



Rep. N. M11/2022 ETNA

ETNA

BOLLETTINO MENSILE

MESE DI RIFERIMENTO NOVEMBRE 2022

(data emissione 06/12/2022)

1. SINTESI STATO DI ATTIVITA'

Alla luce dei dati di monitoraggio si evidenzia:

1) OSSERVAZIONI VULCANOLOGICHE: Attività di degassamento a regime variabile ai crateri sommitali. Attività effusiva da bocche eruttive apertesì in Valle del Leone, con formazione di piccole colate laviche.

2) SISMOLOGIA: Bassa attività sismica da fratturazione; ampiezza media del tremore vulcanico prevalentemente nel livello medio.

3) INFRASUONO: Modesta attività infrasonica.

4) DEFORMAZIONI DEL SUOLO: E' proseguito il trend in inflazione dell'edificio vulcanico. Il 15 novembre le stazioni clinometriche dell'area sommitale hanno misurato una inclinazione dell'ordine del microradiante, che indica un sollevamento centrato nell'area sommitale.

5) GEOCHIMICA: Flusso di SO₂ su un livello medio.

Il flusso di CO₂ dal suolo mostra valori medi.

La pressione parziale di CO₂ disciolta in falda mostra valori che ricadono all'interno della variabilità stagionale.

Il rapporto isotopico dell'He è in diminuzione ma si attesta ancora su valori medio-alti.

6) OSSERVAZIONI SATELLITARI: L'attività termica osservata da satellite in area sommitale è stata di livello da moderato ad alto in corrispondenza dell'eruzione effusiva in area sommitale.

2. SCENARI ATTESI

Attività vulcanica caratterizzata da effusioni laviche da bocche eruttive in area sommitale accompagnata da degassamento e occasionale discontinua attività esplosiva eventualmente associata a formazione di nubi di cenere e ricaduta di prodotti piroclastici grossolani e flussi piroclastici in area sommitale. Non è possibile escludere un'evoluzione dei fenomeni verso un'attività più energetica.

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

Si sottolinea che le intrinseche e peculiari caratteristiche di alcune fenomenologie, proprie di un vulcano in frequente stato di attività e spesso con persistente stato di disequilibrio come l'Etna, possono verificarsi senza preannuncio o evolvere in maniera imprevista e rapida, implicando quindi un livello di pericolosità mai nullo.

3. OSSERVAZIONI VULCANOLOGICHE

Il monitoraggio dell'attività vulcanica dell'Etna, nel corso del periodo di osservazione in oggetto, è stato effettuato mediante l'analisi delle immagini della rete di telecamere di sorveglianza dell'INGV, Osservatorio Etneo (INGV-OE). Le osservazioni sono state talvolta discontinue a causa della presenza di copertura nuvolosa in zona sommitale.

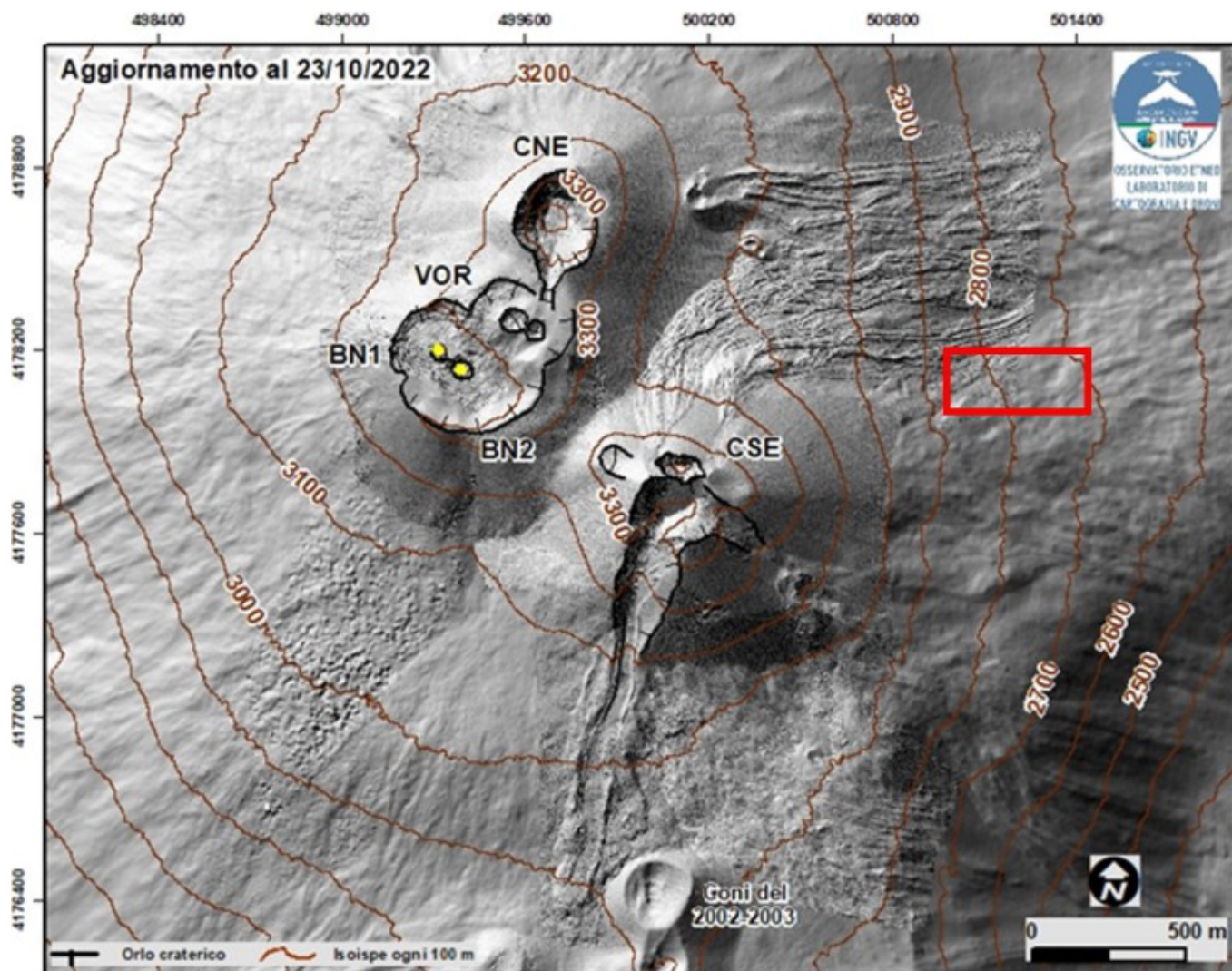


Fig. 3.1 *Modello ombreggiato del terreno dell'area sommitale dell'Etna, ottenuto elaborando le immagini da drone acquisite durante diversi sorvoli (15 e 21 Settembre 2022, 6, 21 e 23 Ottobre), sovrapposto al modello ombreggiato derivato da immagini Pleiades del 22 agosto 2020 (AO Telerilevamento). CSE = Cratere di Sud-Est, CNE = Cratere di Nord-Est; BN = Bocca Nuova; VOR = Voragine. I pallini gialli indicano attività di degassamento. Il rettangolo rosso delimita l'area interessata dall'attività effusiva,*

Nel periodo in esame, l'attività dei crateri sommitali dell'Etna (Fig.3.1) è stata caratterizzata da un degassamento a regime variabile (Fig.3.2). In particolare, il cratere Bocca Nuova (BN) è stato caratterizzato da degassamento d'intensità variabile, a tratti a carattere impulsivo. I fondi craterici di Voragine (VOR) e del Cratere di Nord-Est (CNE) hanno prodotto solo debole degassamento fumarolico. Il Cratere di Sud-Est (CSE) è stato caratterizzato da degassamento fumarolico d'intensità variabile in corrispondenza dell'orlo craterico e di fratture presenti lungo il cono. Occasionalmente sono stati registrati sporadici e deboli bagliori in corrispondenza della bocca attiva a maggio-giugno 2022.

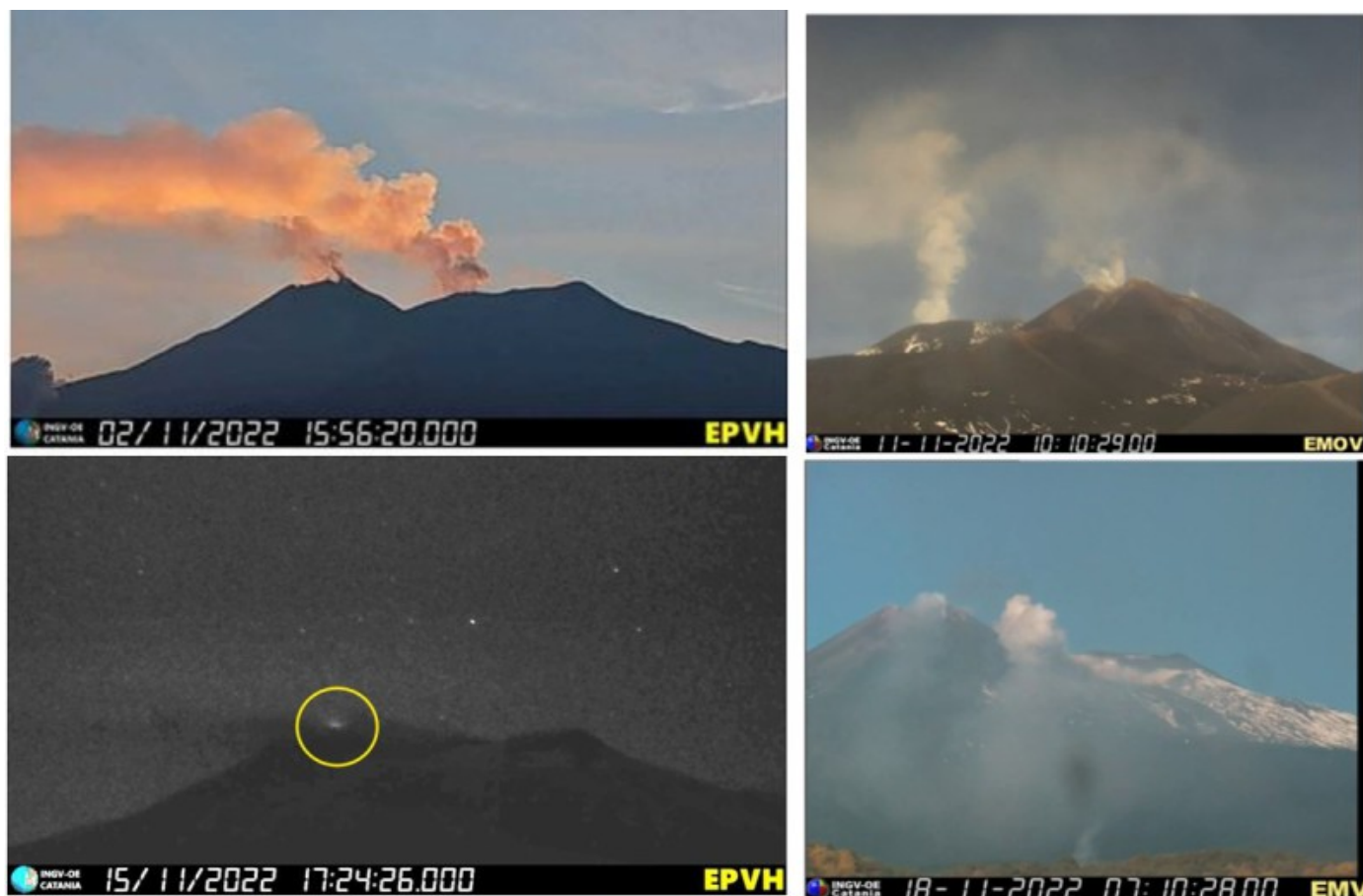


Fig. 3.2 *Degassamento ai crateri sommitali dell'Etna nel mese di novembre 2022 ripreso da varie telecamere di sorveglianza. Le telecamere sono: EPVH (Piedimonte Etneo, sul versante nord-orientale dell'Etna), EMOV (La Montagnola, sull'alto fianco meridionale) e EMV (Milo, sul fianco orientale del vulcano). Il cerchio giallo evidenzia i bagliori osservati occasionalmente al CSE.*

Giorno 27/11, le migliorate condizioni meteo a partire dalle ore 17.00 UTC hanno consentito di osservare che si era formata una bocca eruttiva alla base nord-orientale del CSE, ad una quota di circa 2800 m s.l.m. (Figg. 3.3 e 3.4a). La bocca ha alimentato una piccola colata lavica che si è diretta verso la Valle del Leone. La colata, che si è potuta osservare chiaramente alle prime luci del 28/11, ha percorso circa 300 m, raggiungendo quota 2700 m circa s.l.m. (Fig.3.3 e 3.4b). A partire dalle ore 9:00 UTC del 28/11 e fino a tutto il 29/11, le cattive condizioni meteo non hanno consentito di effettuare osservazioni dirette, anche se la presenza di bagliori tra le nuvole ha dimostrato la prosecuzione dell'attività eruttiva. Giorno 30/11, quando le condizioni meteorologiche sono migliorate, si è osservata la presenza di un'altra bocca eruttiva posizionata poco più a monte di quella del 27/11, a circa 2900 m s.l.m (Fig. 3.4c); la bocca ha alimentato una colata lavica che si è allungata per circa 450 m parallelamente a quella del 27/11, raggiungendo una quota di 2700 m s.l.m. (Figg. 3.3 e 3.4d). L'attività effusiva è ancora in corso al 30/11. Dall'inizio dell'attività effusiva del 27/11, le immagini delle telecamere non hanno evidenziato attività esplosiva significativa alle bocche eruttive.

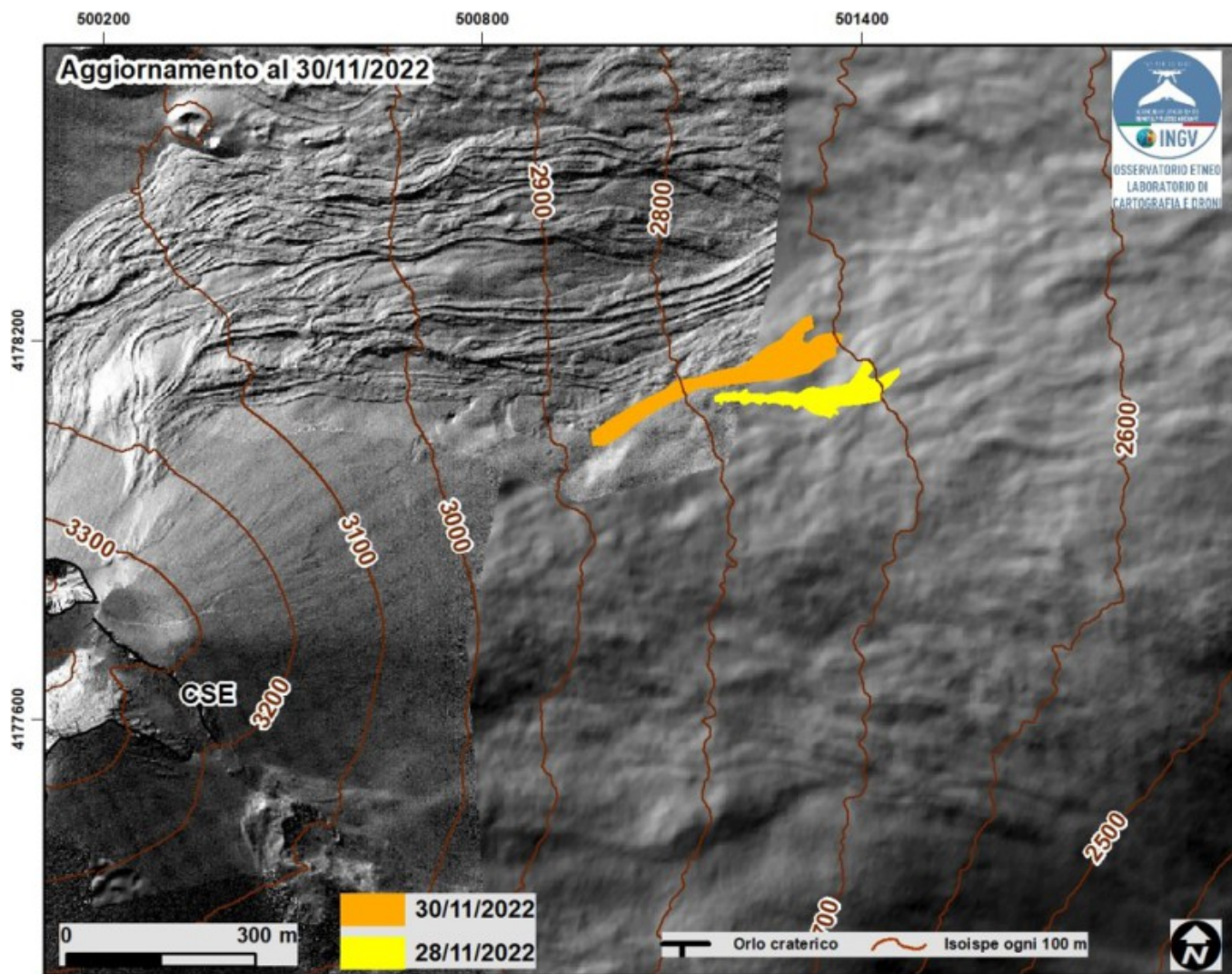


Fig. 3.3 Mappa della colata aggiornata al 30 novembre ottenuta dall'analisi dell'immagine satellitare Skysat del 28 novembre e delle immagini acquisite dalla telecamera di Piedimonte Etneo. L'immagine di background è il modello ombreggiato del terreno dell'area sommitale dell'Etna, ottenuto elaborando le immagini da drone acquisite durante diversi sorvoli (15 e 21 Settembre 2022, 6, 21 e 23 Ottobre), sovrapposto al modello ombreggiato derivato da immagini Pleiades del 22 agosto 2020 (AO Telerilevamento).

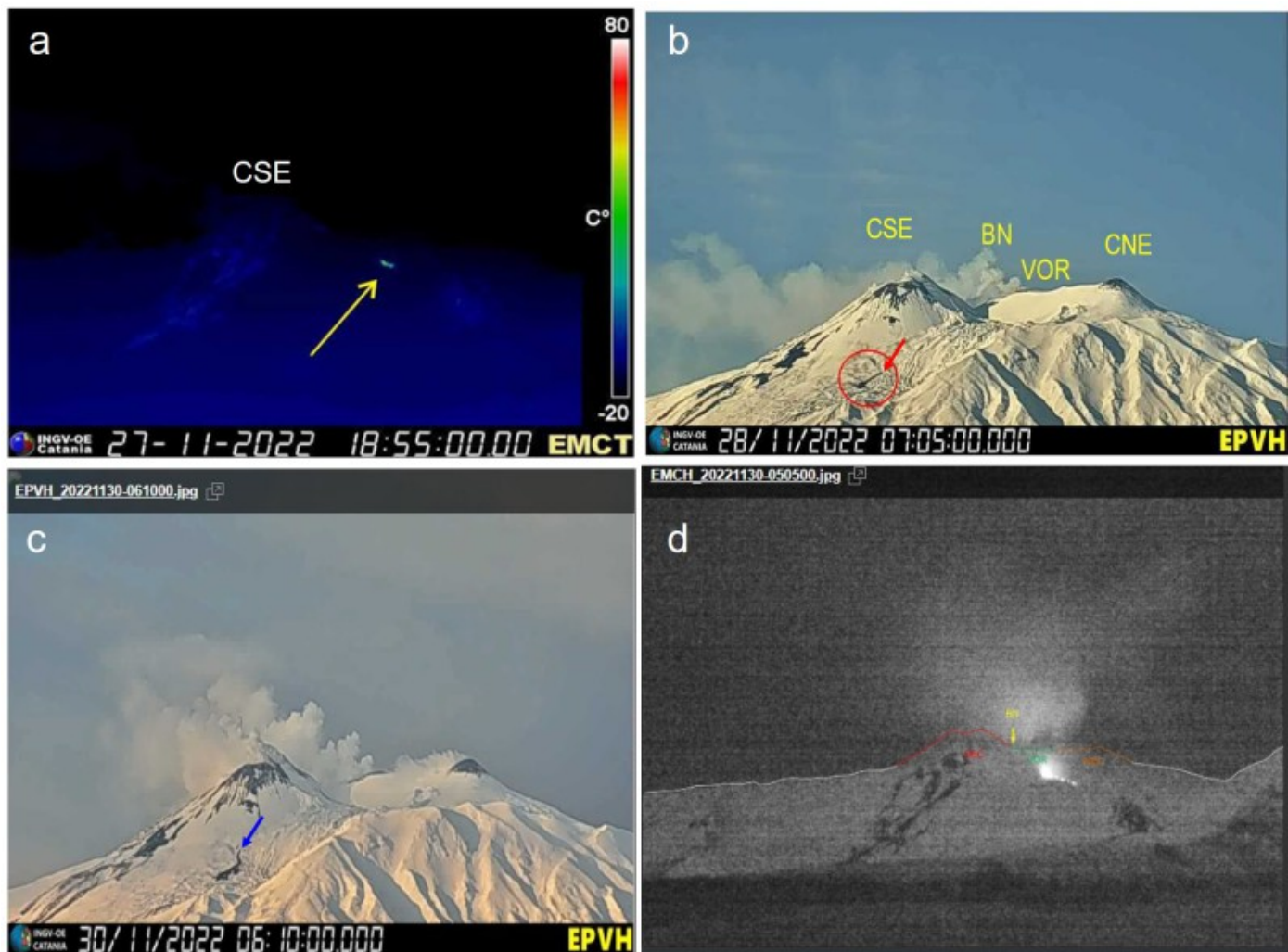


Fig. 3.4 a) fase iniziale di apertura della bocca eruttiva (freccia gialla) ripresa dalla telecamera termica di M.te Cagliato il 27/11; b) colata lavica (nel cerchio rosso) alimentata dalla bocca di quota 2800 m s.l.m (freccia rossa), ripresa dalla telecamera di Piedimonte il 28/11; c) bocca eruttiva di quota 2900 m s.l.m (freccia blu), ripresa dalla telecamera di Piedimonte il 30/11; d) colata lavica ripresa dalla telecamera visibile di M.te Cagliato il 30/11.

4. SISMOLOGIA

Durante il mese in oggetto l'attività sismica legata a processi di fratturazione è stata parecchio bassa, mantenendo grossomodo lo stesso rate di rilascio sismico del mese precedente (Fig. 4.1). Sono stati registrati solamente due terremoti che hanno superato di poco la soglia di magnitudo di 2.0, entrambi localizzati nel versante nord del vulcano, ma in due settori distinti. In particolare, il primo evento, registrato alle 20:13 di giorno 15 novembre, di magnitudo locale (MI) pari a 2.2, ha interessato l'area di Piano Pernicana con ipocentro superficiale; il secondo terremoto, registrato alle 09:39 di giorno 25 novembre, di MI pari a 2.3, è stato localizzato tra gli abitati di Maletto e Randazzo, con ipocentro parecchio profondo (Fig. 4.2 e Tab. 4.1).

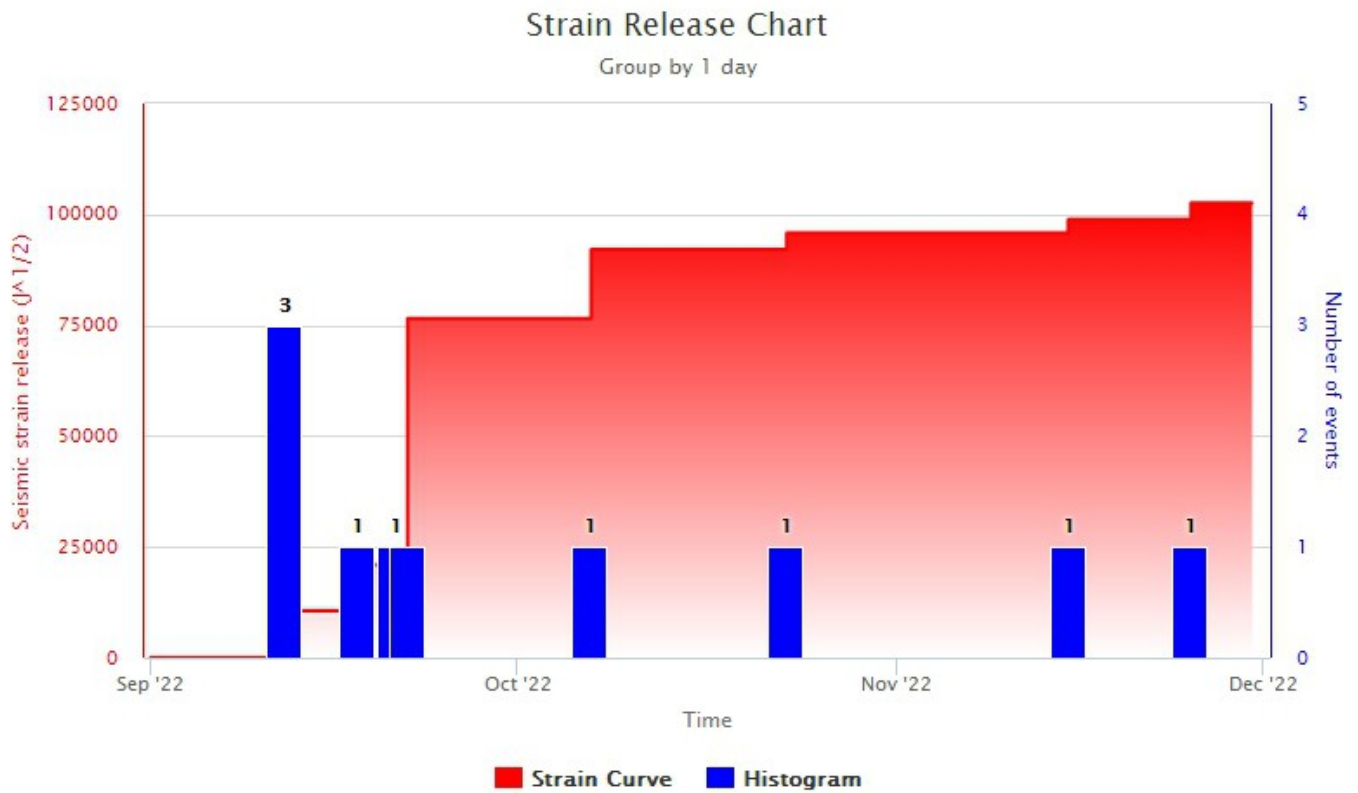


Fig. 4.1 *Frequenza giornaliera di accadimento e curva cumulativa del rilascio di strain sismico dei terremoti con M_I pari o superiore a 2.0 negli ultimi 3 mesi.*

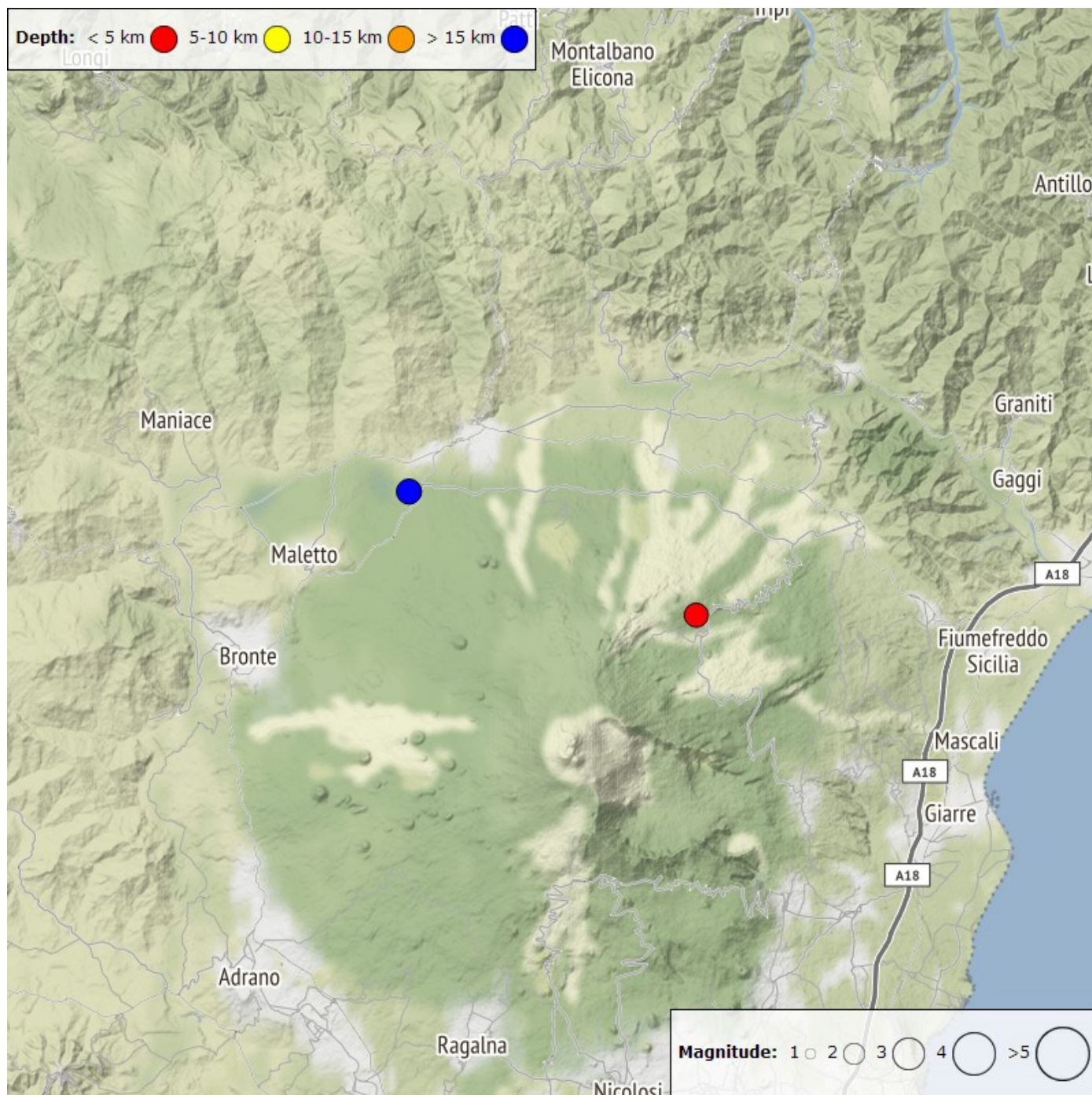


Fig. 4.2 Distribuzione della sismicità con M_L pari o superiore a 2.0 nell'ultimo mese.

Tabella. 4.1 - Tabella dei terremoti con $M_L \geq 2$

DateTime	M_L	Prof. (km)	Area epicentrale
15/11/2022 20:13	2.2	1.8	1.1 km W from Piano Pernicana (CT)
25/11/2022 09:39	2.3	26.8	3.8 km SW from Randazzo (CT)

Senza mostrare variazioni rispetto a quanto registrato nel mese precedente, l'ampiezza media del tremore vulcanico si è mantenuta prevalentemente nell'intervallo dei valori medi, raggiungendo occasionalmente e per brevi periodi la fascia dei valori alti (Fig. 4.3). Le sorgenti del tremore vulcanico sono state localizzate principalmente nell'area compresa tra il Cratere di Sud-Est ed il Cratere Bocca Nuova, ad una profondità

solitamente compresa tra 2600 e 3000 metri al di sopra del livello medio del mare (Fig. 4.4).

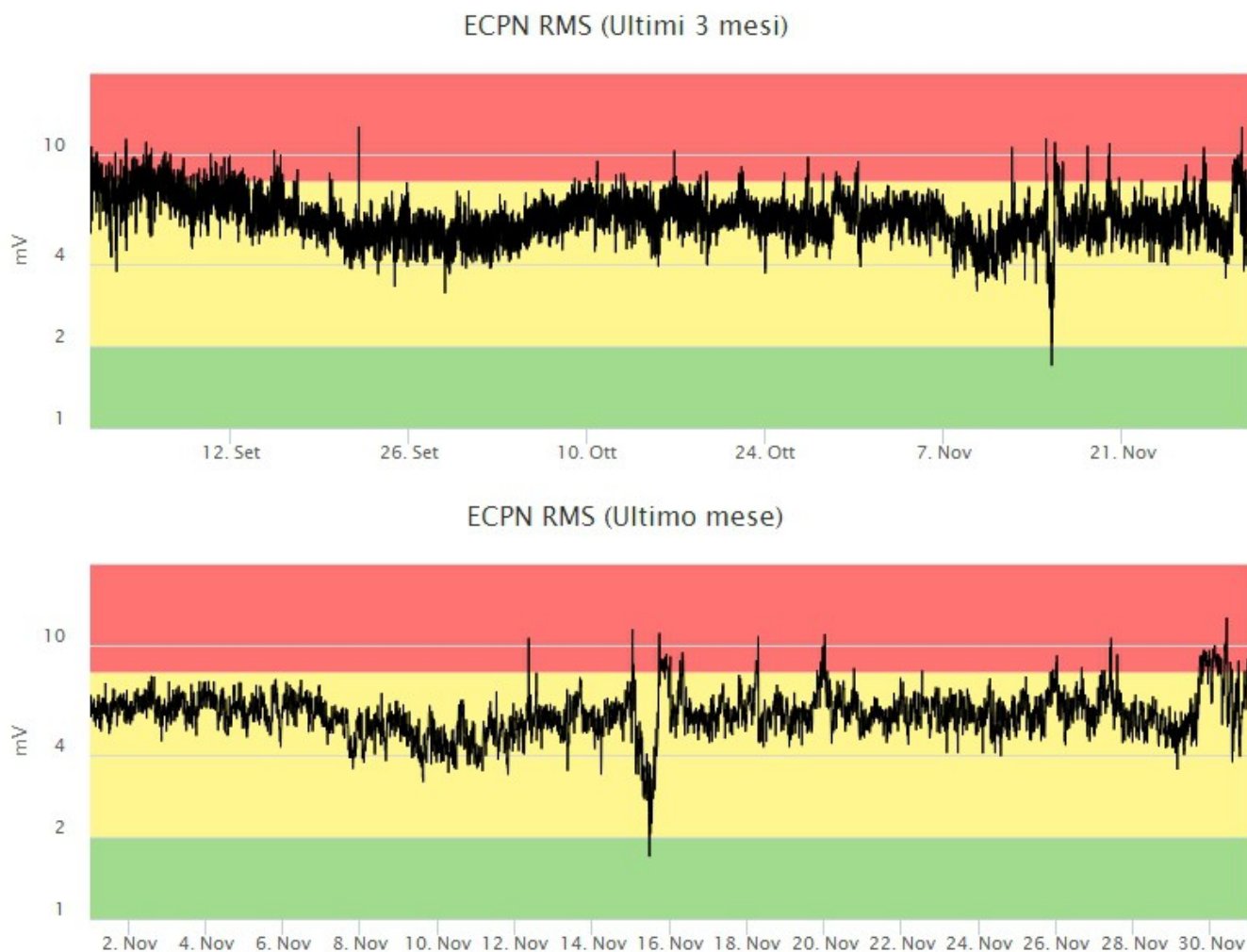


Fig. 4.3 Andamento temporale dell'ampiezza del tremore vulcanico: valori RMS negli ultimi 3 mesi (in alto) e nell'ultimo mese (in basso) secondo tre livelli di ampiezza (basso=verde, medio = giallo, alto = rosso).

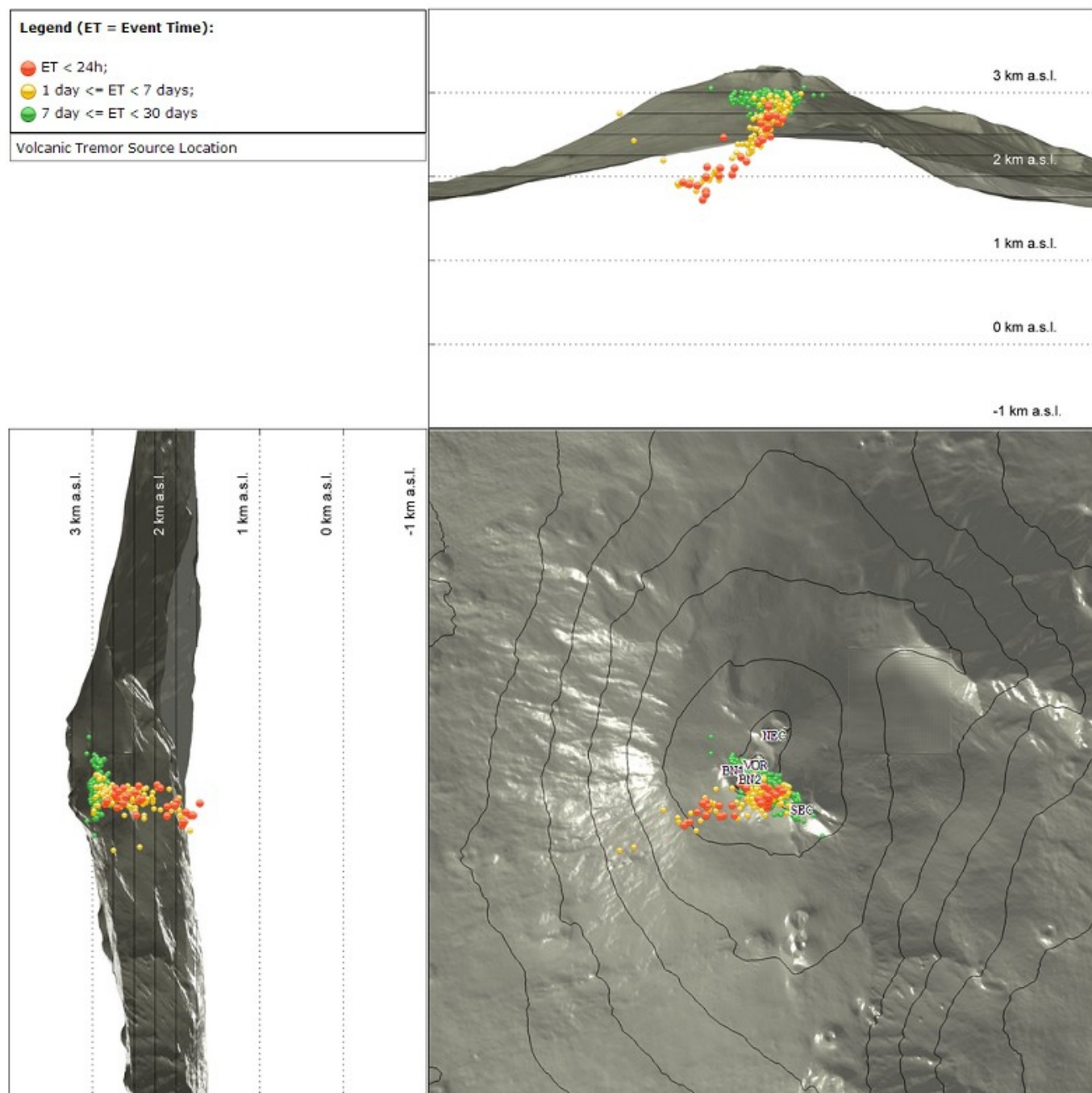


Fig. 4.4 Localizzazione delle sorgenti del tremore vulcanico (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN1 = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova). Le localizzazioni che ricadono al di fuori delle aree crateriche non sono da considerarsi affidabili in quanto effettuate in condizioni di geometria di rete poco ottimale per il cattivo funzionamento di alcune stazioni dovuto al maltempo.

5. INFRASUONO

Sebbene è doveroso segnalare che l'attività infrasonica riscontrata potrebbe risultare sottostimata a causa del cattivo tempo che ha caratterizzato alcuni giorni del periodo considerato, rispetto al mese precedente i segnali infrasonici registrati in questo ultimo periodo sono stati contraddistinti da una minore frequenza di accadimento di eventi (Fig. 5.1), riconducibili ad attività generalmente modesta. Le ampiezze degli eventi localizzati, quest'ultimi ubicati prevalentemente in corrispondenza del Cratere Bocca Nuova, si sono mantenute complessivamente basse (Fig. 5.2).



Fig. 5.1 Andamento della frequenza giornaliera di accadimento degli eventi infrasonici localizzati negli ultimi 3 mesi.

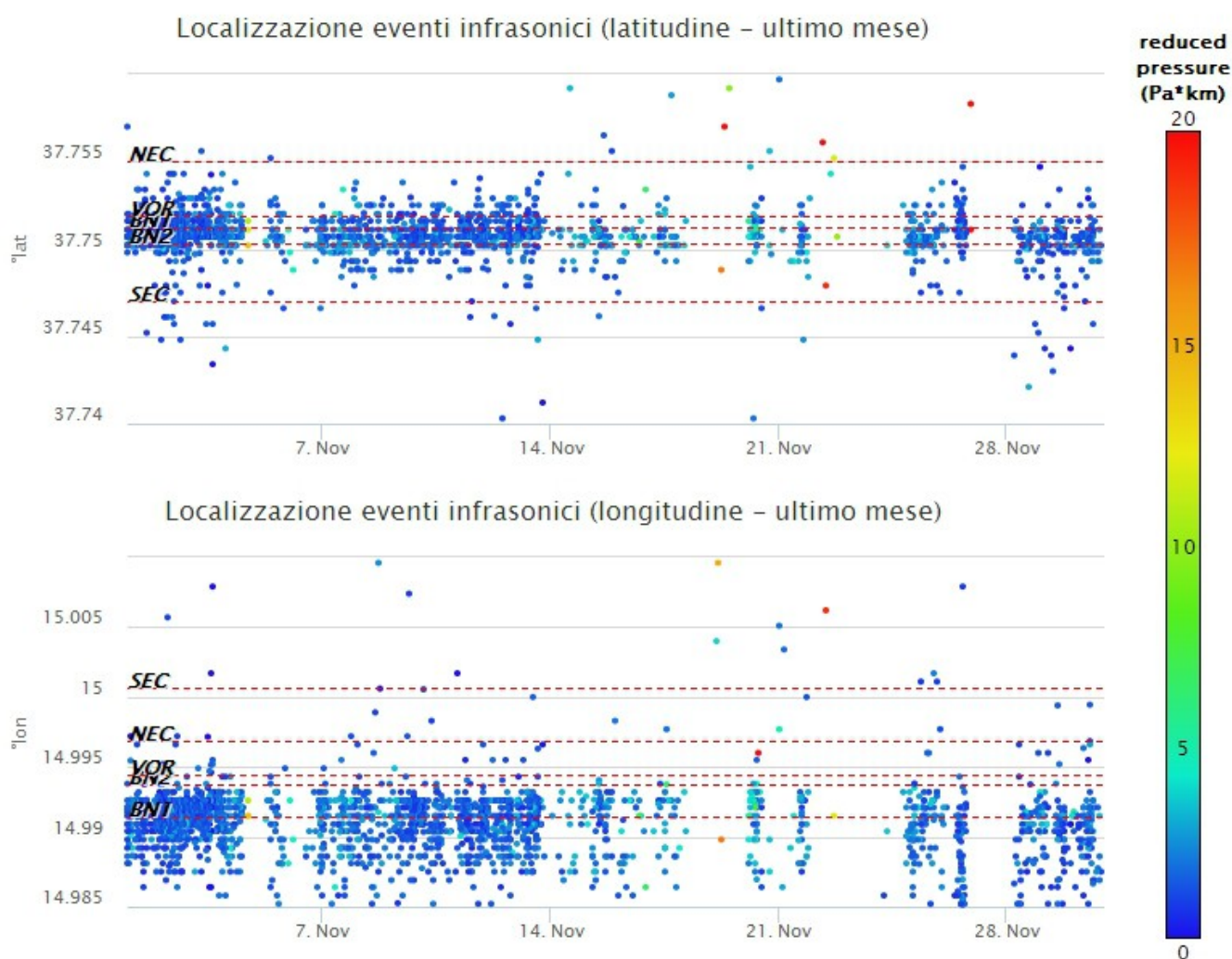


Fig. 5.2 Andamento temporale dei parametri di localizzazione (longitudine e latitudine) degli eventi infrasonici localizzati nell'ultimo mese (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN1 = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova). A destra nel grafico, il colore dell'indicatore è funzione dell'ampiezza degli eventi.

6. DEFORMAZIONI DEL SUOLO

Durante il mese di novembre è proseguito il trend in inflazione dell'edificio vulcanico, come si evince dalla serie temporale della dilazione areale del triangolo EPDN-ECPN-EPLU, formato dalle stazioni GNSS situate in area sommitale, e dalla baseline EMEG-EMGL, individuata da stazioni situate nel versante occidentale del vulcano.

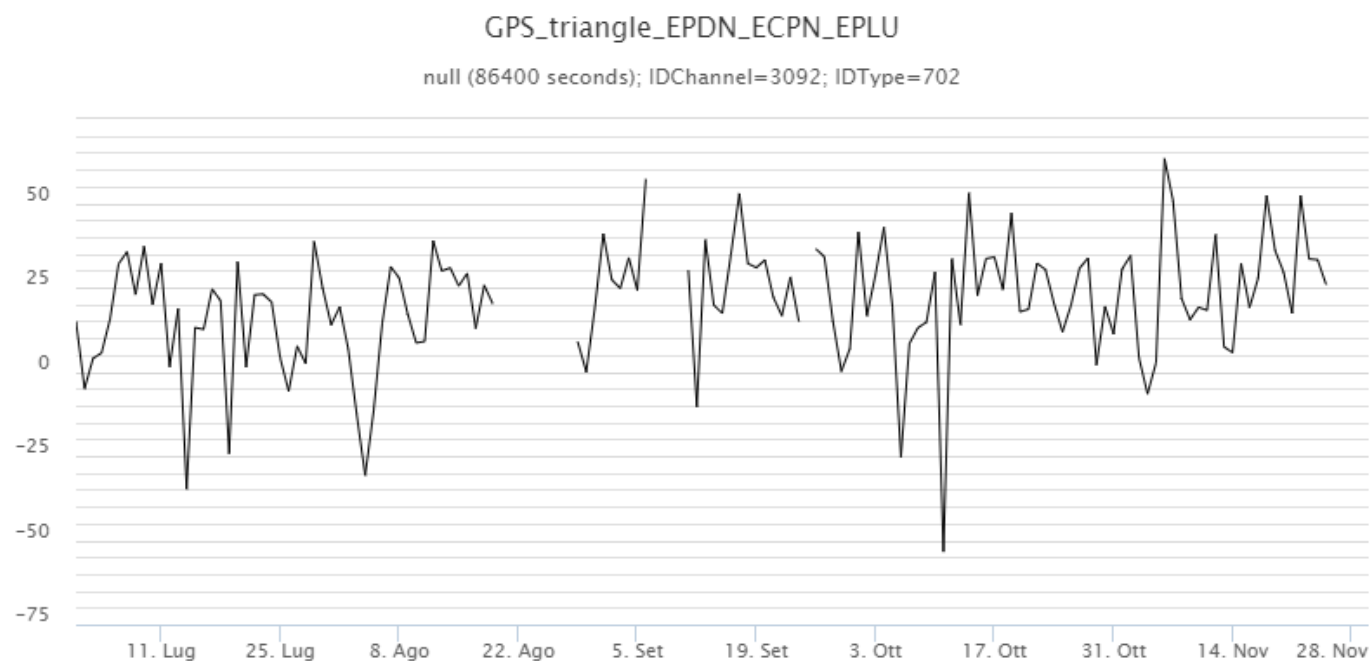


Fig. 6.1 Serie temporale della dilazione areale del triangolo EPDN-ECPN-EPLU.

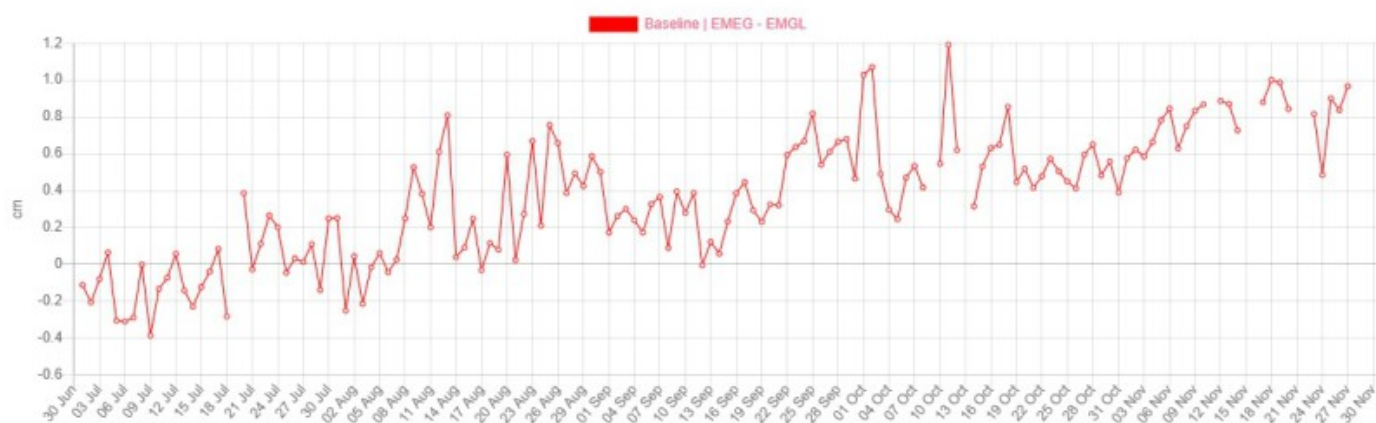


Fig. 6.2 Serie temporale della variazione di distanza EMEG-EMGL.

Le stazioni di monitoraggio clinometrico dell'area sommitale hanno rilevato variazioni significative tra le 00:00 e 04:00 GMT del 15 Novembre 2022. Una prima variazione si è osservata tra le 00:00 e le 00:30 GMT circa ed una seconda variazione tra le 02:50 e le 03:30 GMT circa, cumulando una inclinazione non superiore ad 1 microradiante, ed indicando un sollevamento centrato all'incirca nell'area sommitale.

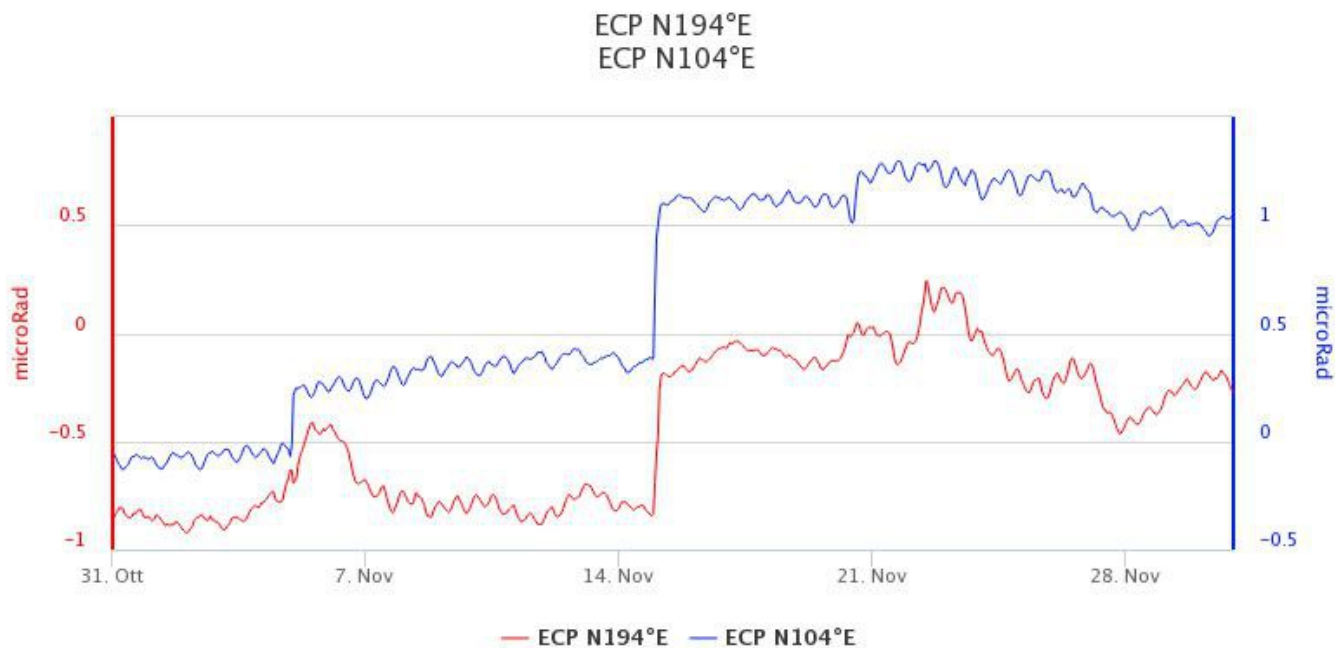


Fig. 6.3 *Serie temporale delle componenti N194E e N104E del clinometro di ECP.*

7. GEOCHIMICA

Il flusso di SO₂ medio-giornaliero nell'ultimo mese ha indicato un moderato incremento rispetto a quanto osservato nel periodo precedente. Il flusso si pone su un livello medio.

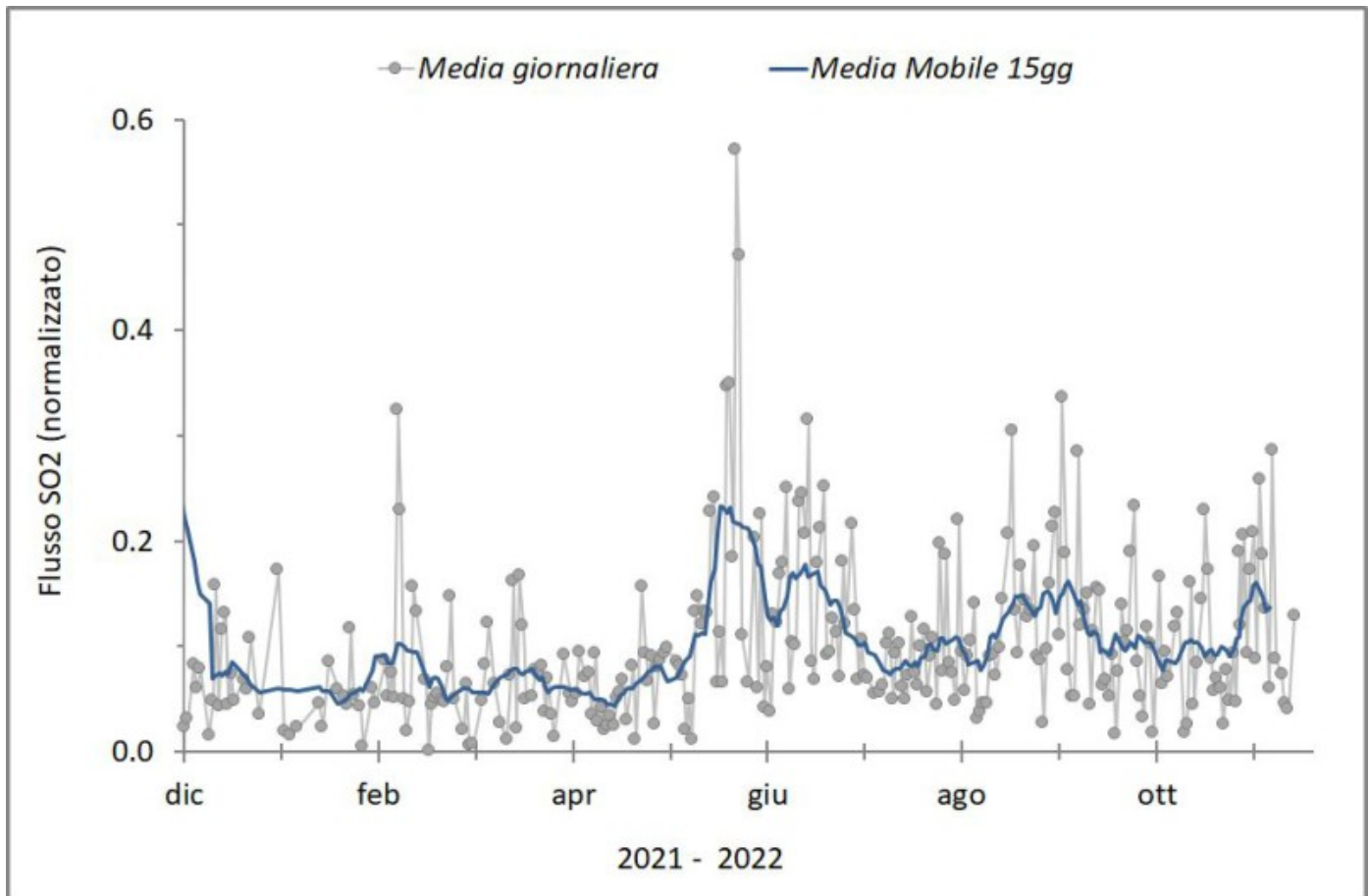


Fig. 7.1 *Misure normalizzate del flusso di SO₂ registrato dalla rete FLAME nell'ultimo anno*

Flussi CO₂ dal suolo (Rete Etnagas): i flussi di CO₂ dal suolo registrati nell'ultima settimana mostrano valori in leggera diminuzione ma si attestano ancora su livelli medio-alti.

Etna – TotNorm

FROM: 2021-12-06 – TO: 2022-12-06 | Last Value: 0.35



Fig. 7.2 *Curva normalizzata dei flussi complessivi della CO₂ esalante dal suolo registrati dalla rete EtnaGAS nell'ultimo anno (running average su base bi- settimanale).*

CO₂ in falda (Rete EtnaAcque). La pressione parziale della CO₂ disciolta nelle acque della galleria drenante in località Ponteferro (Santa Venerina) mostra variazioni che rientrano nella variabilità stagionale del sito.

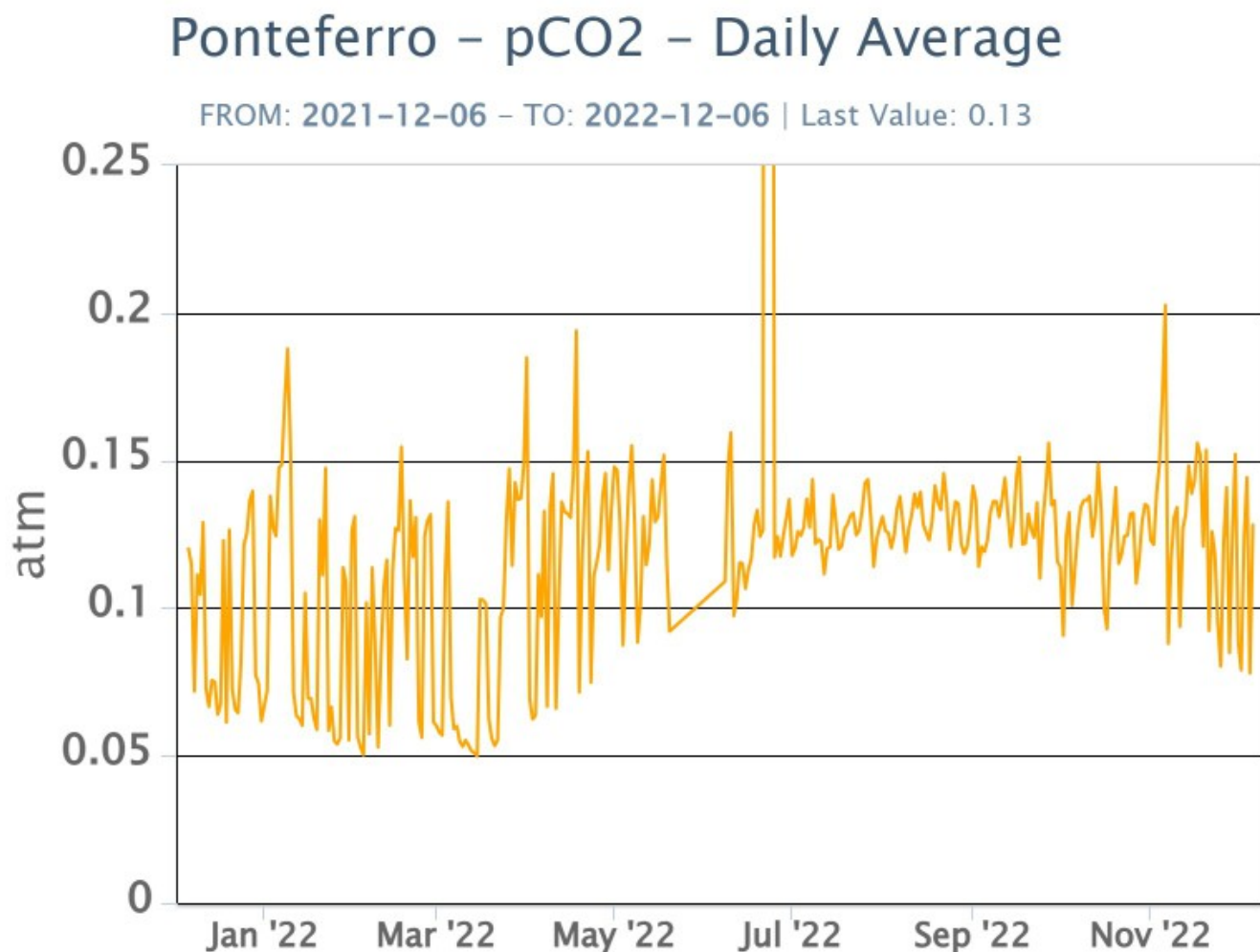


Fig. 7.3 Andamento temporale della pressione parziale di CO₂ disciolta nelle acque della galleria drenante di Ponteferro (medie giornaliere).

Isotopi He (campionamento in discreto): i dati degli ultimi due campionamenti (03/11/2022 e 24/11/2022) mostrano valori in diminuzione ma comunque sempre su livelli medio-alti.

Etna – Rapporto Isotopico He

FROM: 2021-01-01 – TO: 2022-12-06 | Last Value: 0.57

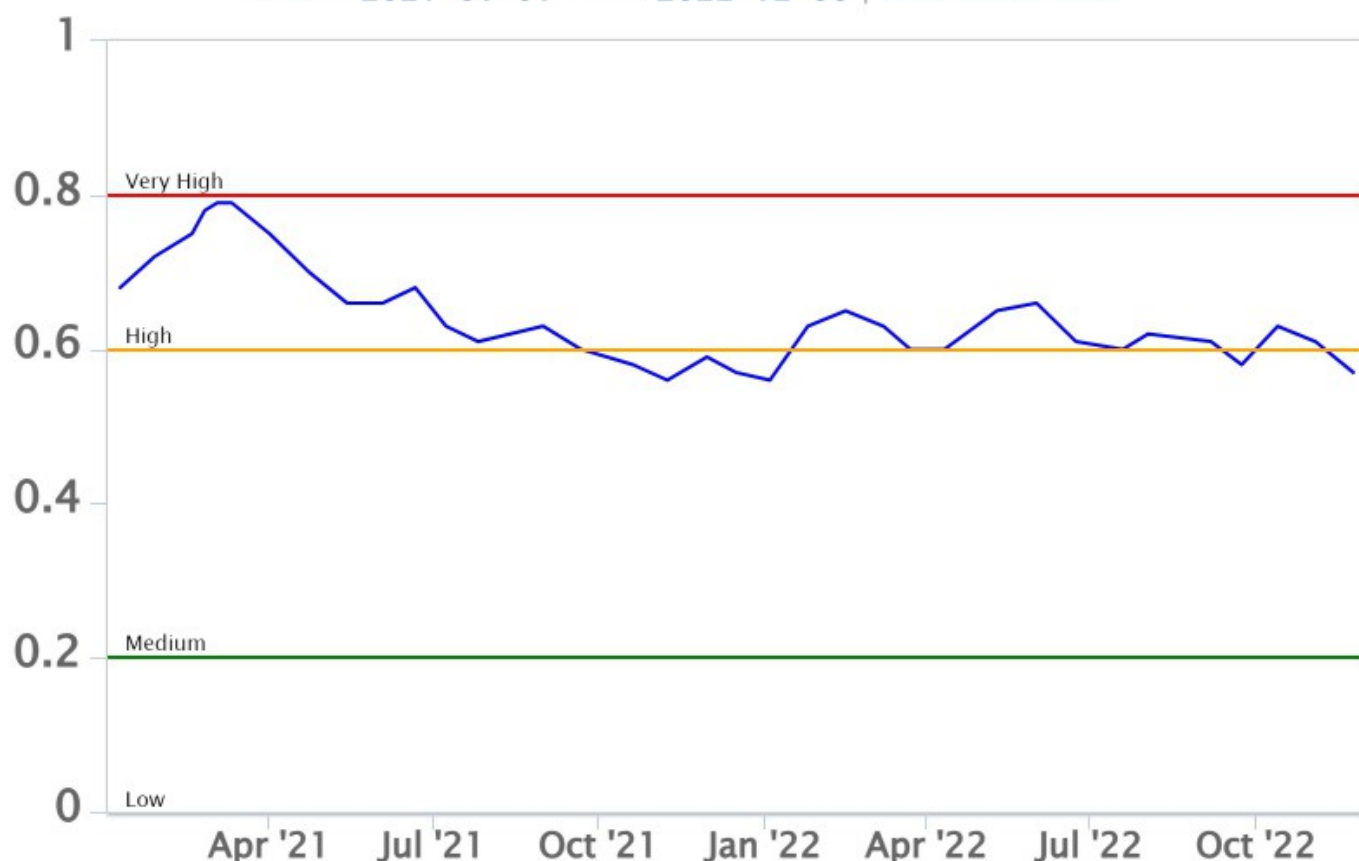


Fig. 7.4 Andamento medio del rapporto isotopico dell'elio nelle cinque manifestazioni periferiche (dati normalizzati).

8. OSSERVAZIONI SATELLITARI

L'attività termica dell'Etna è stata seguita tramite l'elaborazione di una varietà di immagini satellitari con differenti risoluzioni temporale, spaziale e spettrale. In Figura 8.1 sono mostrate le stime del potere radiante dal primo settembre al 5 dicembre 2022 calcolate usando immagini multispettrali SEVIRI, MODIS, VIIRS e SENTINEL-3 SLSTR. Per gran parte del mese di novembre 2022, l'attività termica osservata da satellite in area sommitale è stata di livello basso caratterizzata da isolate anomalie termiche con flusso termico poco significativo (150 MW, MODIS). In Figura 8.2 sono mostrati i campi lavici mappati con un modello Random Forest utilizzando immagini Sentinel-2 MSI.

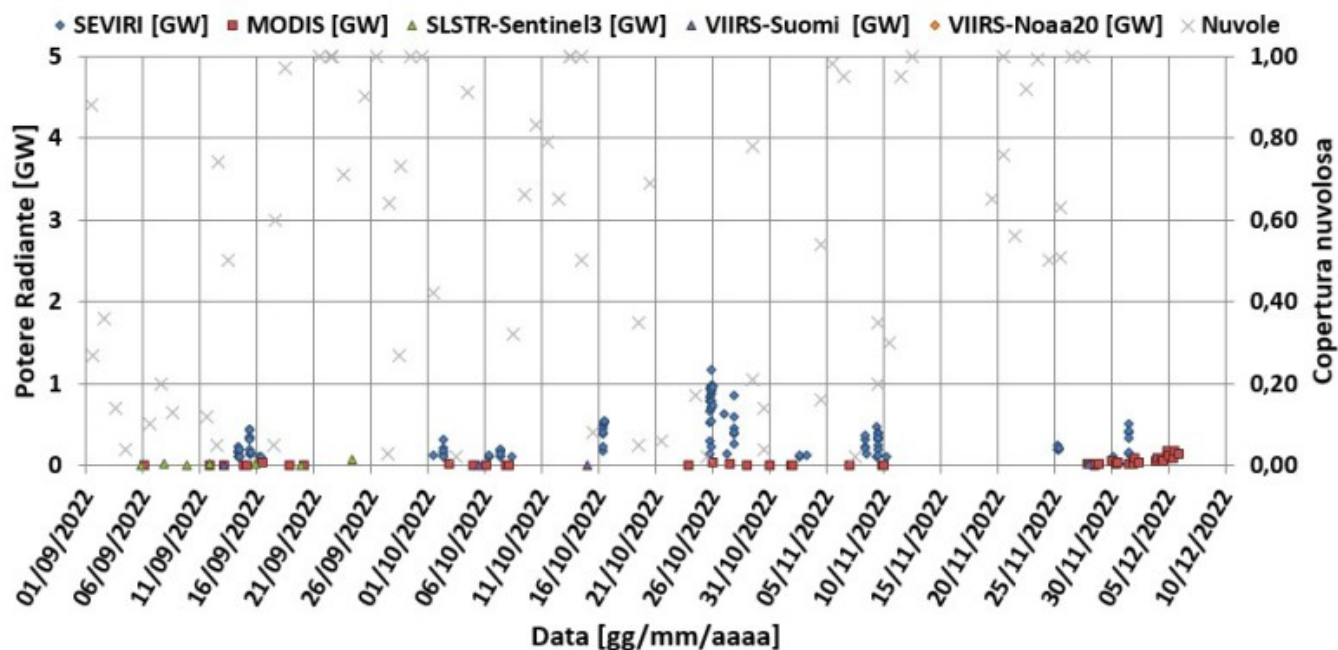


Fig. 8.1 Potere radiante calcolato da dati SEVIRI (rombo blu), MODIS (quadrato rosso) e SENTINEL-3 (triangolo verde) dal primo settembre al 5 dicembre 2022. Per l'intero periodo analizzato è anche riportato l'indice di nuvolosità.

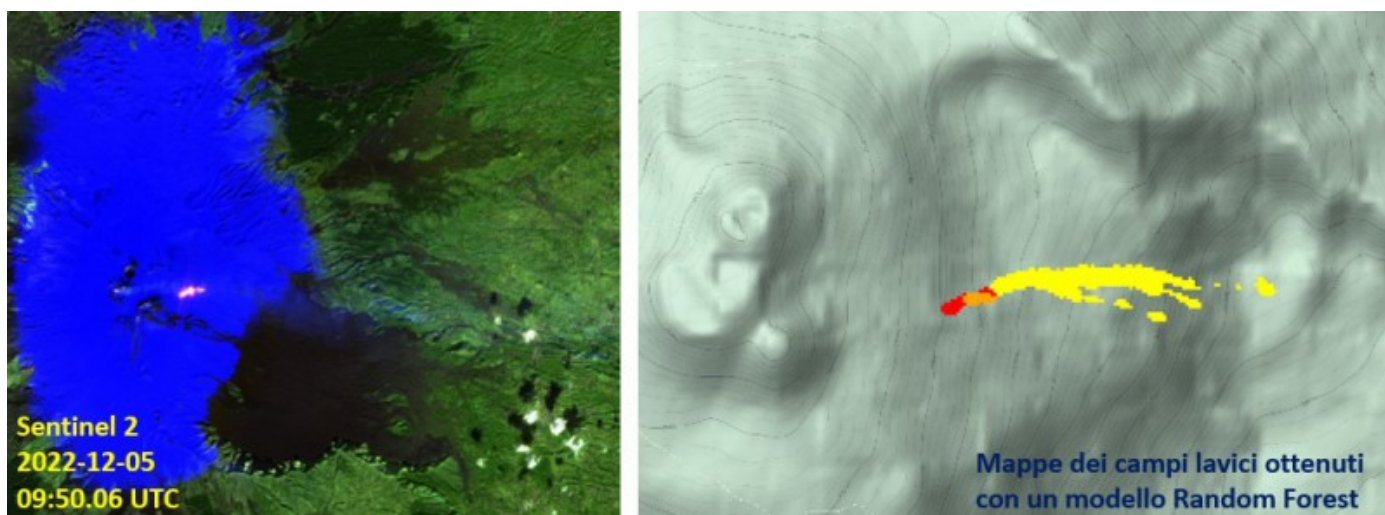


Fig. 8.2 L'immagine Sentinel-2 del 5 dicembre 2022 ha rilevato un'intensa anomalia termica associata con l'eruzione effusiva in corso nell'area sommitale dell'Etna (a sinistra). Mappe dei campi lavici costruite analizzando immagini Sentinel-2 MSI con un modello Random Forest (a destra). Dimensioni dei campi lavici:
Mappa arancione = 28/11/2022 alle 09:53:41; area: 0.014 km²; lunghezza: 218 m.
Mappa rossa = 30/11/2022 alle 09:42:49; area: 0.026 km²; lunghezza mappa: 377 m
Mappa gialla = 11/06/2022 09:50:4

9. STATO STAZIONI

Tab.9.1 Stato di funzionamento delle reti

Rete di monitoraggio	Numero di stazioni con acq. < 33%	Numero di stazioni con acq. compreso tra 33% e 66%	N. di stazioni con acq. > 66%	N. Totale stazioni
FLAME-Etna	3	0	6	9

Rete di monitoraggio	Numero di stazioni con acq. < 33%	Numero di stazioni con acq. compreso tra 33% e 66%	N. di stazioni con acq. > 66%	N. Totale stazioni
Geochimica - Etna Plume	1	0	0	1
Geochimica - Etnagas	2	0	12	14
Geochimica Etna Acque	1	0	9	10
Infrasonica	1	0	10	11
Sismologia	0	0	28	28
Telecamere	1	1	12	14

Responsabilit  e propriet  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 Pericolosit  sismica e vulcanica nel territorio nazionale e secondo le modalit  concordate nella convenzione biennale attuativa per le attivit  di servizio in esecuzione dell'Accordo Quadro tra il Dipartimento della Protezione Civile e l'INGV (Periodo 2022-2025), alle attivit  previste nell'ambito del Sistema Nazionale di Protezione Civile. In particolare, questo documento, redatto in conformit  all'Allegato Tecnico del suddetto Accordo Quadro, ha la finalit  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 complessit  dei fenomeni naturali in oggetto, nulla pu  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   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 autorit  preposte alla tutela del territorio e della popolazione, sulla base delle informazioni contenute in questo documento. L'INGV non   altres  responsabile di eventuali danni arrecati a terzi derivanti dalle stesse decisioni.

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