



Rep. N. 03/2023 ETNA

ETNA

BOLLETTINO SETTIMANALE

SETTIMANA DI RIFERIMENTO 09/01/2023 - 15/01/2023

(data emissione 17/01/2023)

1. SINTESI STATO DI ATTIVITA'

Alla luce dei dati di monitoraggio si evidenzia:

- 1) **OSSERVAZIONI VULCANOLOGICHE:** Attività effusiva con flussi lavici in Valle del Leone, degassamento a regime variabile dai crateri sommitali.
- 2) **SISMOLOGIA:** Bassa attività sismica da fratturazione; ampiezza media del tremore vulcanico su un livello medio o medio-basso.
- 3) **INFRASUONO:** Bassa attività legata ad eventi infrasonici.
- 4) **DEFORMAZIONI DEL SUOLO:** Nel corso dell'ultima settimana le reti di monitoraggio delle deformazioni del suolo non hanno registrato variazioni significative.
- 5) **GEOCHIMICA:** Flusso di SO₂ su un livello moderatamente medio-basso
I valori di flusso di CO₂ dal suolo registrati nell'ultima settimana si attestano su valori medi.
CO₂ in falda (Rete EtnaAcque) mostra variazioni che rientrano nella variabilità stagionale del sito.
I dati sull'He dell'ultimo campionamento non mostrano variazioni significative rispetto quelli precedenti, attestandosi sul livello alto.
- 6) **OSSERVAZIONI SATELLITARI:** L'attività termica osservata da satellite in area sommitale è stata di livello 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 imprevedibile e rapida, implicando quindi un livello di pericolosità mai nullo.

3. OSSERVAZIONI VULCANOLOGICHE

Nel corso della settimana, il monitoraggio dell'attività dell'Etna (Fig. 3.1) è stato svolto attraverso le telecamere di sorveglianza dell'INGV – Osservatorio Etneo. Durante i primi giorni della settimana, le osservazioni sono state discontinue a causa della copertura nuvolosa.

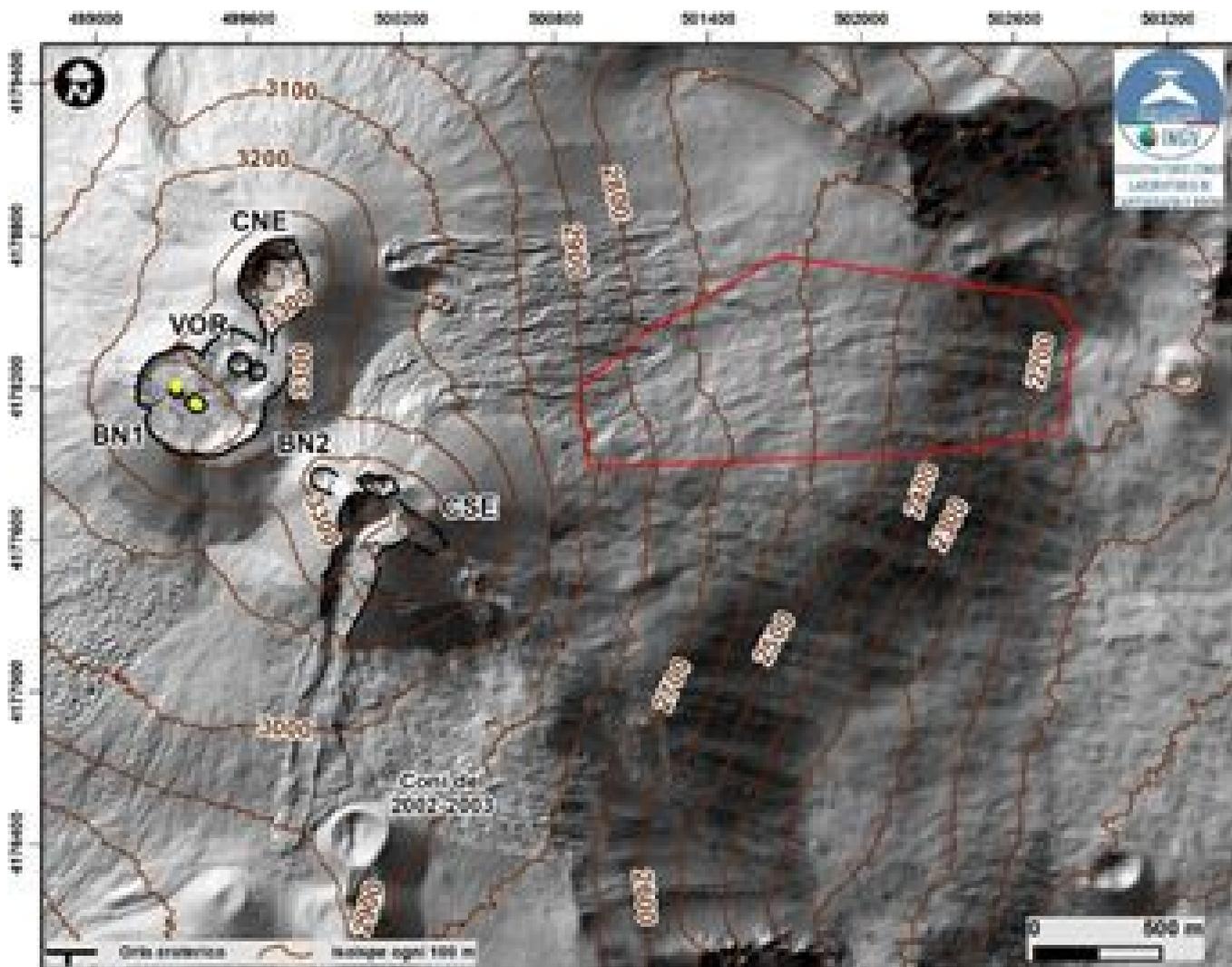


Fig. 3.1 Modello ombreggiato del terreno dei crateri sommitali dell'Etna ottenuto elaborando le immagini da drone acquisite durante diversi sorvoli (15 e 21 settembre 2022, 6, 21 e 23 ottobre), sovrapposto al modello ombreggiato derivato da immagini Pleiades del 22 agosto 2020 (AO Telerilevamento). CSE = Cratere di Sud-Est, CNE = Cratere di Nord-Est, BN = Bocca Nuova, VOR= Voragine. Il poligono rosso delimita l'area ove incide l'attività effusiva.

Nel periodo investigato, è continuata l'attività effusiva iniziata il 27 novembre 2022 dalla bocca effusiva attiva alla base nord-orientale del Cratere di Sud-Est, alla quota di circa 2800 m s.l.m. Rispetto alle settimane precedenti, dalle telecamere non si sono osservate variazioni significative, l'attività effusiva ha continuato a mostrare alimentazione variabile, che ha dato vita ad ulteriori flussi lavici che si sono sovrapposti ai precedenti (Fig. 3.2). In generale, la morfologia del campo lavico, osservabile dalle telecamere di sorveglianza, è rimasta invariata ed i flussi lavici hanno continuato ad espandersi in Valle del Leone e nell'alta Valle del Bove, con i fronti più avanzati confinati a quota compresa tra circa 2400-2200 m s.l.m. e, in particolare, a quota 2250 m s.l.m. giorno 14 gennaio (Fig. 3.2; Fig. 3.3 mappa della colata realizzata attraverso l'analisi delle immagini satellitari Sentinel del 14 gennaio 2023). L'area ricoperta dal 27 novembre 2022 al 14 gennaio 2023 è pari a 7×10^5 m² ed il volume totale è compreso tra 3.5 e 4.5×10^6 m³. Tale stima è preliminare e si valuta un errore del 40% circa.

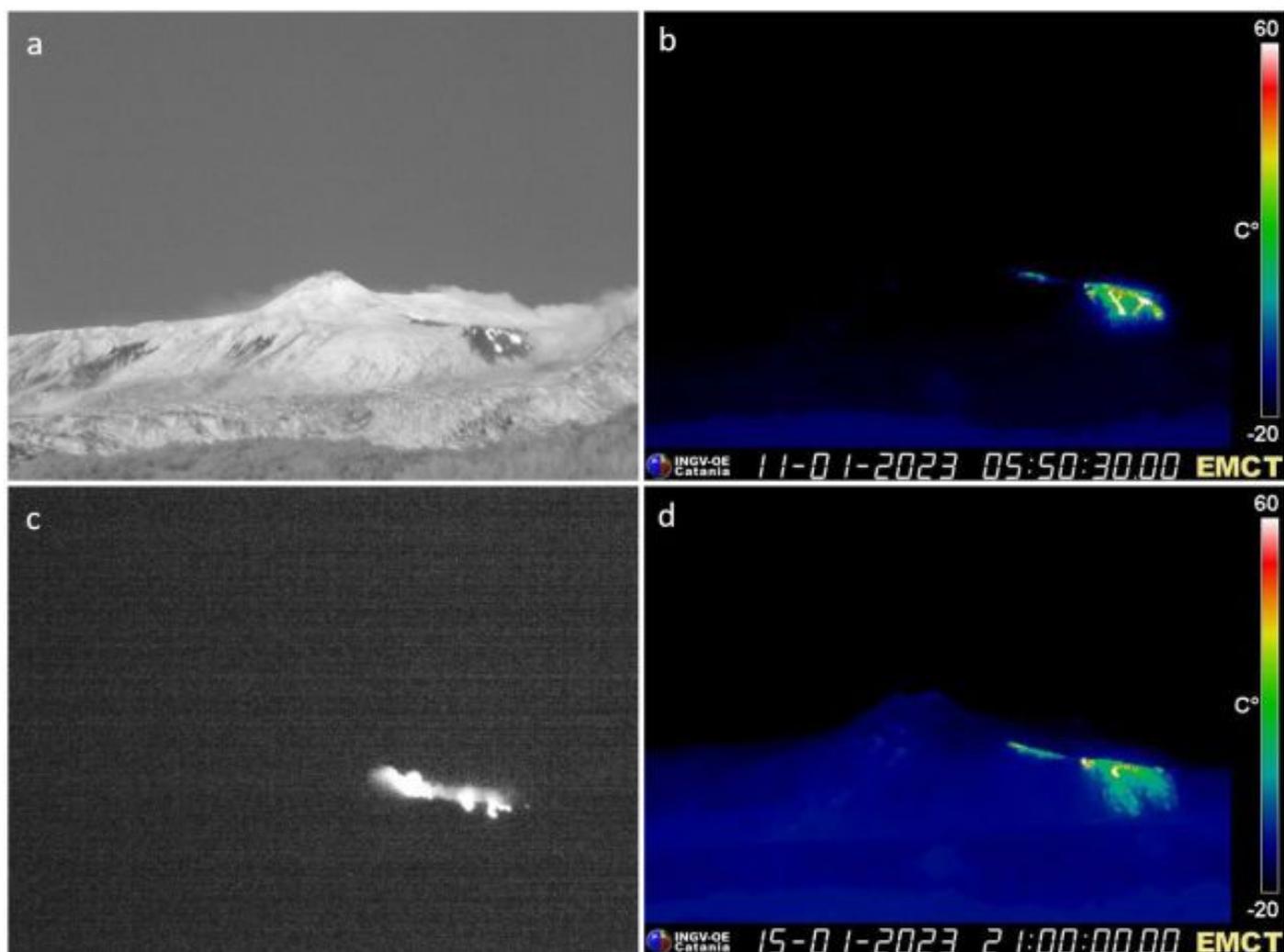


Fig. 3.2 Campo lavico distale prodotto dall'attività effusiva iniziata il 27/11/2022. Dalle immagini visibili (a, c) e termiche (b, d) registrate dalle telecamere ubicate a M.te Cagliato, si osservano i fronti lavici più avanzati e la variabilità dell'attività nei diversi giorni.

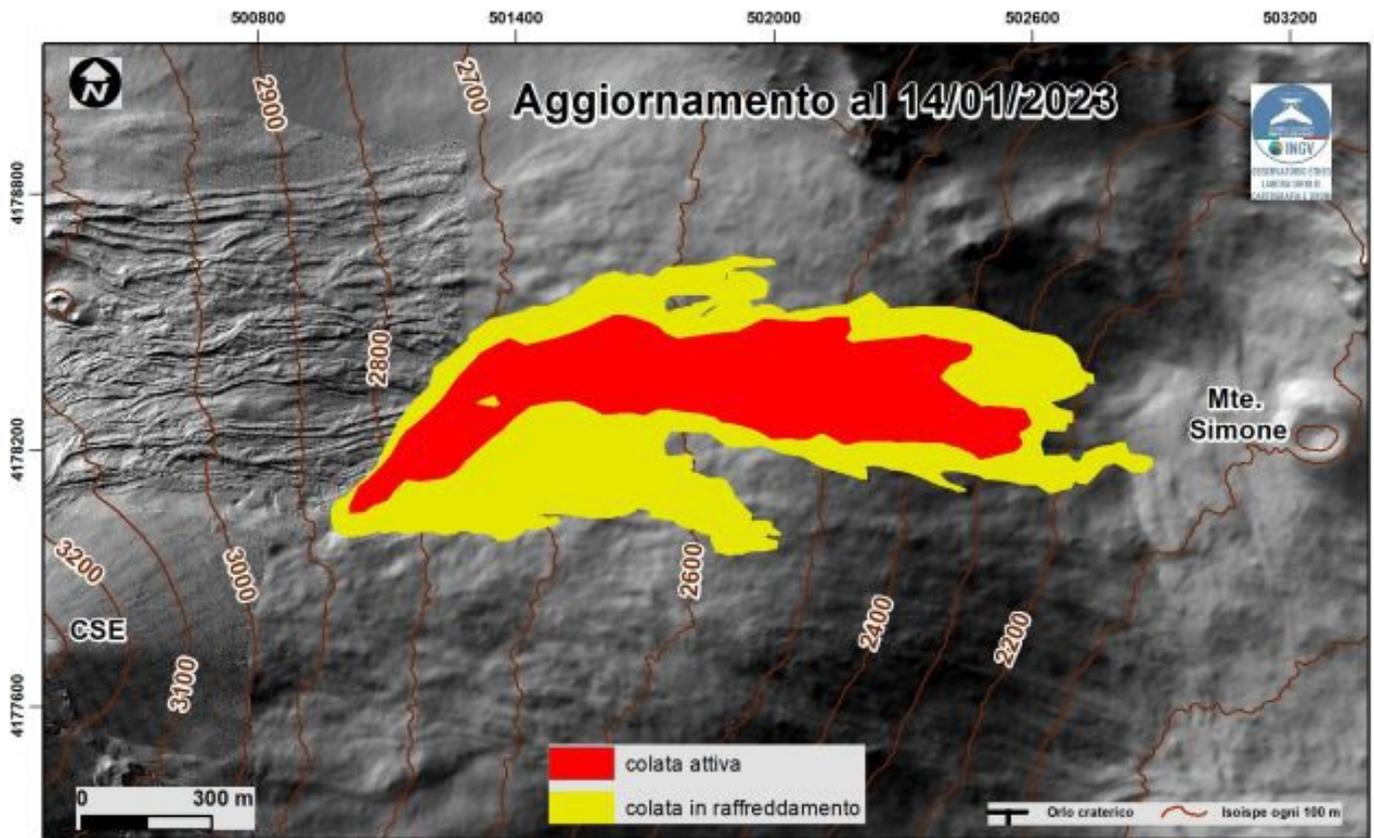


Fig. 3.3 *Mapa del campo lavico aggiornata al 14 gennaio 2023, eseguita analizzando le immagini satellitari Sentinel del 14 gennaio. L'immagine di background è il modello ombreggiato del terreno dell'area sommitale dell'Etna, ottenuto elaborando le immagini da drone acquisite durante diversi sorvoli (15 e 21 settembre 2022, 6, 21 e 23 ottobre), sovrapposto al modello ombreggiato derivato da immagini Pleiades del 22 agosto 2020 (AO Telerilevamento). CSE = Cratere di Sud-Est.*

Nell'arco della settimana di osservazione, i crateri sommitali sono stati caratterizzati da degassamento a regime variabile, prevalentemente a carico del cratere Bocca Nuova che ha continuato ad alimentare degassamento continuo a tratti pulsante. Il Cratere di Sud-Est ha prodotto degassamento fumarolico localizzato lungo l'orlo craterico (Fig. 3.3a, b). Blando degassamento fumarolico dal Cratere di Nord-Est e modestissimo degassamento fumarolico dal Cratere Voragine (Fig. 3.3b).

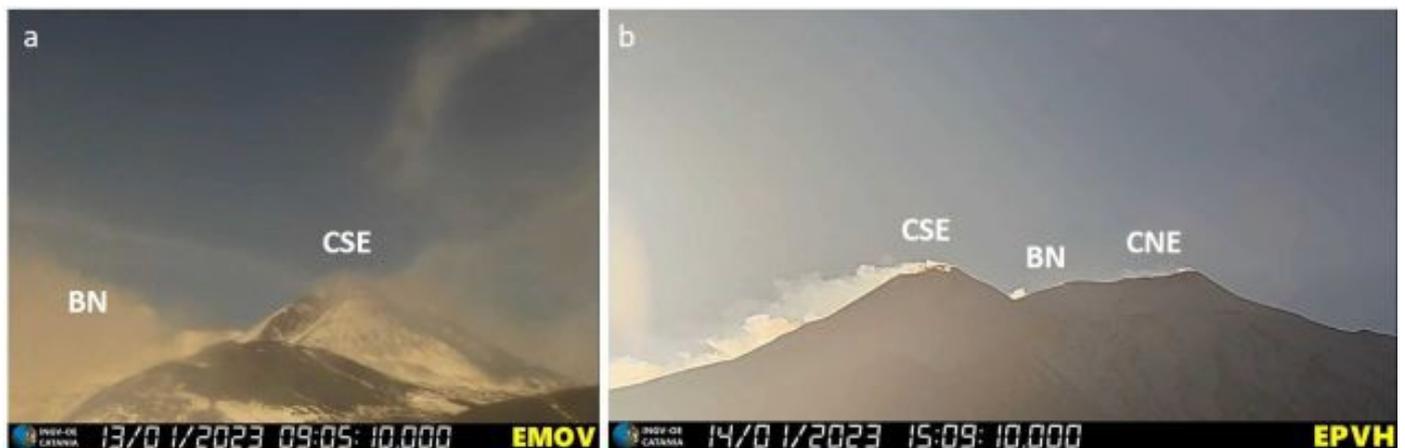


Fig. 3.4 *Degassamento dai crateri sommitali ripreso dalla telecamera visibile ubicata a La Montagnola (a) e da quella posta a Piedimonte Etneo (b).*

4. SISMOLOGIA

SISMICITA': Nel corso della settimana in oggetto la sismicità da fratturazione è stata di livello basso e solo un terremoto ha raggiunto la soglia di magnitudo pari a 2 (Fig. 4.1). Tale terremoto, registrato giorno 12 alle 14:22 UTC ($M_l=2.2$), è stato localizzato 1.4 km a nord dall'abitato di Biancavilla ad una profondità di 1.4 km sotto il livello del mare (Fig. 4.2 e Tab 4.1).

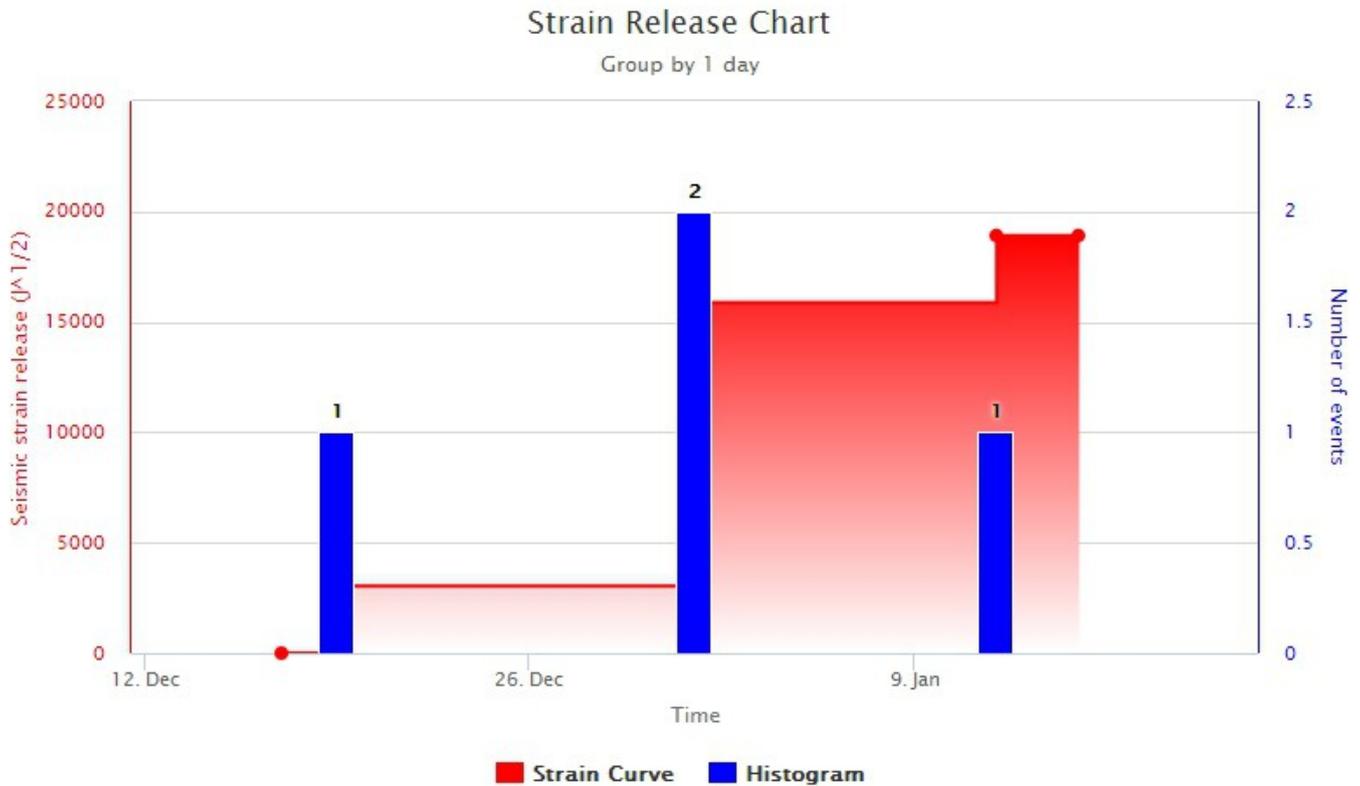


Fig. 4.1 *Frequenza giornaliera di accadimento e curva cumulativa del rilascio di strain sismico dei terremoti con M_l pari o superiore a 2.0 registrati nell'ultimo mese.*

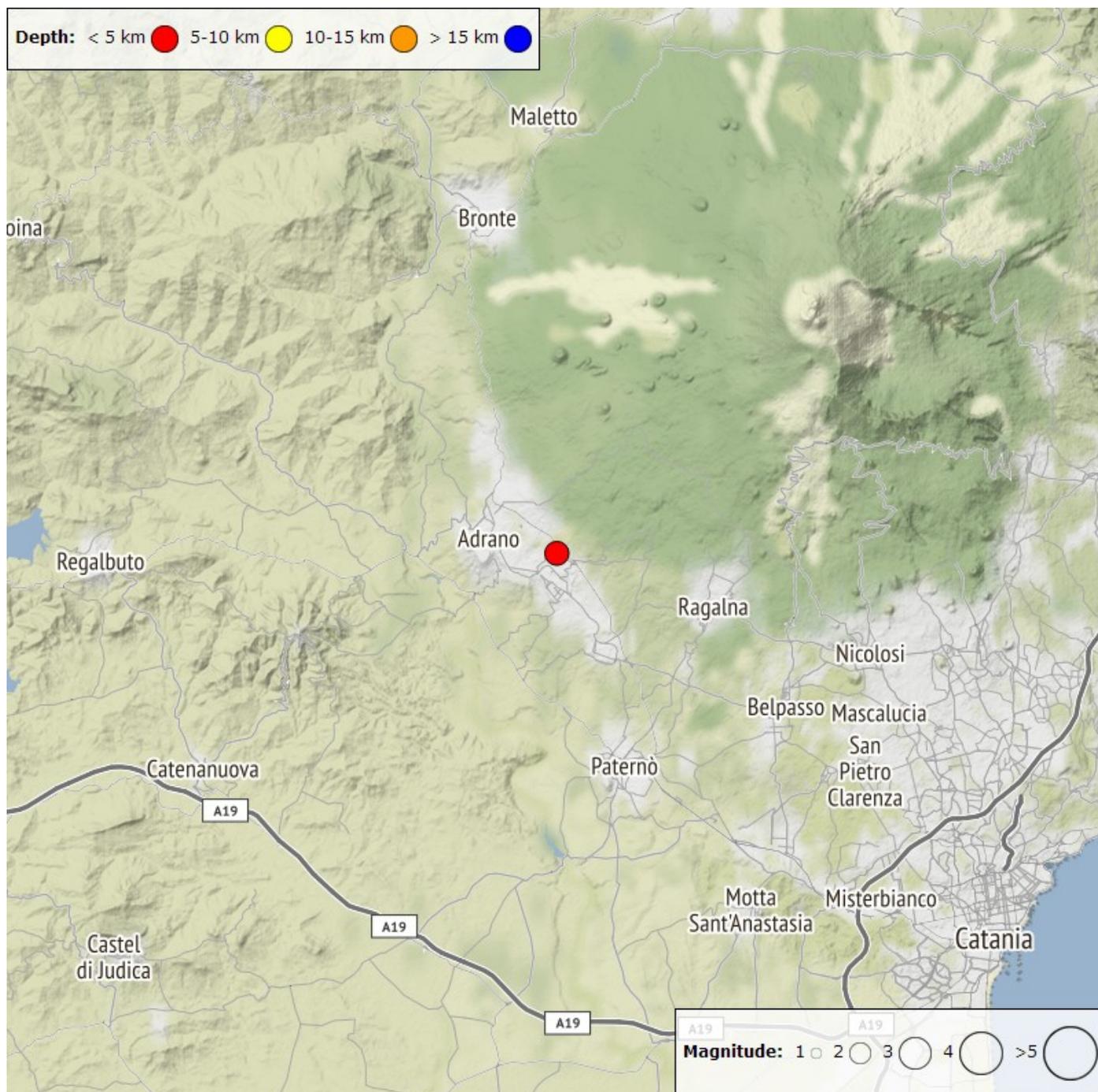


Fig. 4.2 Distribuzione della sismicità con MI pari o superiore a 2.0 nell'ultima settimana.

Tabella. 4.1 - Tabella dei terremoti con ML \geq 2

DateTime	ML	Prof. (km)	Area epicentrale
12/01/2023 14:22	2.2	1.4	1.4 km N from Biancavilla (CT)

TREMORE VULCANICO: L'ampiezza media del tremore vulcanico si è mantenuta, nel corso di tutta la settimana, su un livello complessivamente medio o medio-basso (Fig. 4.3). In particolare, le localizzazioni delle sorgenti del tremore risultano concentrate nell'area dei crateri centrali in un intervallo di profondità principalmente compreso tra 1.0 e 2.8 km al di sopra del livello medio del mare (Fig. 4.4).

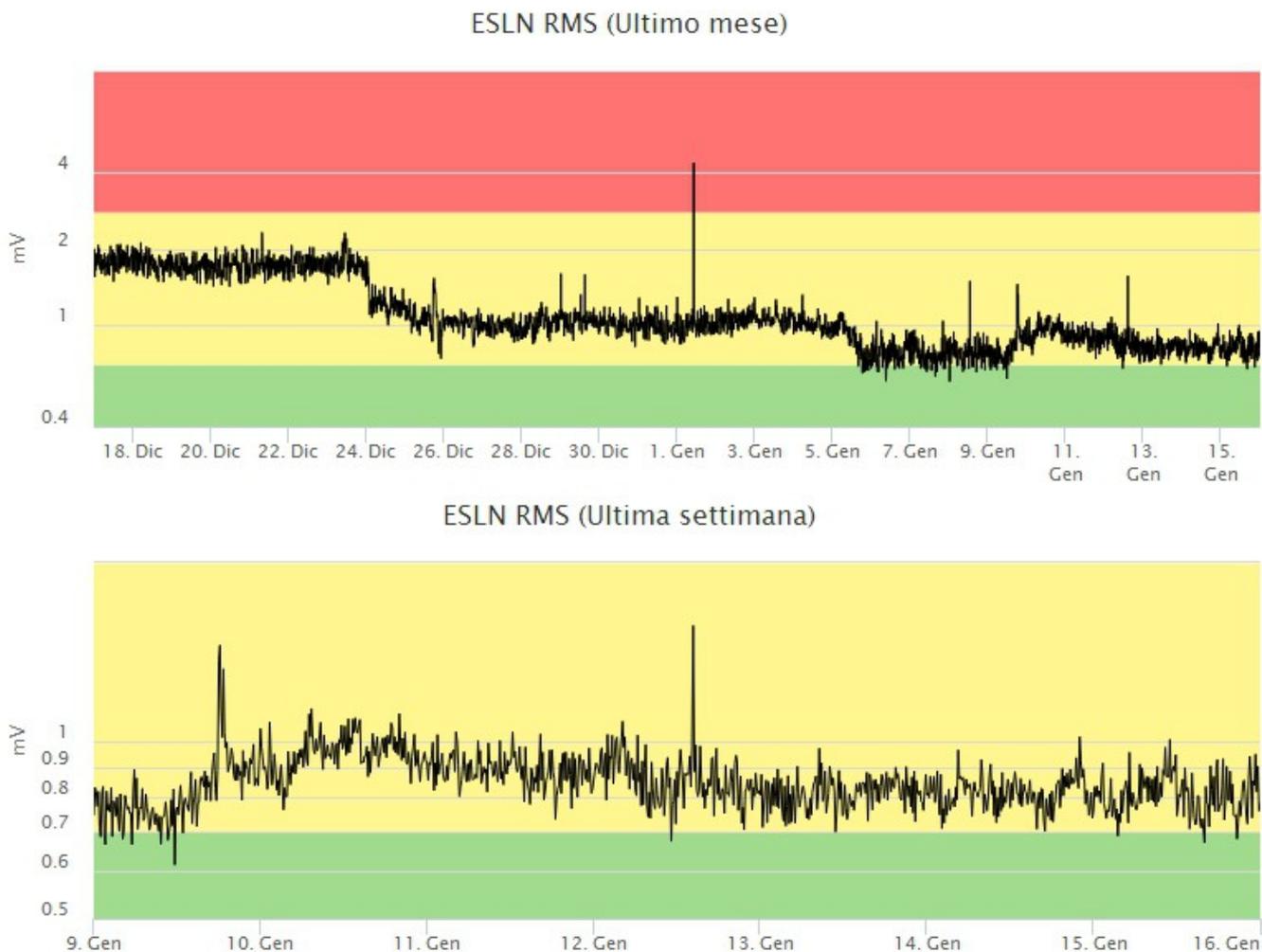


Fig. 4.3 *Andamento temporale dell'ampiezza media del tremore vulcanico: valori RMS nell'ultimo mese (in alto) e nell'ultima settimana (in basso) secondo tre livelli di ampiezza (basso=verde, medio=giallo, alto=rosso).*

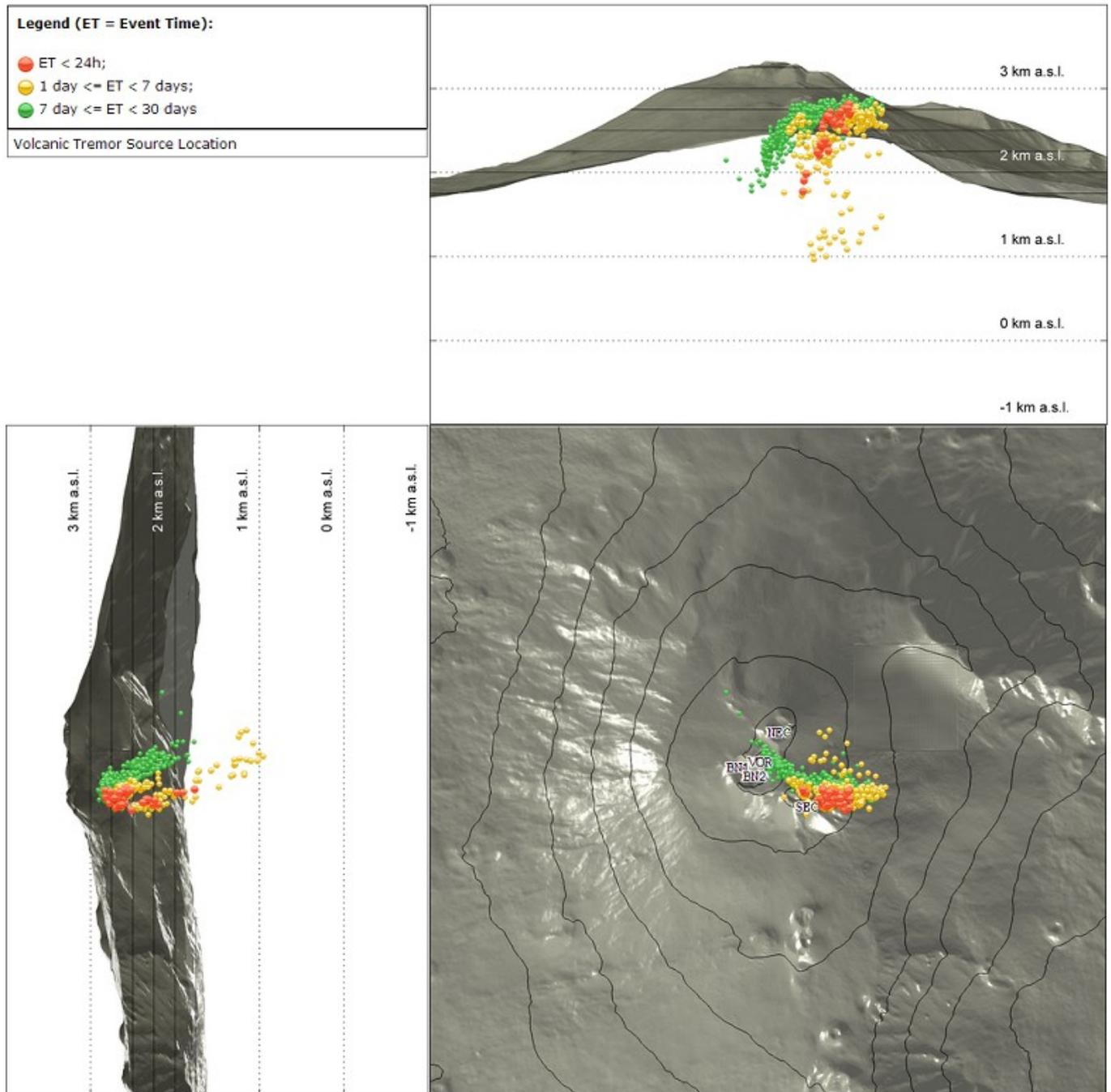


Fig. 4.4 Localizzazione dei centroidi delle sorgenti del tremore vulcanico (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN1 = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova).

5. INFRASUONO

Durante la settimana in oggetto il tasso di occorrenza degli eventi infrasonici e la loro localizzazione risultano non attendibili a causa dell'elevato rumore dovuto alla presenza di vento e al mancato funzionamento di alcune stazioni sommitali, fondamentali per il corretto vincolo delle sorgenti (Fig. 5.1). Per tale motivo la figura che riporta l'andamento temporale dei parametri di localizzazione degli eventi infrasonici non è stata inserita nel bollettino. Tuttavia dalla visualizzazione dei sismogrammi, laddove il segnale appariva non disturbato, si è potuto osservare che l'attività infrasonica non ha subito variazioni significative rispetto alla settimana precedente.

Conteggio eventi infrasonici localizzati (ultimo mese)

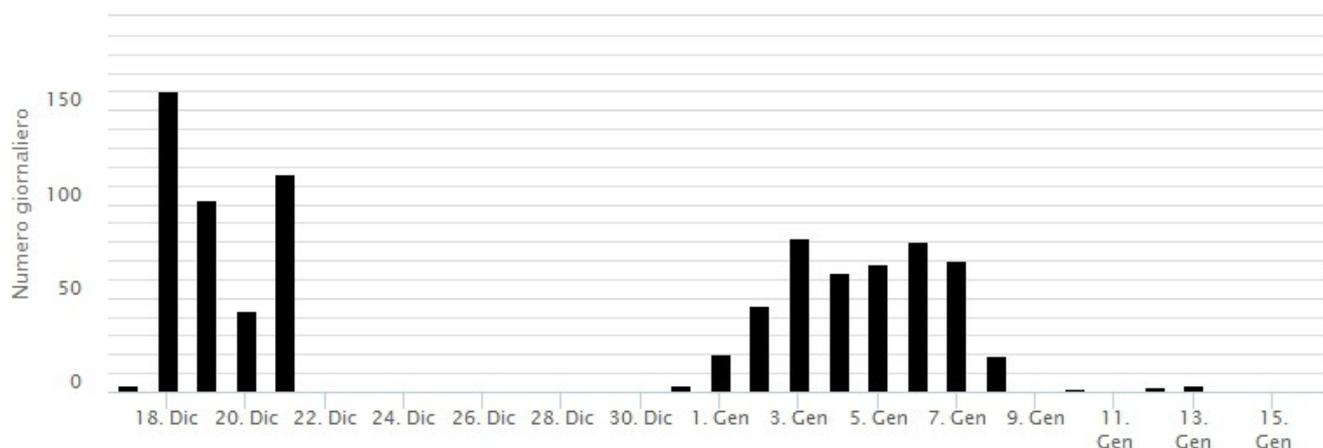


Fig. 5.1 Andamento della frequenza giornaliera di accadimento degli eventi infrasonici localizzati nell'ultimo mese.

6. DEFORMAZIONI DEL SUOLO

GNSS.

L'analisi dei dati della rete di stazioni GNSS permanenti, acquisiti ad alta frequenza, non ha mostrato variazioni significative al di fuori della variabilità statistica del dato. A titolo esemplificativo, vengono riportati l'andamento della variazione della dilatazione areale del triangolo tra le tre stazioni sommitali Pizzi Deneri (EPDN), Cratere del Piano (ECPN) e Punta Lucia (EPLU) e del triangolo tra le tre stazioni ubicate a media quota a Serra la Nave (ESLN), Monte Egitto (EMEG) e Dammusi (EDAM).

GPS_triangle_EPDN_ECPN_EPLU

null (86400 seconds); IDChannel=3092; IDType=702



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

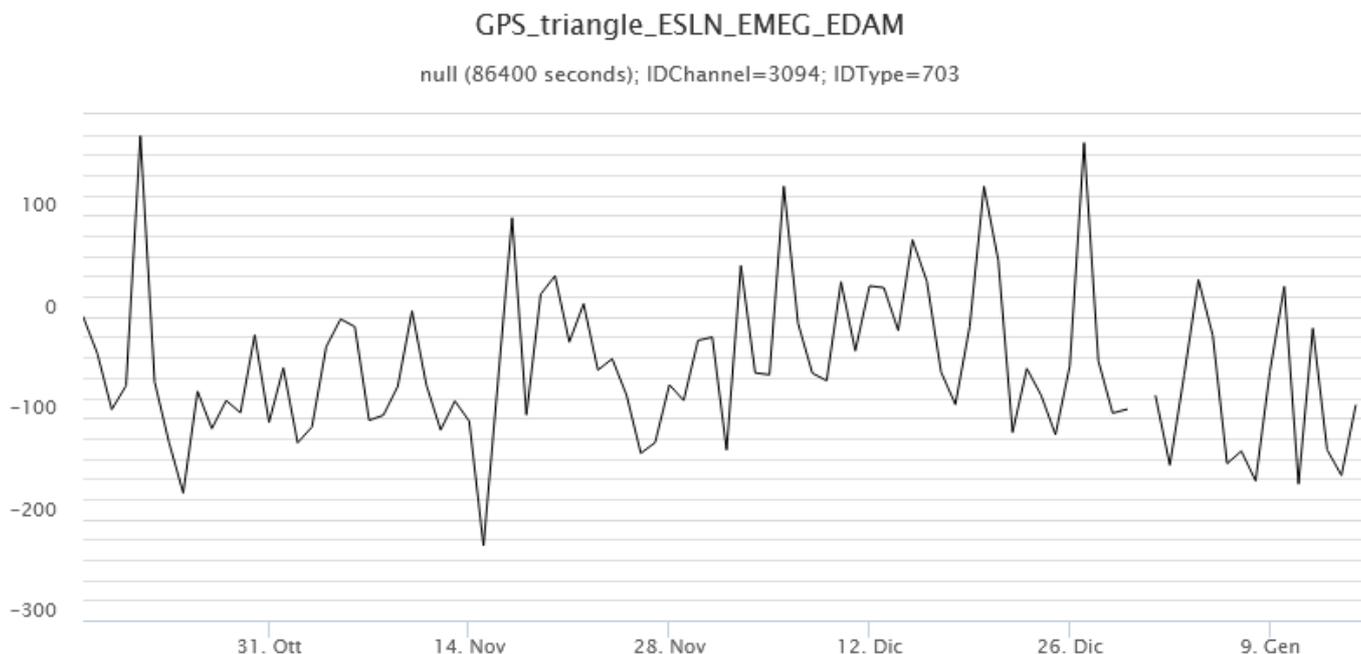


Fig. 6.2 Serie temporale della variazione della dilatazione areale del triangolo ESLN-EMEG-EDAM.

CLINOMETRIA.

I segnali della rete clinometrica operante sull'Etna non hanno mostrato variazioni significative nel corso dell'ultima settimana. Come esempio si mostra il grafico relativo al segnale registrato alla stazione sommitale di Punta Lucia (PLC), posta sull'alto fianco settentrionale del vulcano



Fig. 6.3 Serie temporale delle componenti N2315E e N225E del clinometro di PLC dell'ultima settimana.

7. GEOCHIMICA

Il flusso di SO₂ medio-giornaliero nel periodo in osservazione ha indicato valori su un livello moderatamente medio-basso

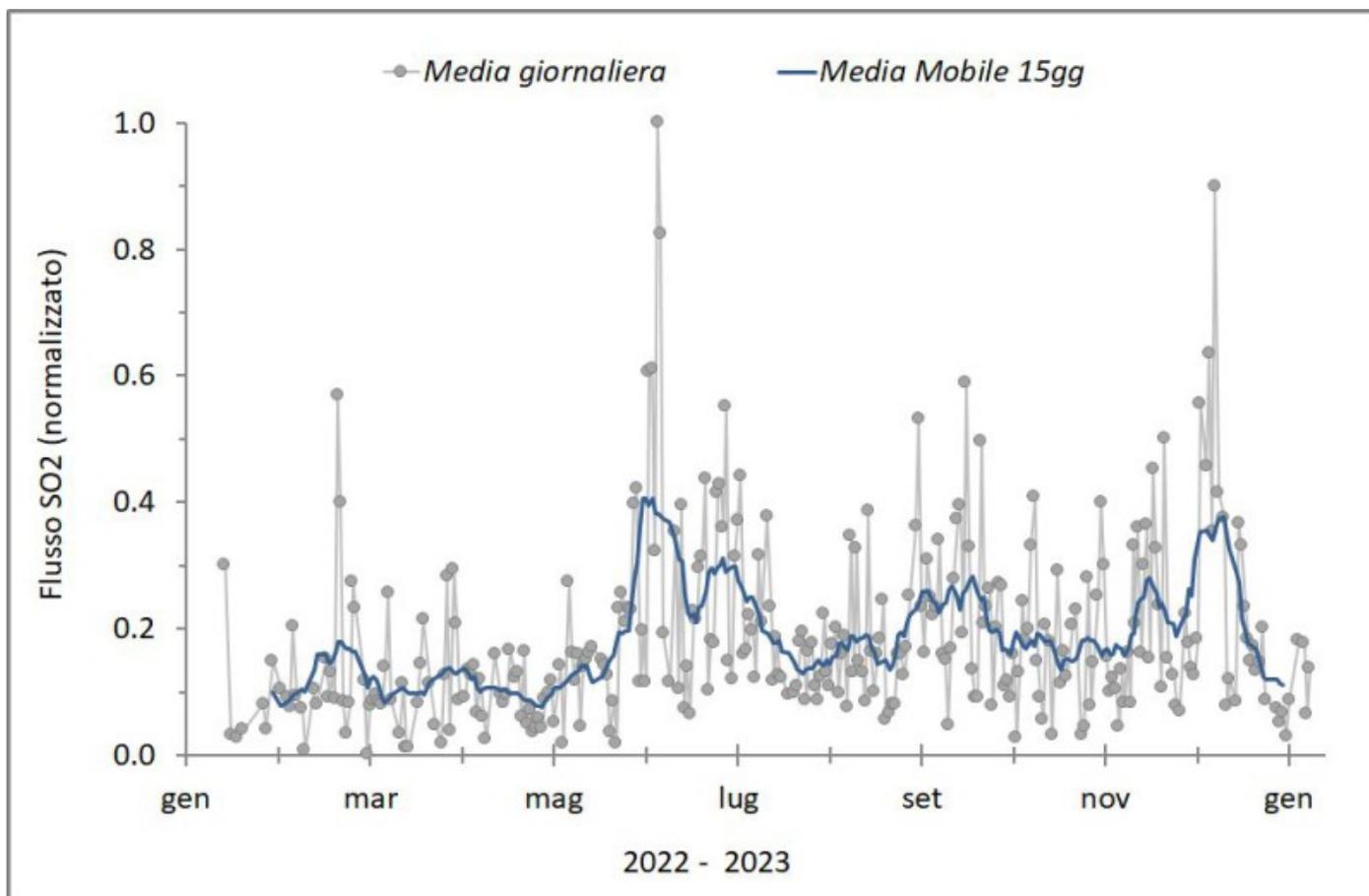


Fig. 7.1 Misure normalizzate del flusso di SO₂ registrato dalla rete FLAME nell'ultimo anno

Flussi CO₂ dal suolo (Rete Etnagas). I valori di flusso di CO₂ dal suolo registrati nell'ultima settimana non mostrano variazioni significative e si attestano su valori medi.

Etna – TotNorm

FROM: 2022-01-17 – TO: 2023-01-17 | Last Value: 0.31



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 disciolta 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 normale variabilità stagionale del sito.

Ponteferro – pCO₂ – Daily Average

FROM: 2022-01-17 – TO: 2023-01-17 | Last Value: 0.16

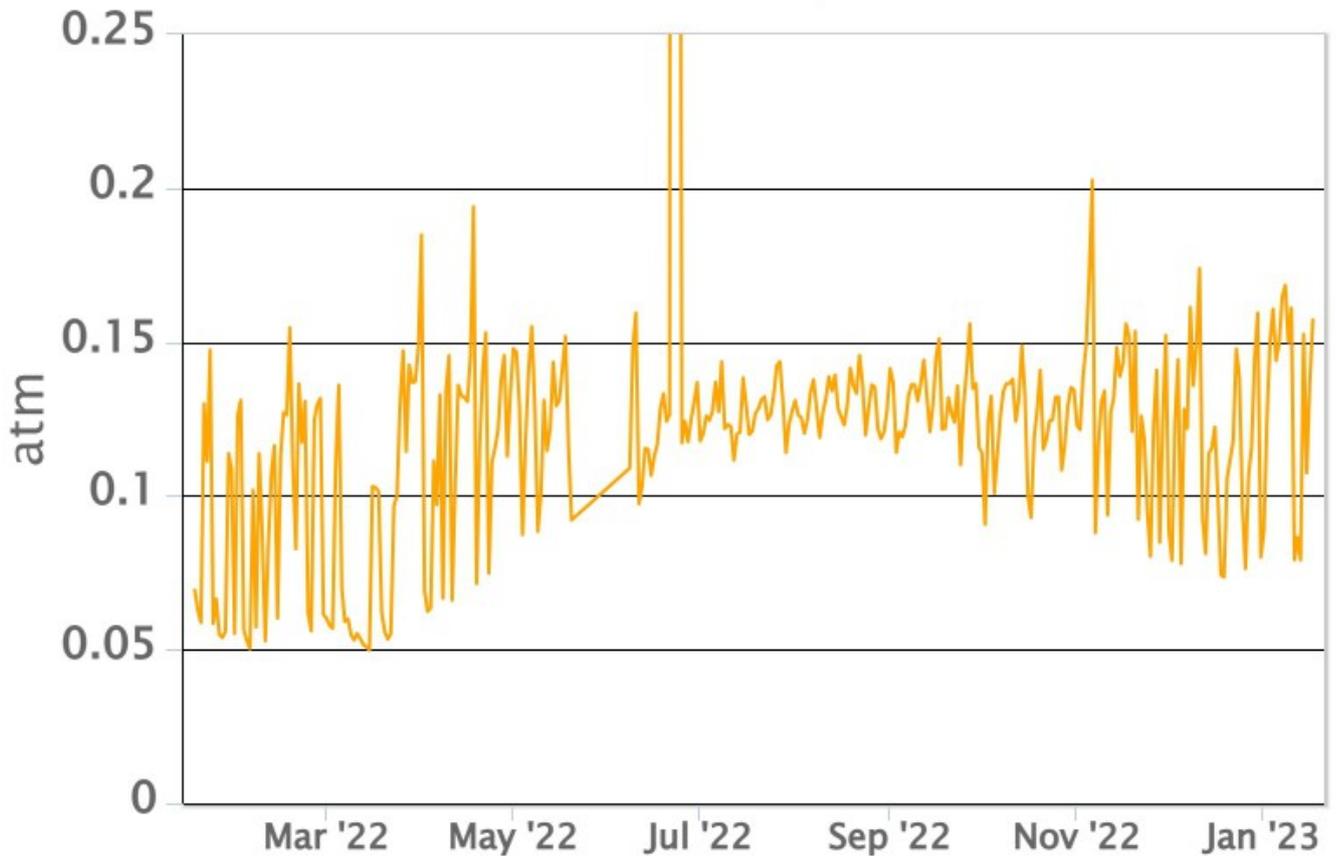


Fig. 7.3 Andamento temporale della pressione parziale di CO₂ disciolta nelle acque della galleria drenante di Ponteferro (medie giornaliere).

Isotopi He (campionamento in discreto). I dati del ultimo campionamento (09/01/2023) non mostrano variazioni significative rispetto quelli precedenti, ma comunque si attestano sempre su livelli alti.

Etna – Rapporto Isotopico He

FROM: 2021-01-01 – TO: 2023-01-17 | Last Value: 0.63

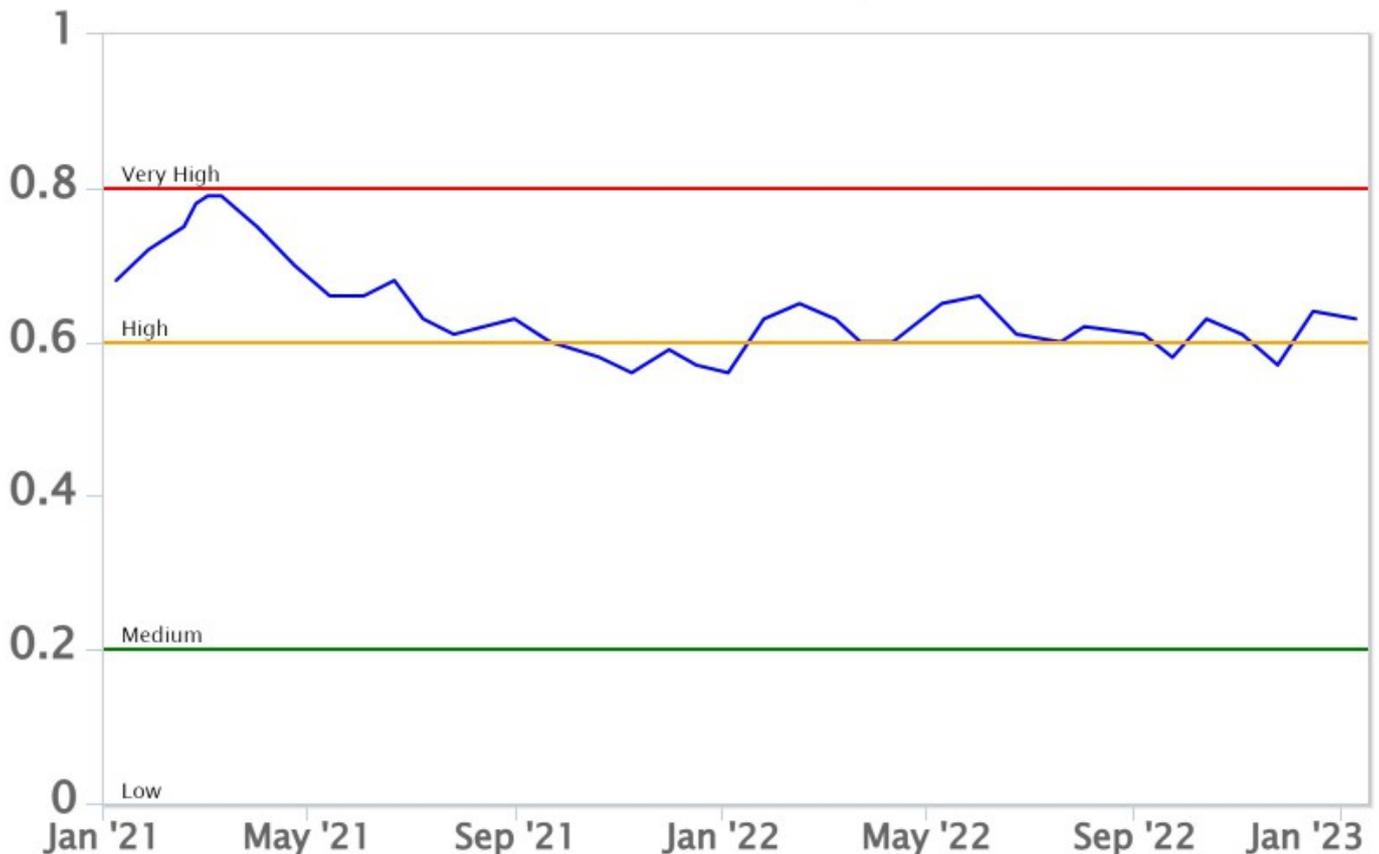


Fig. 7.4 Andamento medio del rapporto isotopico dell'elio nelle cinque manifestazioni periferiche (dati normalizzati).

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 2022 alla mattina del 16 gennaio 2023 calcolate usando immagini multispettrali SEVIRI, MODIS, VIIRS e SENTINEL-3 SLSTR. Nell'ultima settimana, l'attività termica in area sommitale osservata da satellite è stata contrassegnata da anomalie con flusso termico di livello alto, in corrispondenza dell'eruzione effusiva in area sommitale (valore max > 594 MW, Sentinel-3) misurato il 11 gennaio 2023 alle ore 08:57 UTC.

In Figura 8.2a è mostrata l'immagine SWIR Sentinel-2 del 14 gennaio 2023 alle ore 09:43 UTC con risoluzione spaziale di 20 m. Da questa immagine è stata ricavata la copertura areale del campo lavico attivo calcolata con un algoritmo Random Forest utilizzando le bande VIS-NIR-SWIR (Fig 8.2b): Area mappa: 0.20 km²; Numero pixel caldi: 520; Lunghezza mappa: 1830 m

Dalle sequenze di immagini Sentinel-2 acquisite dal 28 novembre 2022 al 14 gennaio 2023 è stato calcolato il campo lavico cumulato nell'intero periodo: Area totale: 0.66 km²; Lunghezza totale: 1890 m.

In Figura 8.3 sono mostrati il tasso effusivo e il volume cumulato durante l'attività effusiva dell'Etna dal 28 novembre 2022 al 16 gennaio 2023 stimati dai dati satellitari MODIS, VIIRS e Sentinel-3.

Valore massimo del Tasso effusivo medio (rombi rossi) nell'ultima settimana = 2.3 m³/s (11/01/2023 08:57 UTC)

Stima del Volume medio totale (curva rossa) dell'intera attività effusiva fino alle 01:30 UTC del

16/01/2023 = 4.800.000 m³

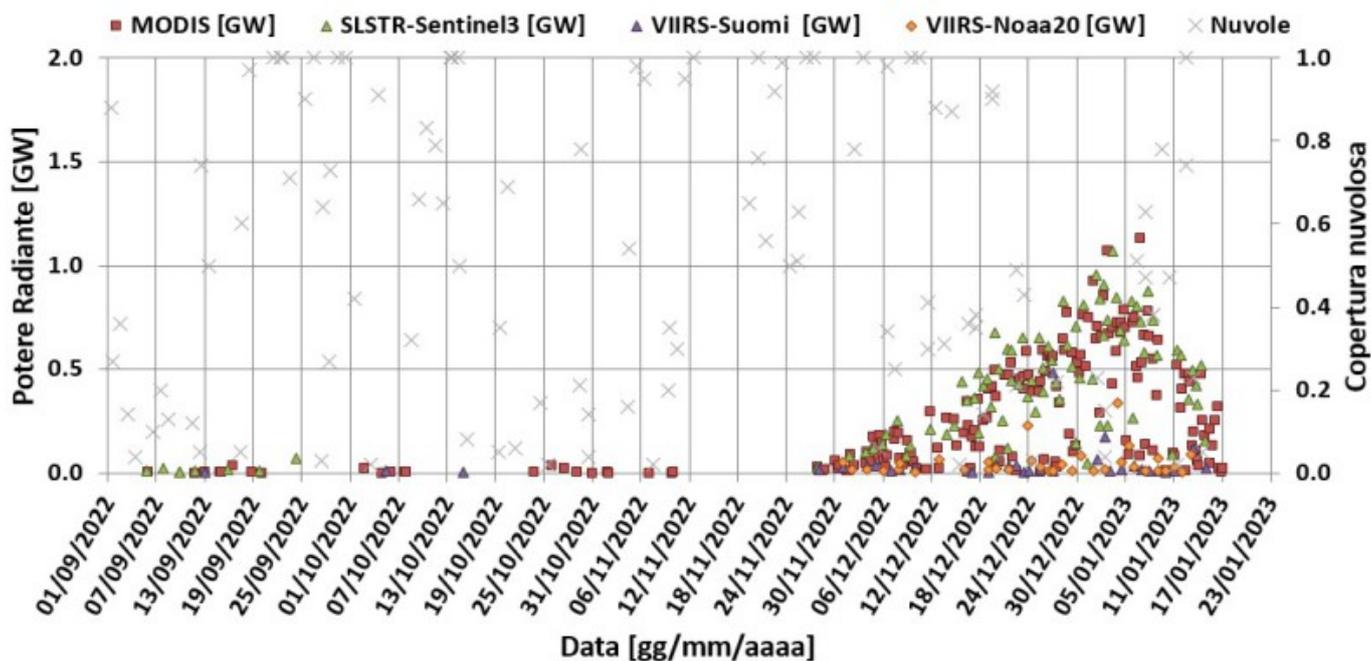


Fig. 8.1 Potere radiante calcolato da dati SEVIRI (rombo blu), MODIS (quadrato rosso) e SENTINEL-3 (triangolo verde) dal primo settembre 2022 alla mattina del 16 gennaio 2023. Per l'intero periodo analizzato è anche riportato l'indice di nuvolosità.

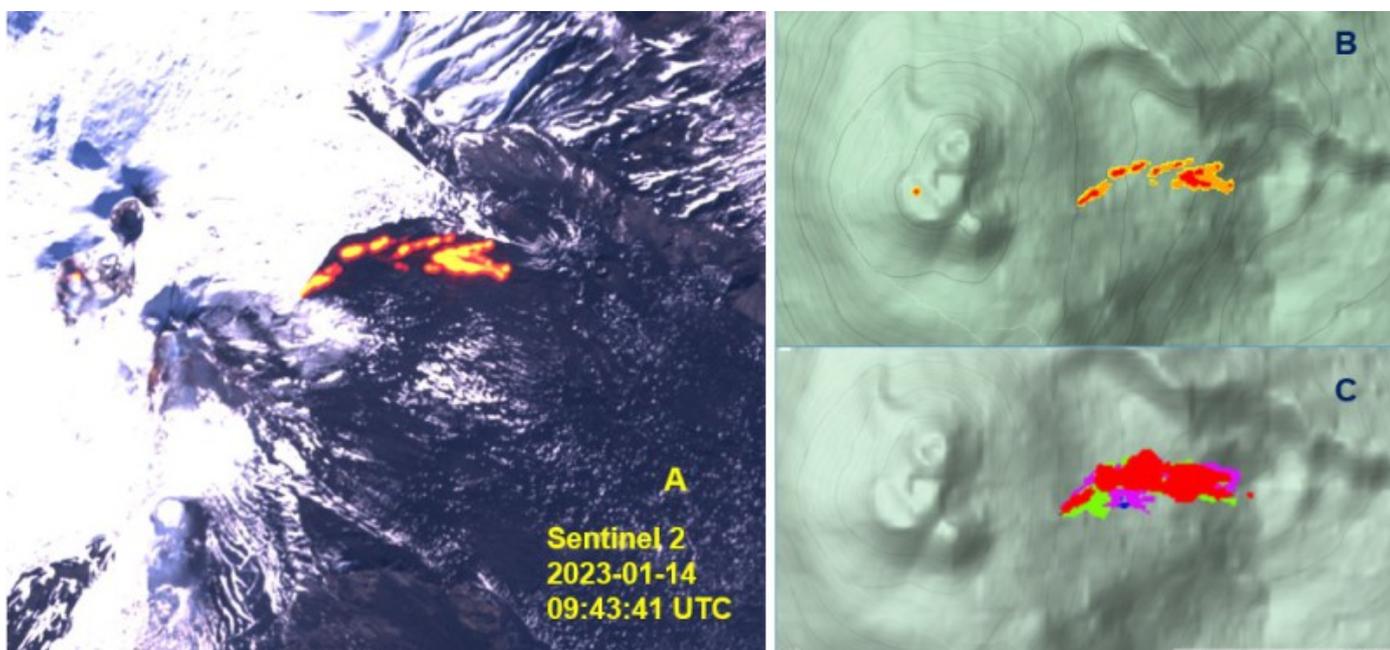


Fig. 8.2 (A) L'immagine Sentinel-2 del 14 gennaio 2023 mostra un'intensa anomalia termica associata con l'eruzione effusiva in corso nell'area sommitale dell'Etna. (B) Mappa del campo lavico attivo costruita analizzando le bande VIS, NIR e SWIR di Sentinel-2 con un modello Random Forest. (C) Mappa del campo lavico cumulato ricavato dalla sequenza di immagini Sentinel-2 dal 28 novembre 2022 al 14 gennaio 2023.

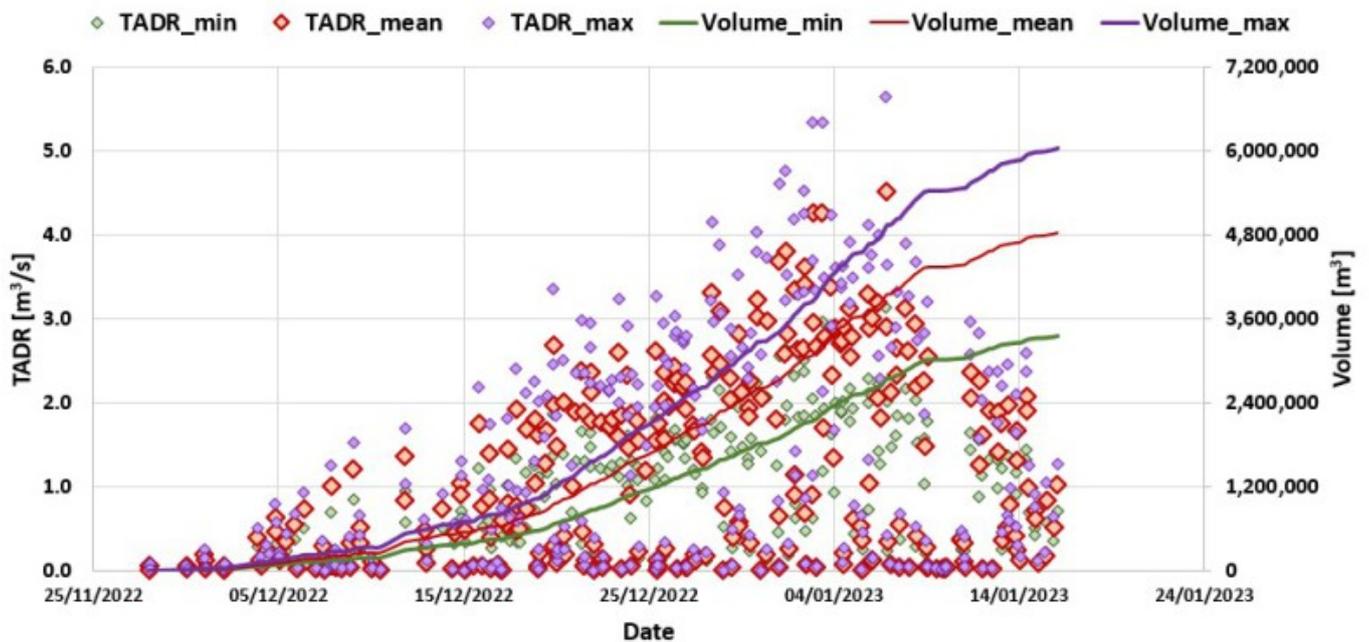


Fig. 8.3 Tasso effusivo e volume cumulato durante l'attività effusiva dell'Etna dal 28 novembre 2022 alla mattina del 16 gennaio 2023 stimati dai dati satellitari MODIS, VIIRS e Sentinel-3.

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
Geochimica - Etna Plume	1	0	0	1
Geochimica - Etnagas	2	0	12	14
Geochimica Etna Acque	1	0	9	10
Infrasonica	3	0	8	11
Sismologia	2	0	26	28
Telecamere	1	1	12	14

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.