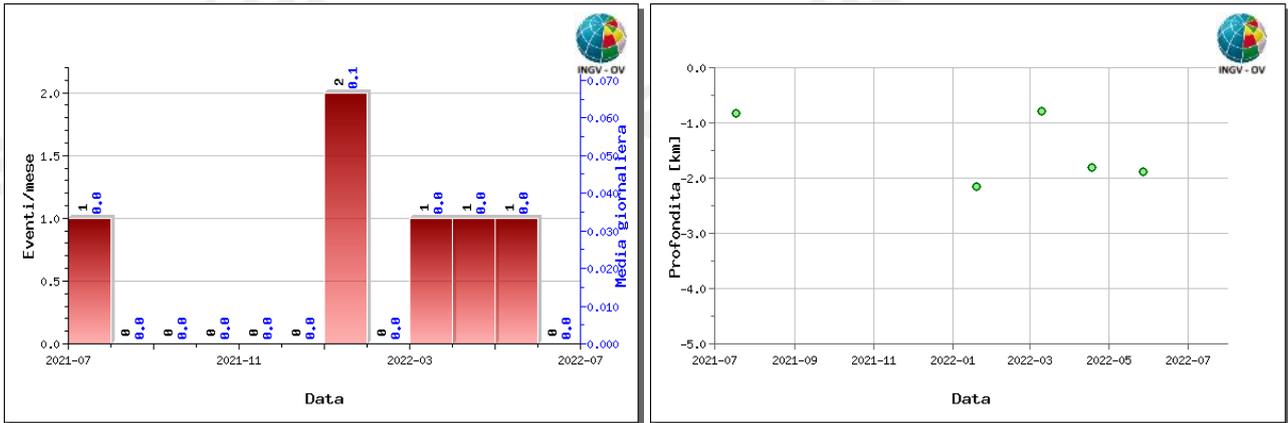


Figura 1.3 – (A sinistra) Numero di eventi registrati ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi (in totale 5). (A destra) profondità ipocentrali degli eventi registrati ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi.

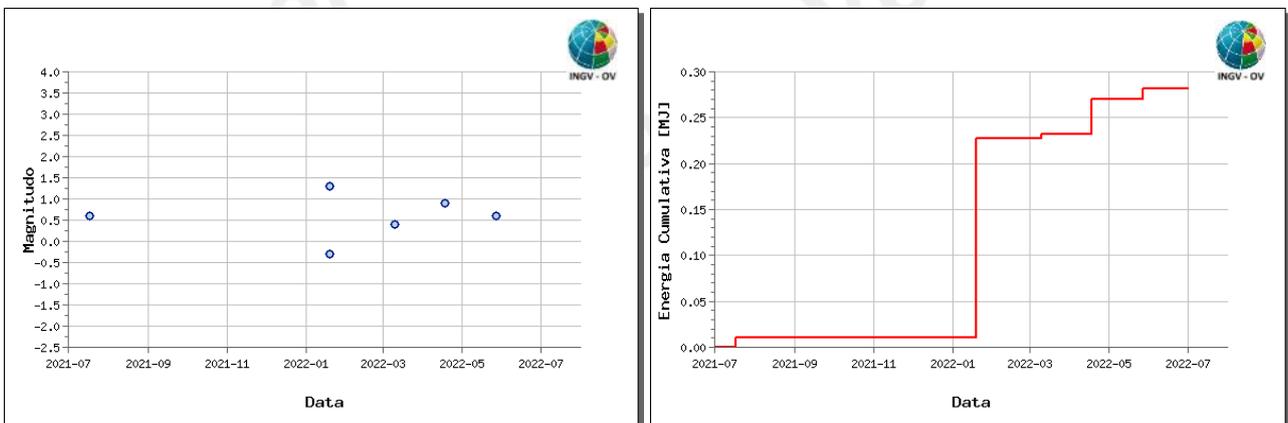


Figura 1.4 – (A sinistra) Magnitudo degli eventi registrati ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi. (A destra) Rilascio cumulativo di energia sismica ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi.

2. DEFORMAZIONI DEL SUOLO

2.1 GPS

In figura 2.1.1 è riportata la Rete GPS Permanente operativa ad Ischia, costituita da 6 stazioni a cui si aggiunge una stazione installata a Procida.

L'analisi delle serie temporali GPS conferma la generale subsidenza dell'isola con valori più elevati nel settore centro-meridionale (Fig. 2.1.2 e Fig. 2.1.3).

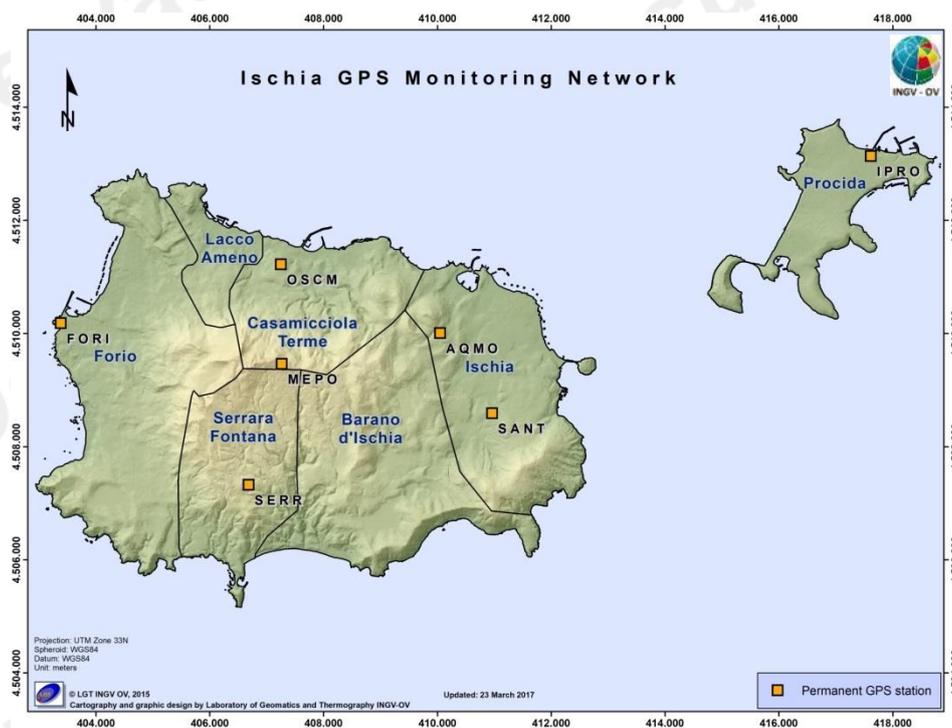


Figura 2.1.1 - Rete GPS Permanente di Ischia (DOI: 10.5281/zenodo.5886962).

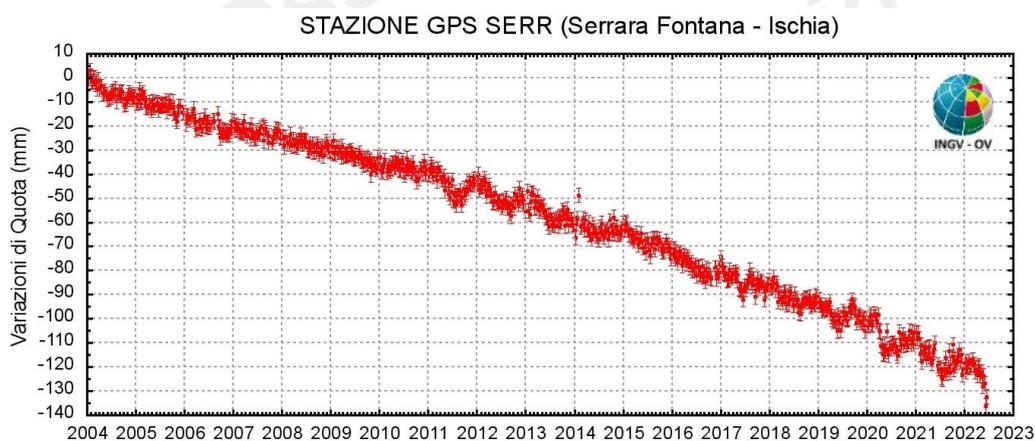


Figura 2.1.2 - Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di SERR (Ischia) da gennaio 2004 a giugno 2022.

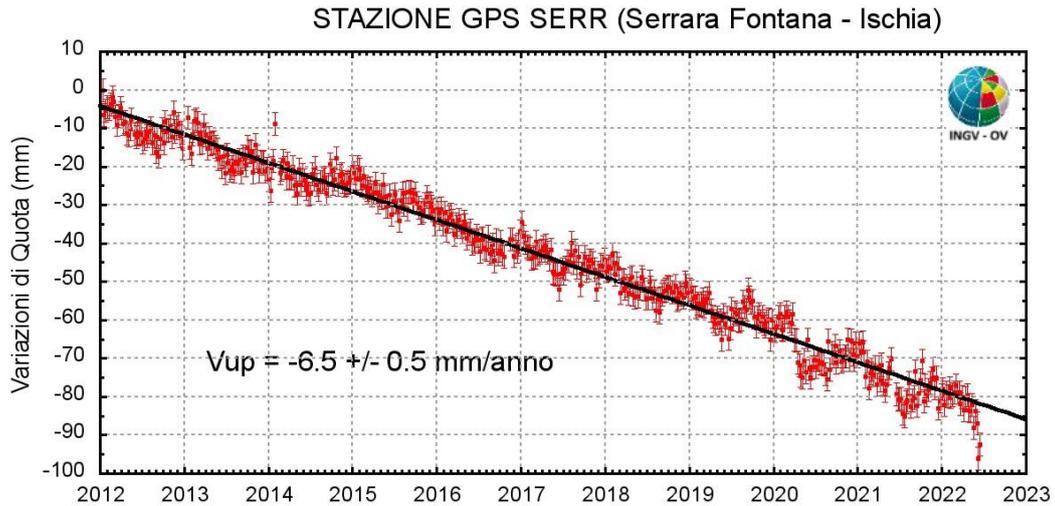


Figura 2.1.3 - Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di SERR (Ischia) da gennaio 2012 a giugno 2022.

2.2 Tiltmetria

La Rete di Monitoraggio delle inclinazioni del suolo dell’Isola di Ischia consiste di 3 stazioni equipaggiate con sensori digitali da pozzo (ISC, BRN, FOR, installati a 25 m di profondità) (Fig. 2.2.1)



Figura 2.2.1 - Rete Tiltmetrica dell’Isola d’Ischia (DOI: 10.5281/zenodo.5886962).

La variazione tiltmetrica osservata ad Ischia nel 2022 e riportata nella Figura 2.2.2, che rappresenta l'odografo del tilting registrato alle 3 stazioni della rete, mostra un pattern fortemente polarizzato in direzione N con una maggiore inclinazione confinata nel settore orientale dell'isola.

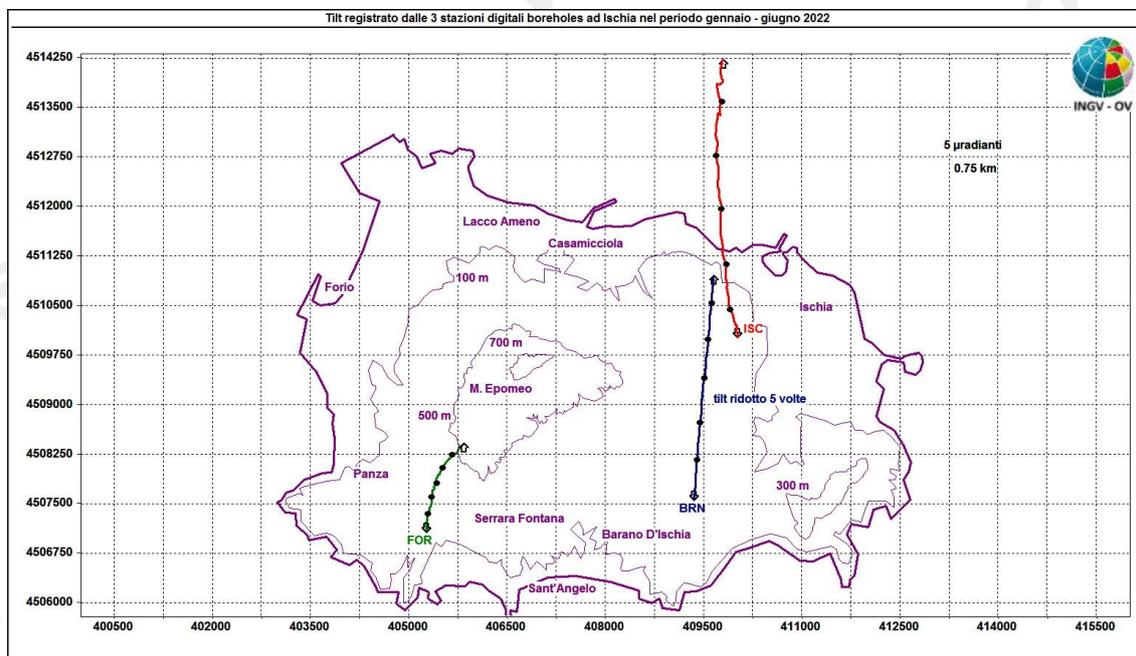


Figura 2.2.2 – Pattern tiltmetrico osservato a Ischia. Il lato di ogni maglia del reticolo equivale a 5 μ radianti o 0.75 km e i pallini neri sovrapposti sui vettori tilt marcano intervalli di 1 mese. Per esigenze grafiche, il tilt registrato a BRN è ridotto 5 volte.

La deformazione relativa ad ogni stazione è rappresentata con segmenti orientati di colore diverso; l'origine di ogni vettore tilt è siglata con il nome del sito stesso ed evidenziata con una freccia puntata verso il basso mentre l'estremo libero è indicato con una freccia puntata verso l'alto. Il verso di ogni vettore indica settori di crosta in abbassamento ed è univocamente definito dal suo estremo libero. Nella Tabella seguente sono riportate per ogni stazione la variazione d'inclinazione del suolo, con la relativa direzione di tilting, nonché la variazione di temperatura registrata a fondo pozzo (\approx -25 m dal p.c.) acquisite nel mese in corso.

Sito	Inclinazione e direzione	Temperatura
Stazione FOR (157 m s.l.m.)	9.8 μ radianti a NNE	0.02 °C
Stazione BRN (145 m s.l.m.)	113.6 μ radianti a NNE	0.00 °C
Stazione ISC (173 m s.l.m.)	28.1 μ radianti a NNW	-0.01 °C

In Figura 2.2.3 sono riassunti gli andamenti delle componenti tiltmetriche (filtrate dalle periodicità giornaliere) e termica registrate da ognuna delle 3 stazioni borehole.

Per evidenziare la continuità dei segnali, il periodo di tempo rappresentato parte dal 1° gennaio 2021; poiché, inoltre, i segnali acquisiti rappresentano la variazione di tilt, sono stati tutti azzerati a partire da quella data.

Componenti NS del tilt: si osserva un chiaro trend di inclinazione verso N e quindi un abbassamento del suolo in tale direzione. A BRN prosegue l'incremento di tilt osservato dal 2 agosto 2021.

Componenti EW del tilt: si osserva un trend di inclinazione verso E a BRN e FOR mentre ad ISC il trend va in direzione opposta già dal dicembre 2021, anche se nell'ultimo mese tende a cambiare leggermente.

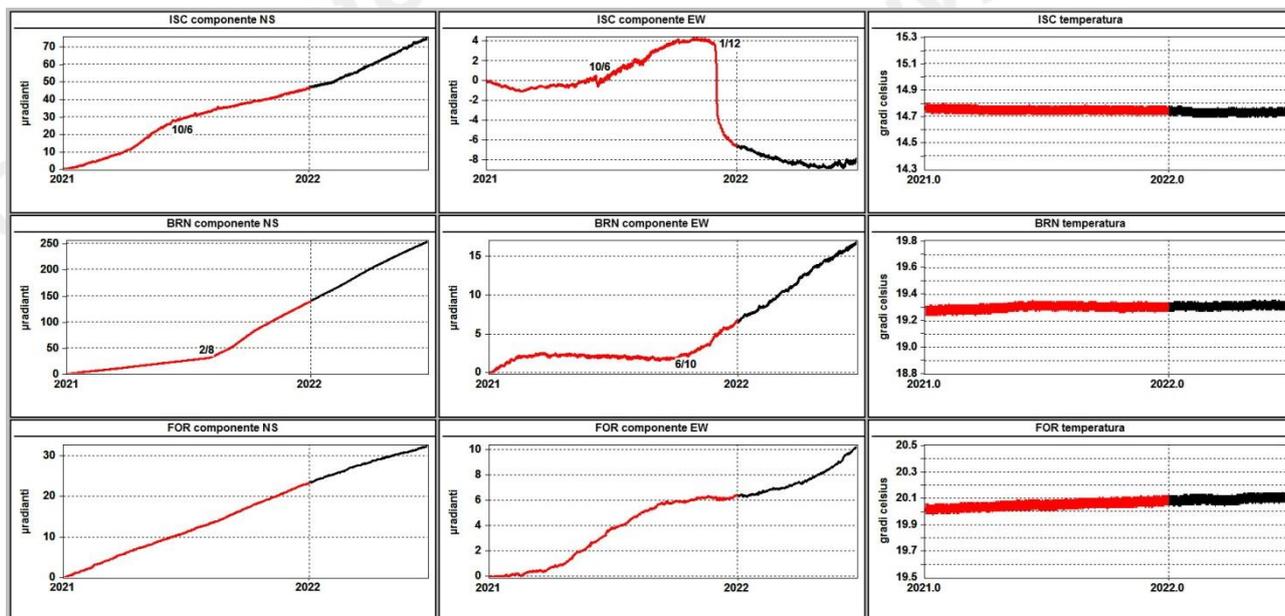


Figura 2.2.3 - Serie temporali dei segnali registrati, a partire dal 2021, dalle 3 stazioni “borehole” della rete di Ischia ordinate dal basso verso l'alto secondo la latitudine. Le prime 2 colonne riportano le componenti NS ed EW in μ radianti, i cui valori di tilt crescenti nel tempo indicano rispettivamente la variazione di inclinazione del suolo a N e ad E, mentre la terza colonna riporta la temperatura in $^{\circ}$ C registrata da ogni sensore. In rosso sono riportati i segnali relativi al 2021 mentre in nero sono rappresentati quelli registrati nell'anno in corso.

La variazione tiltmetrica osservata è sempre caratterizzata da una polarizzazione in direzione N con un gradiente di inclinazione che raggiunge, a SE del M.te Epomeo (stazione BRN), un valore molto più elevato rispetto a quelli registrati rispettivamente a SW (stazione FOR) ed a NE dello stesso (stazione ISC).

2.3 Gravimetria

Nel mese di maggio 2022 è stata svolta una nuova campagna di misure gravimetriche sull'Isola d'Ischia. Le misure sono state eseguite su 29 vertici della rete, collegati alla stazione gravimetrica assoluta di Napoli (Largo San Marcellino), assunta come riferimento (Figura 2.3.1).



Figura 2.3.1 - Vertici della Rete Gravimetrica dell'OV-INGV all'Isola d'Ischia (DOI: 10.5281/zenodo.5886962). Il caposaldo assoluto di riferimento della rete è localizzato presso il complesso monumentale di Largo San Marcellino (Napoli) e non è riportato in mappa.

Le misure gravimetriche relative, eseguite con il gravimetro LaCoste & Romberg modello D numero 85 (LCR-D85), sono state corrette per gli effetti di variazione della marea solida, del carico atmosferico e della deriva strumentale. Dai δg misurati è stata calcolata, per ogni singola stazione, la differenza di gravità rispetto alla stazione di riferimento di Napoli. Vista la bassa dinamica dell'isola, con deformazioni (subsidenza) dell'ordine di pochi millimetri all'anno, in questa analisi preliminare non sono state eseguite le correzioni di gravità per l'effetto delle variazioni di quota avvenute rispetto alla campagna precedente (2019-2022). I valori ottenuti sono stati confrontati con quelli della campagna precedente eseguita nel novembre 2019, con un errore medio di $\pm 10 \mu\text{Gal}$ ($1 \mu\text{Gal} = 10^{-8} \text{m/s}^2$, equivalente a 10^{-7}g), ottenendo le variazioni di Δg riportate in Figura 2.3.2.

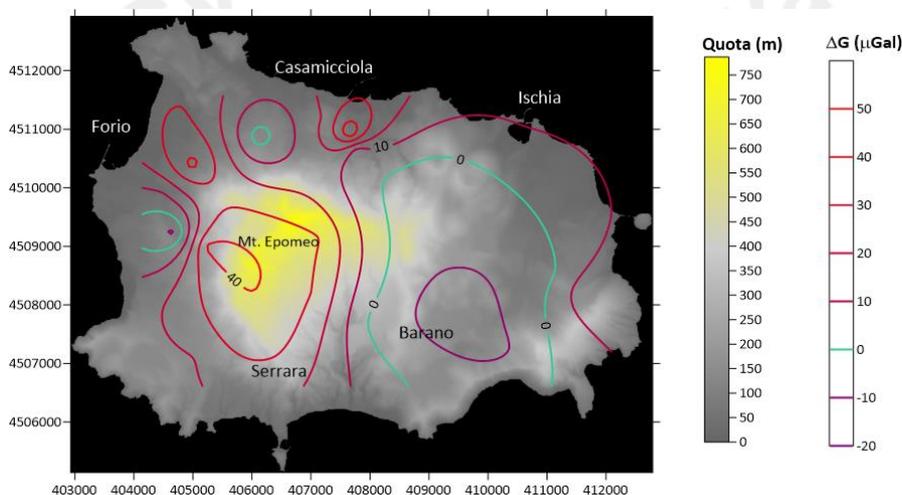


Figura 2.3.2 - Mappa dei delle variazioni Δg in μGal , riferite al caposaldo di Napoli (Largo San Marcellino), misurate tra la campagna gravimetrica di maggio 2022 e quella di novembre 2019.

Il campo variometrico evidenzia una netta separazione dell'isola tra una zona, ad est, con piccole variazioni negative, che ricadono all'interno dell'errore di misura (con valori massimi intorno a $-10\mu\text{Gal}$) e dunque non significative, e una zona centro-occidentale con variazioni positive i cui valori massimi ($\sim+40\mu\text{Gal}$) ricadono sul lato centro-occidentale del Monte Epomeo (787 m s.l.m.). L'andamento del campo variometrico sembra dunque essere condizionato dal diverso assetto vulcano-tettonico e strutturale dell'isola, caratterizzato dal graben di Ischia a est, e dalla presenza del blocco risorgente del Monte Epomeo nel settore centro-occidentale. Quest'ultimo settore è contraddistinto da elevati gradienti geotermici ($>150^\circ\text{C}/\text{km}$) e da diffuse manifestazioni in superficie di fumarole e sorgenti termali calde. Le variazioni più significative, intorno a $+40\mu\text{Gal}$, si localizzano in prossimità del campo fumarolico chiamato "Donna Rachele" che si estende per circa 0.86 km^2 and una quota di circa 300 m s.l.m. sul versante occidentale del Monte Epomeo.

3. MONITORAGGIO TERMICO CON TERMOCAMERA MOBILE E TERMOCOPPIA

La sorveglianza vulcanologica tramite Telecamere Termiche Mobili (TTM) e termocoppie rigide ha come principale obiettivo l'individuazione di eventuali variazioni nel tempo dei valori di temperatura misurati al suolo in punti discreti e/o di aree a temperatura maggiore in modo da evidenziare eventuali modifiche nella distribuzione areale del campo fumarolico.

I rilievi sono eseguiti mensilmente in condizioni di non irraggiamento solare (essenzialmente di notte), utilizzando una termocamera portatile FLIR SC640 ad alta risoluzione (640 x 480 pixel) e sensibilità ($<0.06 \div +30^\circ\text{C}$). La termocoppia utilizzata è di tipo K, con errore strumentale di circa 0.1°C nell'intervallo $-200 \div 1260^\circ\text{C}$. Le misure ottenute con la termocamera sono confrontate, quando possibile, con quelle eseguite con termocoppia rigida.

Da dicembre 2020 si utilizza una nuova termocamera FLIR T1020 con maggiore risoluzione (1024 x 768 pixel). Quando possibile, contemporaneamente alla FLIR T1020 si continua a utilizzare anche la FLIR SC640. La doppia misura consente di calibrare i valori rilevati con la nuova termocamera.

Da aprile 2022, in alcuni siti, contestualmente alla FLIR T1020, le misure di temperatura sono state rilevate anche con l'ausilio di un drone equipaggiato da una termocamera FLIR VUEPRO ad alta risoluzione (640x512 pixel) e precisione $\pm 5^\circ\text{C}$.

Ubicazione dei punti di misura ad Ischia

I rilievi termici a Ischia sono effettuati in nove punti stazione ubicati in diversi contesti strutturali (Fig. 3.1a-i). In generale, non si evidenziano variazioni significative di temperatura massima e modifiche nella distribuzione areale del campo fumarolico nei diversi punti di misura.

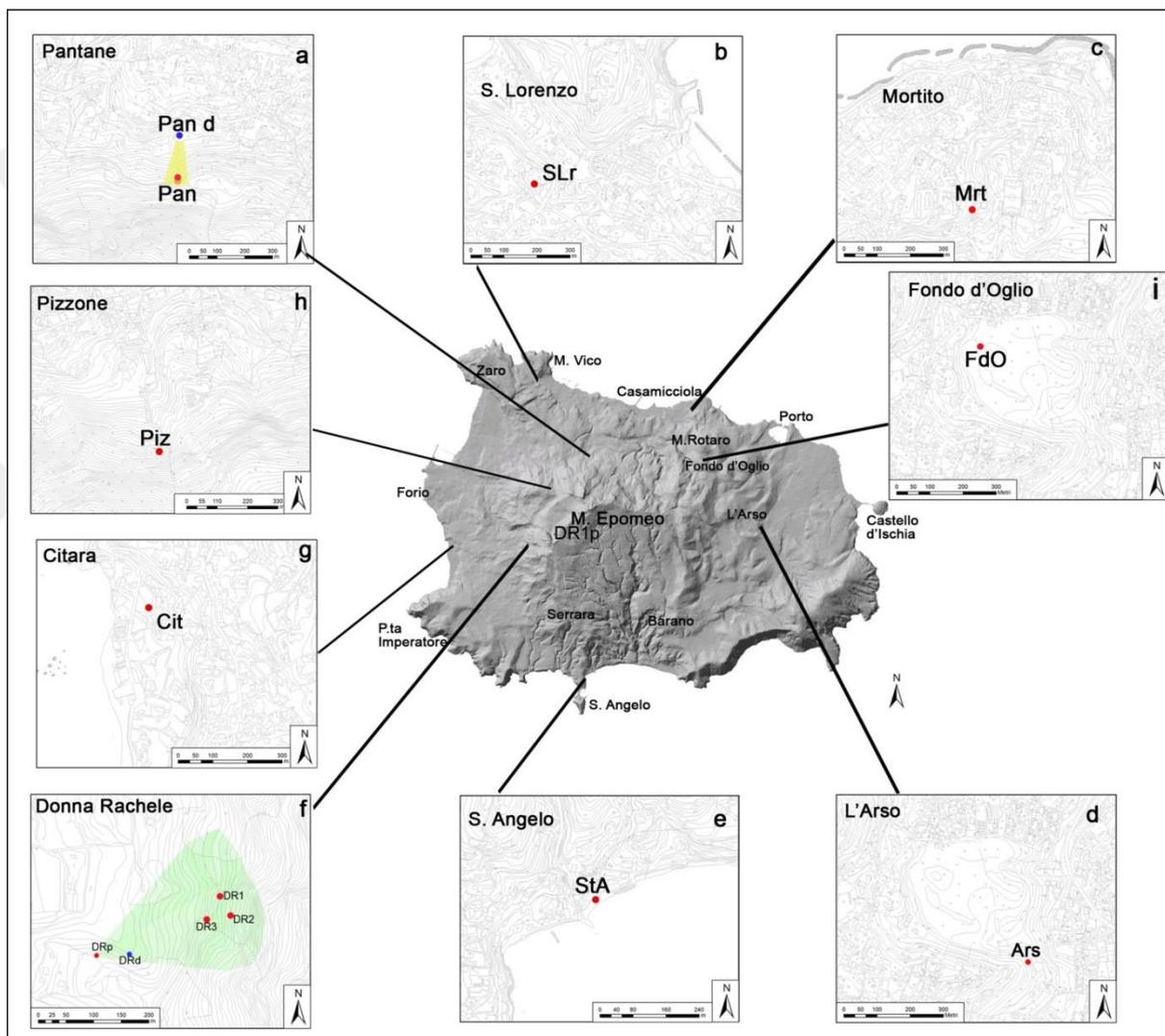


Figura 3.1 – Ubicazione dei punti di misura con Telecamere Termiche Mobili a Ischia.

Di seguito si riportano osservazioni e dati relativi al mese di giugno 2022, corrispondenti ai tre siti di misura selezionati: Cratere dell'Arso, Pantane e Pizzone.

Cratere dell’Arso

All’interno del cratere dell’Arso, nel settore orientale dell’isola di Ischia (Fig. 3.1d), i valori di temperatura rilevati con telecamera termica e termocoppia rigida sono stabili a meno di variazioni stagionali (Fig. 3.2).

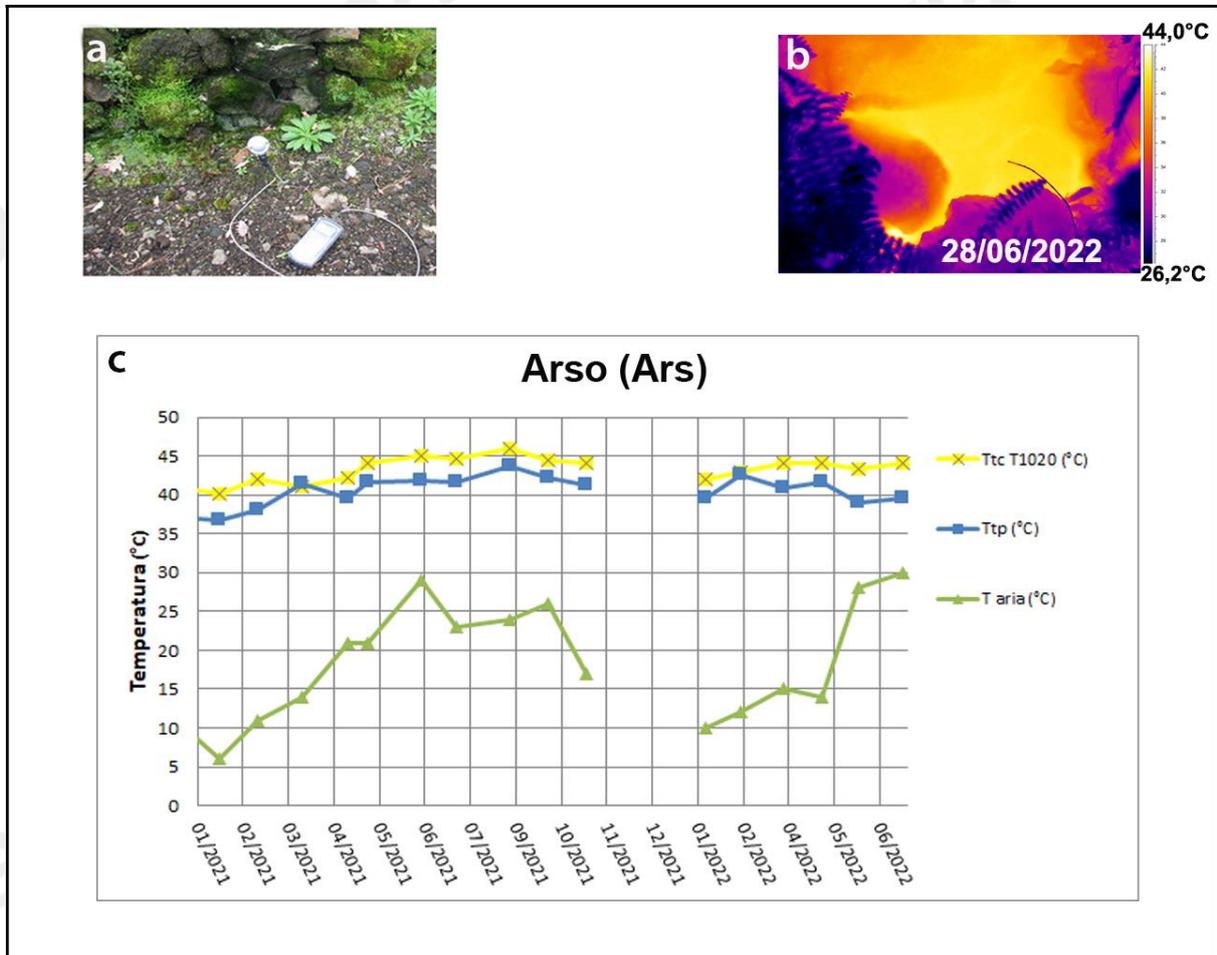


Figura 3.2 - Cratere dell’Arso a Ischia. Immagini nel visibile (a) e termica (b) riprese dal punto stazione Ars di Figura 3.1d. Valori massimi di temperatura con termocamera FLIR SC640 (TtcSC640), valori massimi di temperatura con termocamera FLIR T1020 (TtcT1020) e valori di temperatura dalla termocoppia (Ttp), confrontati con la temperatura dell’aria (Taria) misurata nel momento del rilievo termico, da gennaio 2021 a giugno 2022 (c).

Pantane

In località Pantane, a nord del Monte Epomeo (Fig. 3.1a), i valori di temperatura rilevati con telecamera termica e termocoppia rigida sono stabili, a meno di variazioni stagionali (Fig. 3.3c).

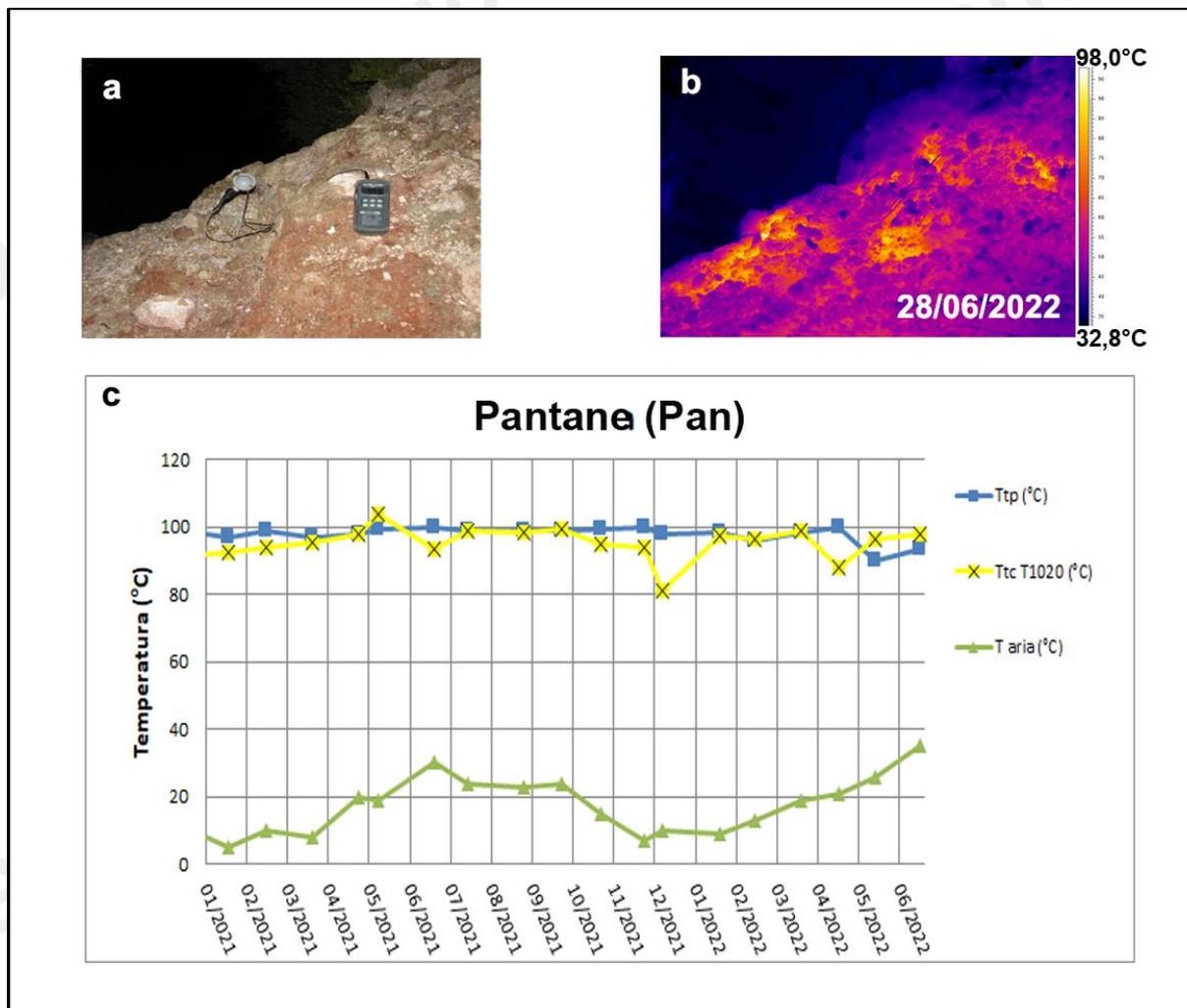


Figura 3.3 – Fumarola in località Pantane a Ischia. Immagini nel visibile (a) e termica (b) riprese dal punto di misura Pan di figura 3.1a. Valori massimi di temperatura con termocamera FLIR SC640 (TtcSC640), valori massimi di temperatura con termocamera FLIR T1020 (TtcT1020) e valori di temperatura dalla termocoppia (Ttp), confrontati con la temperatura dell'aria (Taria) misurata nel momento del rilievo termico, da gennaio 2021 a giugno 2022 (c).

In Figura 3.4 è mostrata una fotocomposizione di immagini termiche rilevate da drone la cui temperatura massima è di 97,7°C. Nella stessa figura è riportata anche la temperatura massima (di 81,7°C) relativa al punto Pan di figura 3.3.

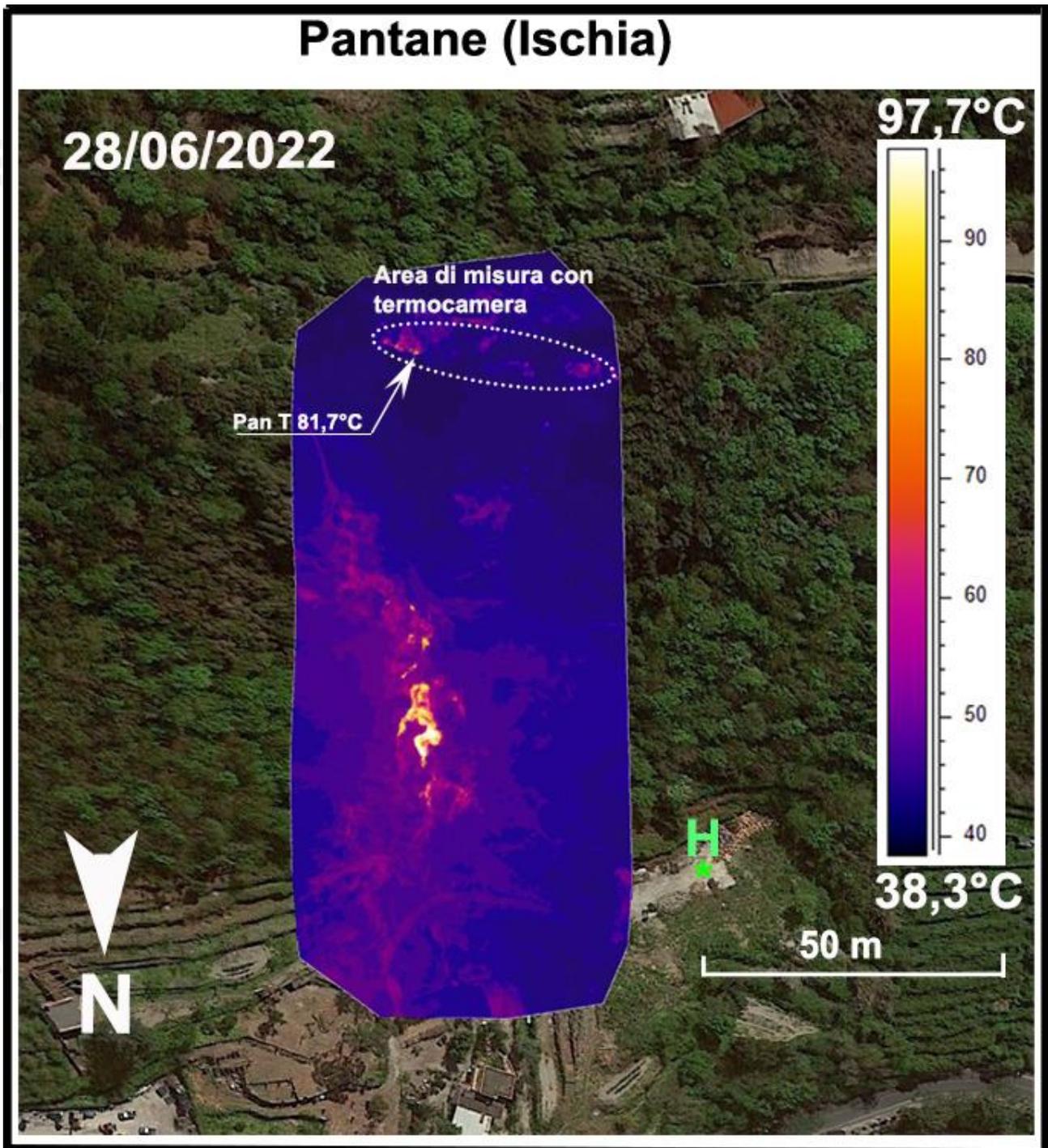


Figura 3.4 – Fotocomposizione di immagini termiche rilevate da drone nel mese di giugno 2022. H indica il sito di decollo e di atterraggio del drone. L'area racchiusa dalla linea tratteggiata è quella dove vengono effettuate le misure termiche mensili (Fig. 3.1.a). La freccia indica il sito "Pan" di Figura 3.3 e la relativa temperatura rilevata dal drone.

Pizzone

In località Pizzone, a nord-ovest del Monte Epomeo (Fig. 3.1h), i valori di temperatura rilevati con telecamera termica e termocoppia rigida sono stabili, a meno di variazioni stagionali (Fig. 3.5c).

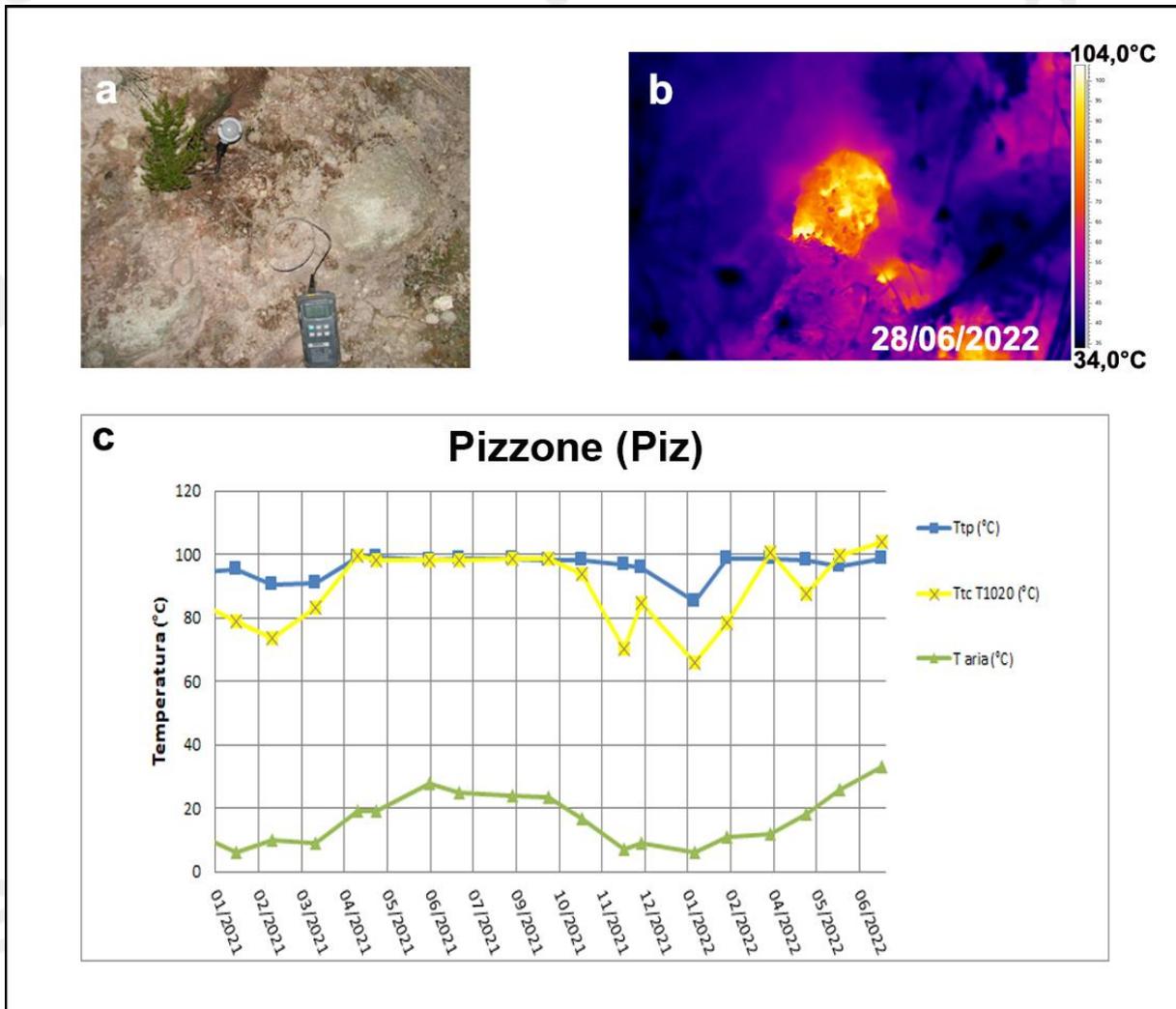


Figura 3.5 – Fumarola in località Pizzone a Ischia. Immagini nel visibile (a) e termica (b) riprese dal punto stazione Piz di figura 3.1h. Valori massimi di temperatura con termocamera FLIR SC640 (TtcSC640), valori massimi di temperatura con termocamera FLIR T1020 (TtcT1020) e valori di temperatura dalla termocoppia (Ttp), confrontati con la temperatura dell'aria (Taria) misurata nel momento del rilievo termico, da gennaio 2021 a giugno 2022 (c).

4. QUADRO DI SINTESI DELLO STATO DEL VULCANO NEL MESE DI GIUGNO 2022 E VALUTAZIONI

1) **SISMOLOGIA:** Nel corso del mese di giugno 2022 ad Ischia non sono stati registrati terremoti. L'ultimo evento si è verificato il 27/05/2022 alle 08:53 UTC con $M_d 0.6 \pm 0.3$.

2) **DEFORMAZIONI:** Permane una lieve subsidenza generale, più evidente nella parte centro-meridionale dell'isola.

Le direzioni d'inclinazione del suolo mostrano un pattern d'inclinazione prevalente verso N.

3) **TERMOGRAFIA:** Non si osservano significative variazioni di temperatura massima e modifiche nella distribuzione areale del campo fumarolico nei diversi punti di misura.

Sulla base dell'attuale quadro dell'attività vulcanica sopra delineato, non si evidenziano elementi tali da suggerire significative evoluzioni a breve termine.

N.B. Eventuali variazioni dei parametri monitorati possono comportare una diversa evoluzione degli scenari di pericolosità sopra descritti.

Responsabilità e proprietà dei dati

L'INGV, in ottemperanza a quanto disposto dall'Art.2 del D.L. 381/1999, svolge funzioni di sorveglianza sismica e vulcanica del territorio nazionale, provvedendo alla organizzazione della rete sismica nazionale integrata e al coordinamento delle reti sismiche regionali e locali in regime di convenzione con il Dipartimento della Protezione Civile.

L'INGV concorre, nei limiti delle proprie competenze inerenti la valutazione della Pericolosità sismica e vulcanica nel territorio nazionale e secondo le modalità concordate nella convenzione biennale attuativa per le attività di servizio in esecuzione dell'Accordo Quadro tra il Dipartimento della Protezione Civile e l'INGV (Periodo 2022-2025), alle attività previste nell'ambito del Sistema Nazionale di Protezione Civile. In particolare, questo documento, redatto in conformità all'Allegato Tecnico del suddetto Accordo Quadro, ha la finalità di informare il Dipartimento della Protezione Civile circa le osservazioni e i dati acquisiti dalle reti di monitoraggio gestite dall'INGV su fenomeni naturali di interesse per lo stesso Dipartimento.

L'INGV fornisce informazioni scientifiche utilizzando le migliori conoscenze scientifiche disponibili; tuttavia, in conseguenza della complessità dei fenomeni naturali in oggetto, nulla può essere imputato all'INGV circa l'eventuale incompletezza ed incertezza dei dati riportati e circa accadimenti futuri che differiscano da eventuali affermazioni a carattere previsionale presenti in questo documento. Tali affermazioni, infatti, sono per loro natura affette da intrinseca incertezza.

L'INGV non è responsabile dell'utilizzo, anche parziale, dei contenuti di questo documento da parte di terzi, e/o delle decisioni assunte dal Dipartimento della Protezione Civile, dagli organi di consulenza dello stesso Dipartimento, da altri Centri di Competenza, dai membri del Sistema Nazionale di Protezione Civile o da altre autorità preposte alla tutela del territorio e della popolazione, sulla base delle informazioni contenute in questo documento. L'INGV non è altresì responsabile di eventuali danni arrecati a terzi derivanti dalle stesse decisioni.

La proprietà dei dati contenuti in questo documento è dell'INGV. La diffusione anche parziale dei contenuti è consentita solo per fini di protezione civile ed in conformità a quanto specificatamente previsto dall'Accordo Quadro sopra citato tra INGV e Dipartimento della Protezione Civile.