



Rep. N. 29/2024 ETNA

ETNA

BOLLETTINO SETTIMANALE

SETTIMANA DI RIFERIMENTO 08/07/2024 - 14/07/2024

(data emissione 16/07/2024)

1. SINTESI STATO DI ATTIVITA'

Alla luce dei dati di monitoraggio si evidenzia:

- 1) OSSERVAZIONI VULCANOLOGICHE:** Attività di degassamento al Cratere BN ed al Cratere di SE. Attività stromboliana e colate di lava prodotte dal Cratere Voragine in area sommitale. Attività esplosiva con emissione di cenere alla Voragine e al Cratere di NE.
- 2) SISMOLOGIA:** Assenza di attività sismica da fratturazione con $M_l \geq 2.0$. Ampiezza media del tremore vulcanico sul livello basso fino al pomeriggio del 10 luglio; repentino incremento fino ai valori alti sino alle prime ore del 12 luglio; livello medio nel resto della settimana.
- 3) INFRASUONO:** Attività infrasonica molto alta giorno 11 luglio. Moderata attività infrasonica per il resto della settimana.
- 4) DEFORMAZIONI DEL SUOLO:** Nel corso dell'ultima settimana di osservazione, le reti di monitoraggio delle deformazioni del suolo non hanno registrato variazioni significative. Una fase di inflation/compressione è indicata dal tilt sommitale di CPN e dalla stazione dilatometrica di DRUV.
- 5) GEOCHIMICA:** Il flusso di SO_2 si mantiene su un livello medio
Il flusso di CO_2 dal suolo permane su valori bassi
Il rapporto isotopico dell'elio conferma un lieve trend in aumento.
La CO_2 disciolta in falda non mostra variazioni significative.
- 6) OSSERVAZIONI SATELLITARI:** L'attività termica osservata da satellite in area sommitale è stata generalmente di livello da moderato ad alto con valori molto alti in corrispondenza dell'attività della fontana di lava del 15 luglio 2024.
- 7) ALTRE OSSERVAZIONI:** Il magma che ha alimentato sia l'attività stromboliana della Voragine a

fine giugno 2024 che i due parossismi del 4 e 7 luglio 2024 ha una composizione complessivamente più primitiva di quella dei prodotti eruttati il 17 giugno 2024. Pertanto è presumibile che, nella seconda metà del mese di giugno 2024, il reservoir magmatico superficiale del vulcano sia stato interessato dall'arrivo di magma più profondo e primitivo.

2. SCENARI ATTESI

Attività stromboliana frequente dai crateri sommitali accompagnata da emissioni laviche. Non è possibile escludere un'evoluzione dei fenomeni verso un'attività più energetica con formazione di colonne eruttive, nubi di cenere e flussi piroclastici.

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, durante il periodo in esame, è stato effettuato mediante diversi sopralluoghi in area sommitale e attraverso l'analisi delle immagini delle telecamere di sorveglianza dell'INGV, Osservatorio Etneo (INGV-OE) (Figura 3.1).

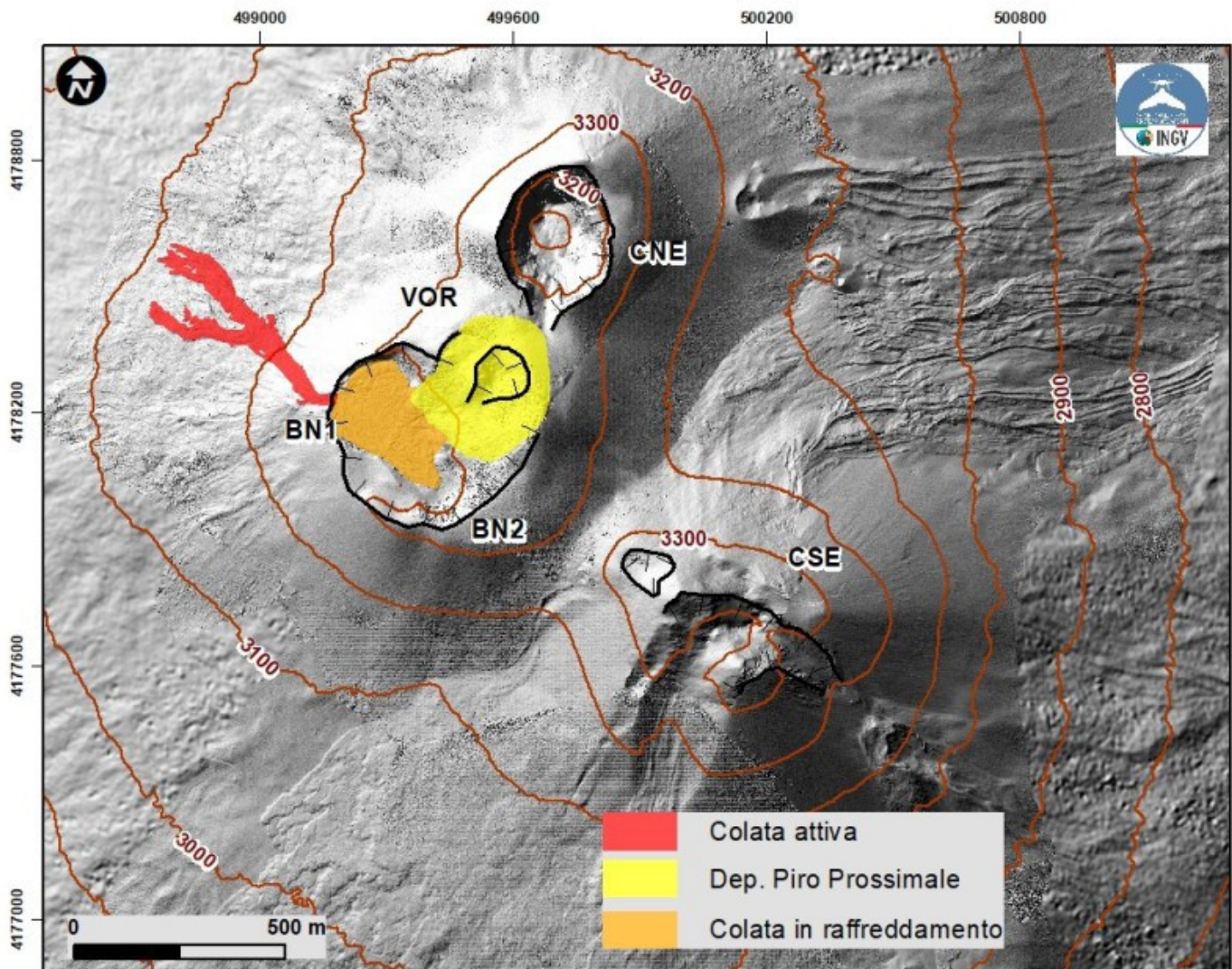


Fig. 3.1 Mappa delle colate emesse durante i parossismi del 4 e del 7 luglio 2024, sovrapposta a modello ombreggiato del terreno ottenuto da rilievi da drone del 5 e 8 luglio 2024, e settembre 2023, sovrapposto al modello ombreggiato derivato da immagini Pleiades del 22 agosto 2020. CSE = Cratere di Sud-Est, CNE = Cratere di Nord-Est, BN=Bocca Nuova, VOR=Voragine.

Durante il periodo di osservazione l'attività dei crateri sommitali (Fig.3.1), è stata caratterizzata nel pomeriggio del 10 luglio da un graduale incremento dell'attività stromboliana a carico del cratere Voragine, con emissione di cenere in area sommitale. Tale attività è diminuita nei giorni successivi, con una regressione del flusso lavico prodotto durante la Fontana di lava del 07 luglio. Giorno 14 un graduale incremento dell'attività esplosiva a carico del cratere di NE e della Voragine, provocano una emissione di cenere che si è dispersa velocemente al di sopra dei crateri. Il Cratere di Nord Est e la Voragine, dopo questa attività, nei giorni successivi continueranno ad emettere blande emissioni di cenere.

4. SISMOLOGIA

Sismicità: Nel corso della settimana in oggetto nessun terremoto localizzato nell'area etnea ha raggiunto o superato la soglia di magnitudo 2.0 (Fig. 4.1).

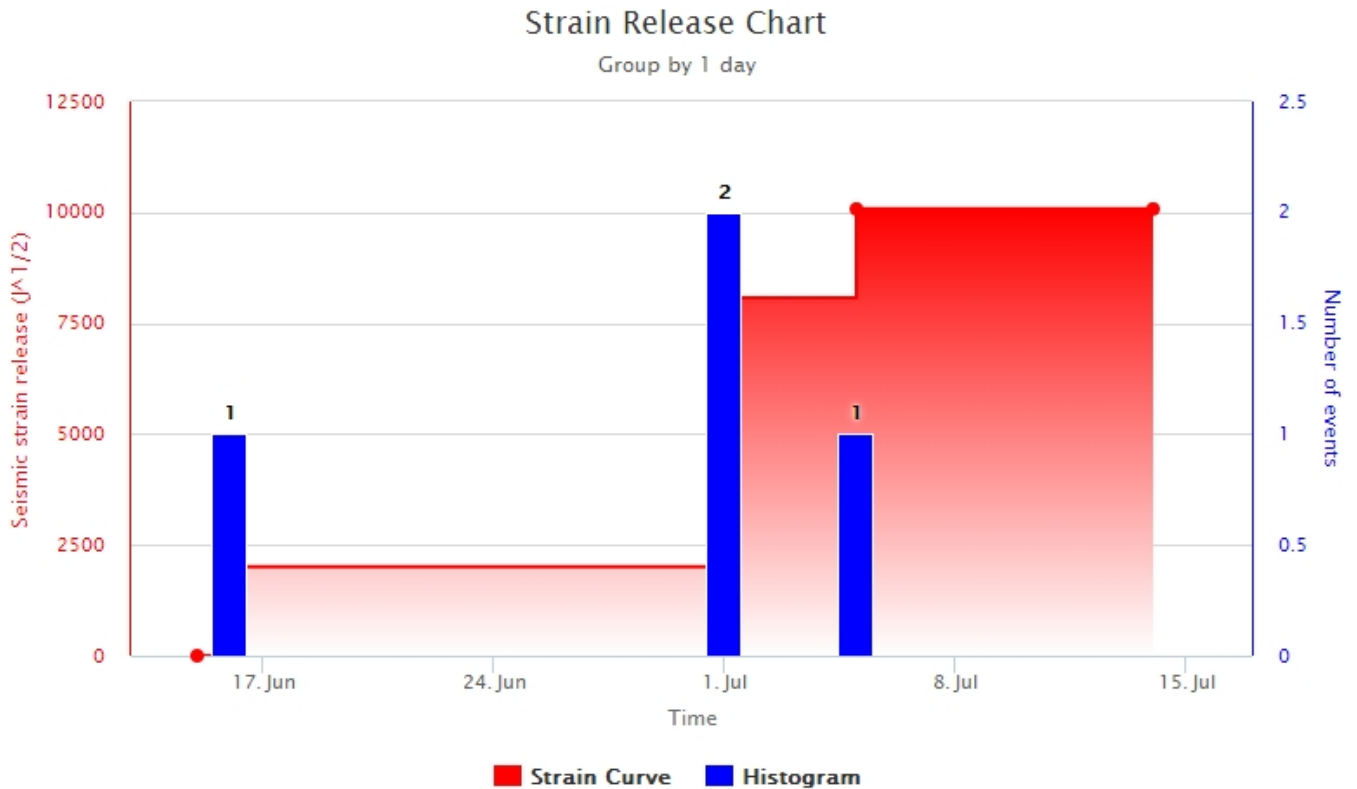


Fig. 4.1 *Frequenza giornaliera di accadimento e curva cumulativa del rilascio di strain sismico dei terremoti con M_I pari o superiore a 2.0 registrati nell'ultimo mese.*

Tremore Vulcanico: L'ampiezza media del tremore vulcanico si è mantenuta per i primi 2 giorni della settimana nell'intervallo dei valori bassi (Fig. 4.2). A partire dalle ore 18 UTC circa del 10 luglio l'ampiezza del tremore vulcanico ha mostrato un repentino incremento, fino ad attestarsi su valori alti. Dalle ore 01:00 UTC circa del 12 luglio è iniziata la fase di decremento fino a raggiungere il livello medio, livello mantenuto per i successivi 3 giorni della settimana. Il centroide delle sorgenti del tremore vulcanico è stato localizzato poco a est del cratere Voragine fino al 12 luglio. Quindi si è osservato uno spostamento del centroide nell'area del cratere di Sud-Est, dove è rimasto sino al 14 luglio, per poi spostarsi nuovamente, intorno alle 14 UTC del 14, presso il cratere di Nord-Est (Fig. 4.3). Il centroide delle sorgenti del tremore vulcanico è stato localizzato ad una elevazione principalmente compresa tra 2000 e 3000 metri al di sopra del livello medio del mare (Fig. 4.3).

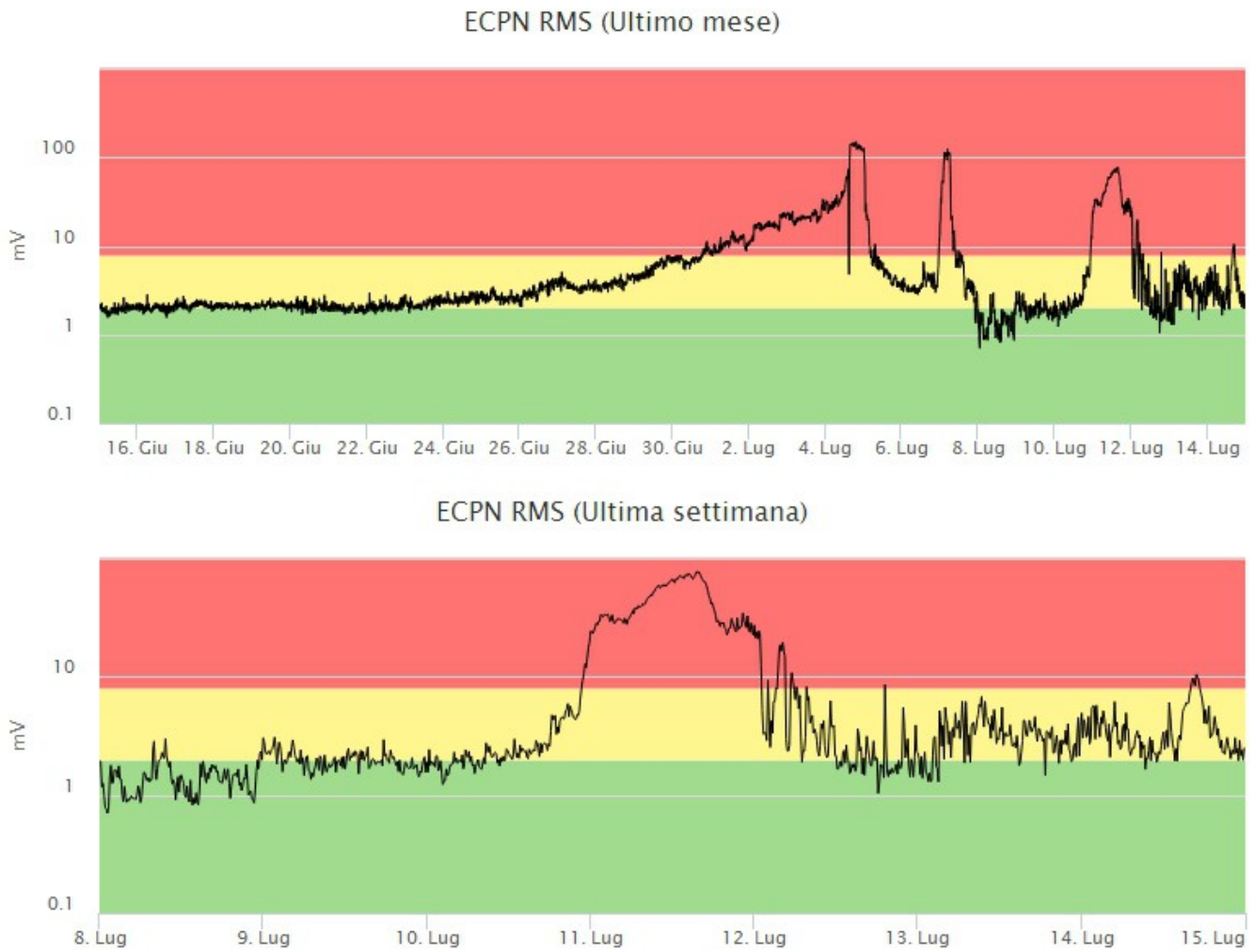


Fig. 4.2 Andamento temporale dell'ampiezza del tremore vulcanico: valori RMS nell'ultimo mese (in alto) e nell'ultima settimana (in basso) secondo tre livelli di ampiezza (basso=verde, medio=giallo, alto=rosso).

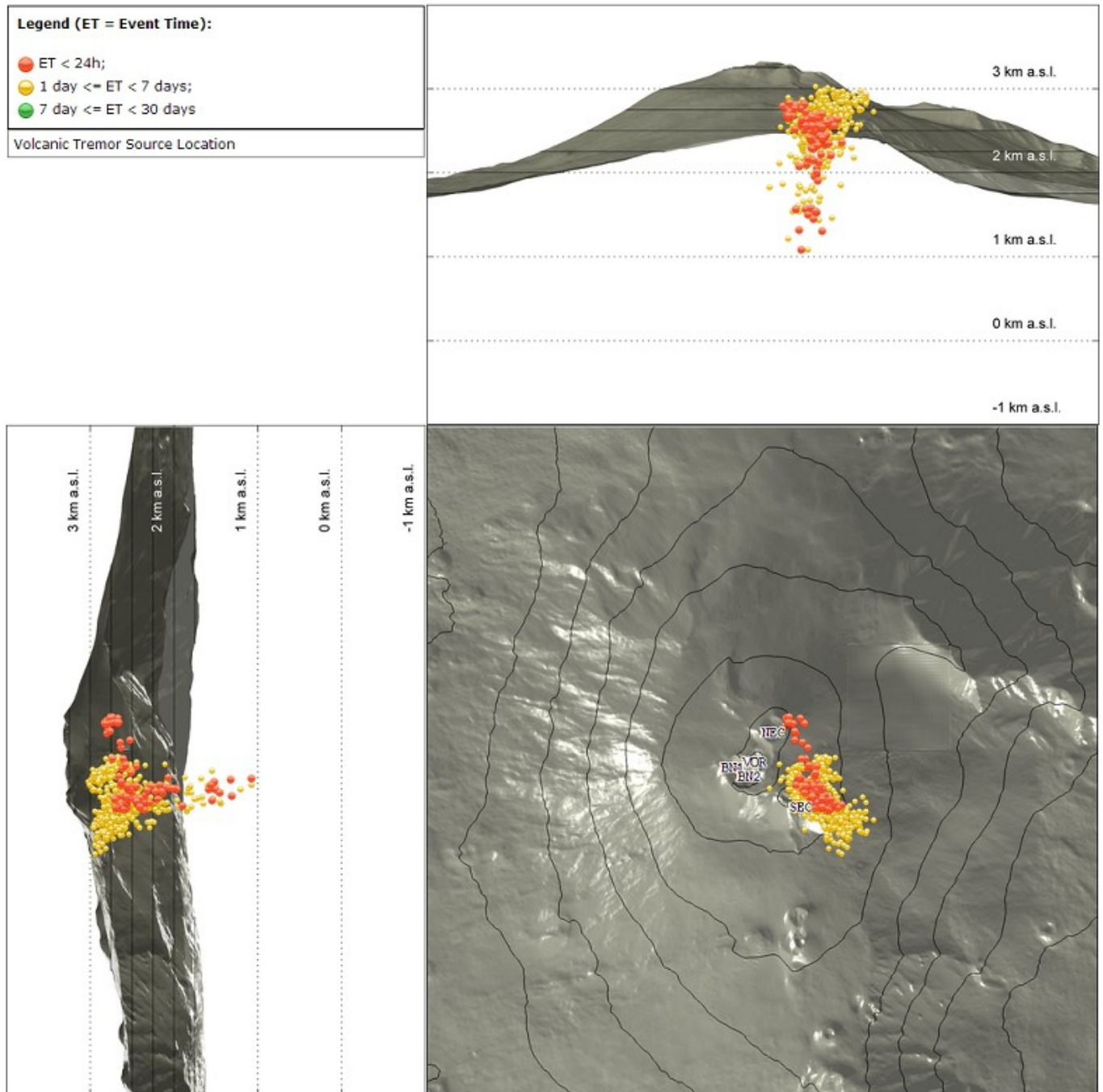


Fig. 4.3 Localizzazione della sorgente del tremore vulcanico. (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN1 = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova).

5. INFRASUONO

Nel corso della settimana di riferimento il tasso di occorrenza degli eventi infrasonici localizzati è stato basso sino al 10 luglio, quando è stato osservato un cospicuo incremento della frequenza di accadimento che ha raggiunto il massimo l'11 luglio con circa 3000 eventi localizzati (Fig. 5.1). Dall'8 all'11 luglio gli eventi sono stati localizzati principalmente nell'area del cratere Voragine (Fig. 5.2), rimasta come principale sorgente infrasonica fino alle 01:00 UTC circa del 12 luglio quando si osserva una sorgente infrasonica localizzata al cratere di Sud-Est. Tale sorgente, caratterizzata da una bassa frequenza di accadimento degli eventi e da bassi valori di ampiezza associati, permane al cratere di Sud-Est sino al 13

luglio. Successivamente l'attività infrasonica ha fatto registrare un incremento dell'attività con eventi e tremore infrasonico localizzati al cratere Voragine (Fig. 5.2). A partire dalle 14:00 UTC del 14 luglio l'attività infrasonica è in ulteriore incremento, con sorgenti degli eventi localizzate sia al cratere di Nord-Est che alla Voragine.



Fig. 5.1 Andamento della frequenza giornaliera di accadimento degli eventi infrasonici localizzati

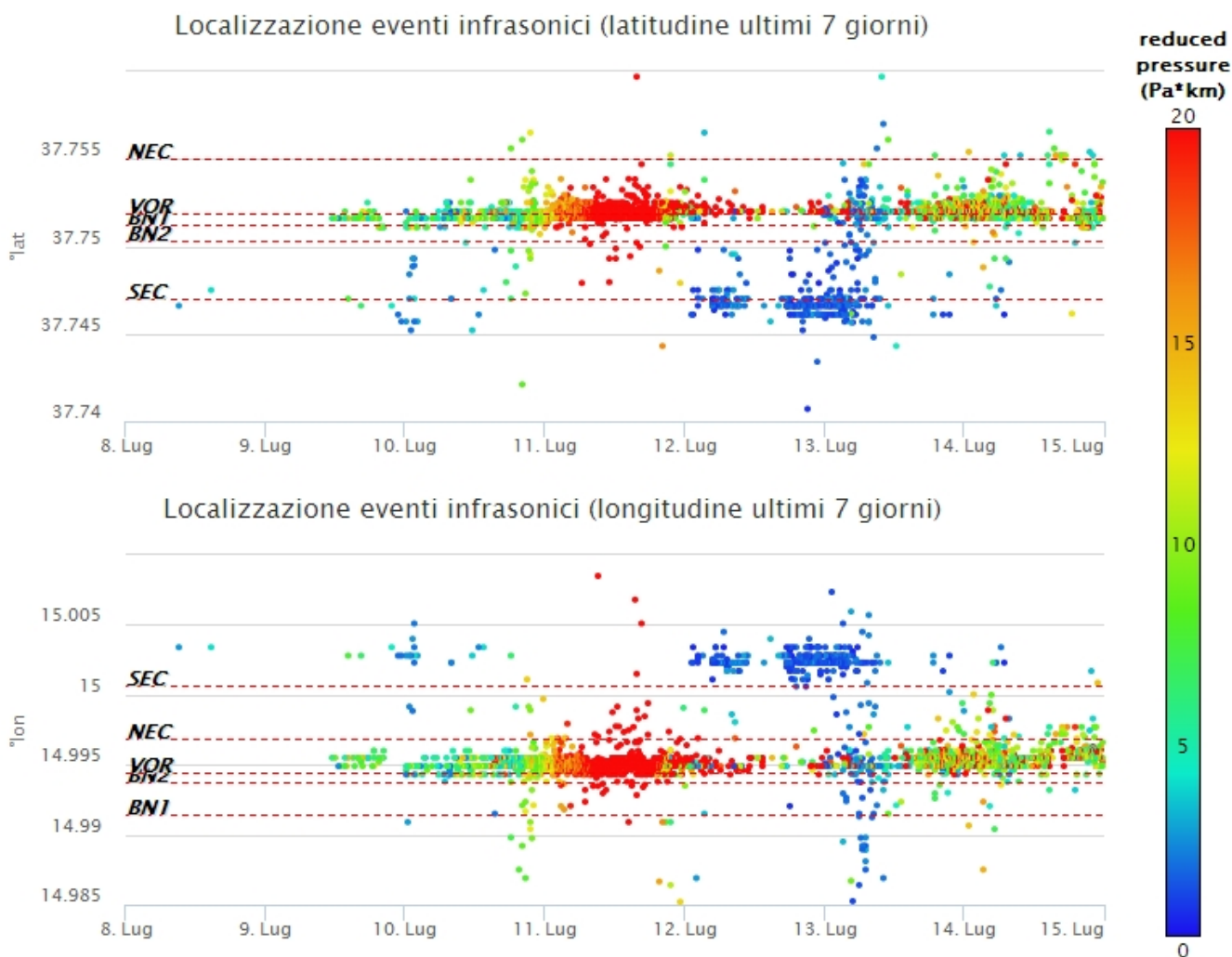


Fig. 5.2 Andamento temporale dei parametri di localizzazione (longitudine e latitudine) degli eventi infrasonici localizzati

nell'ultima settimana. (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BNI = 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

I dati della rete GNSS permanente acquisiti ad alta frequenza non hanno mostrato variazioni significative. Come quadro di sintesi, si riportano di seguito l'andamento dell'ultimo trimestre della variazione giornaliera della componente Est della stazione sommitale di Pizzi Deneri (EPDN) e l'andamento dell'ultimo trimestre della baseline che unisce i caposaldi M. Egitto (EMEG) e M. Gallo (EMGL) posti nel settore medio occidentale, che non mostrano variazioni di rilievo durante l'ultima settimana.

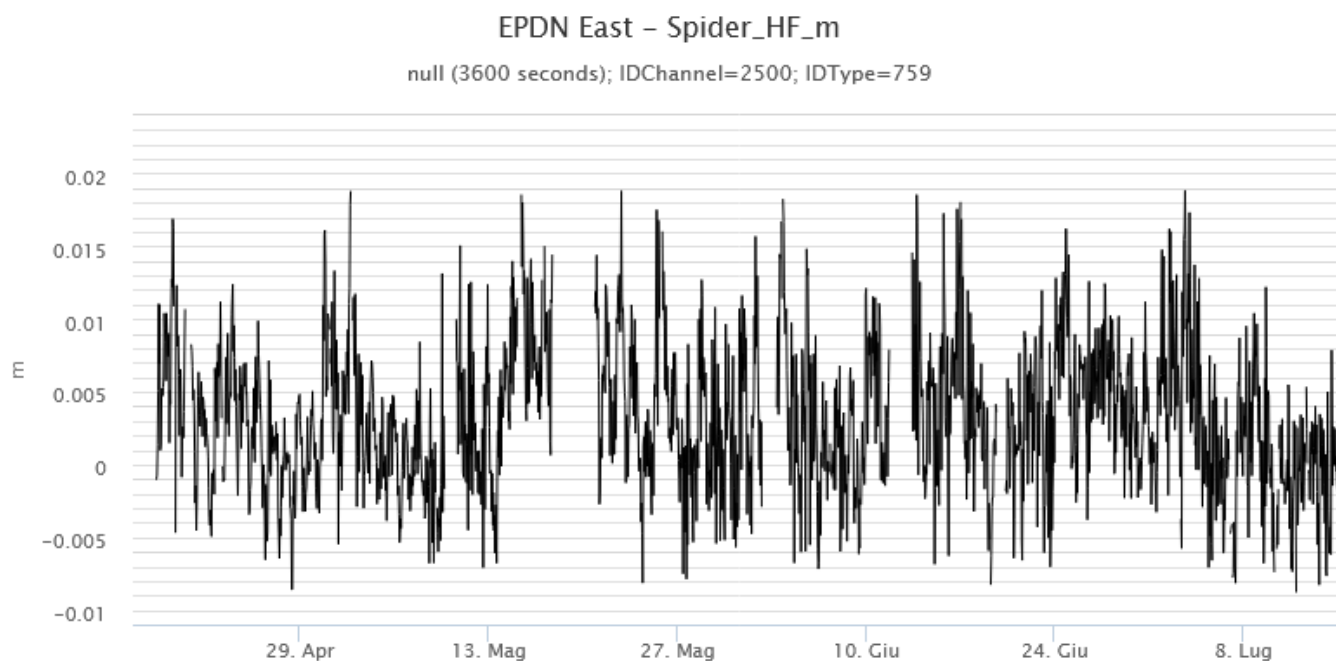


Fig. 6.1 *Andamento nell'ultimo trimestre della componente Est della stazione Pizzi Deneri (EPDN) ubicata in area sommitale.*

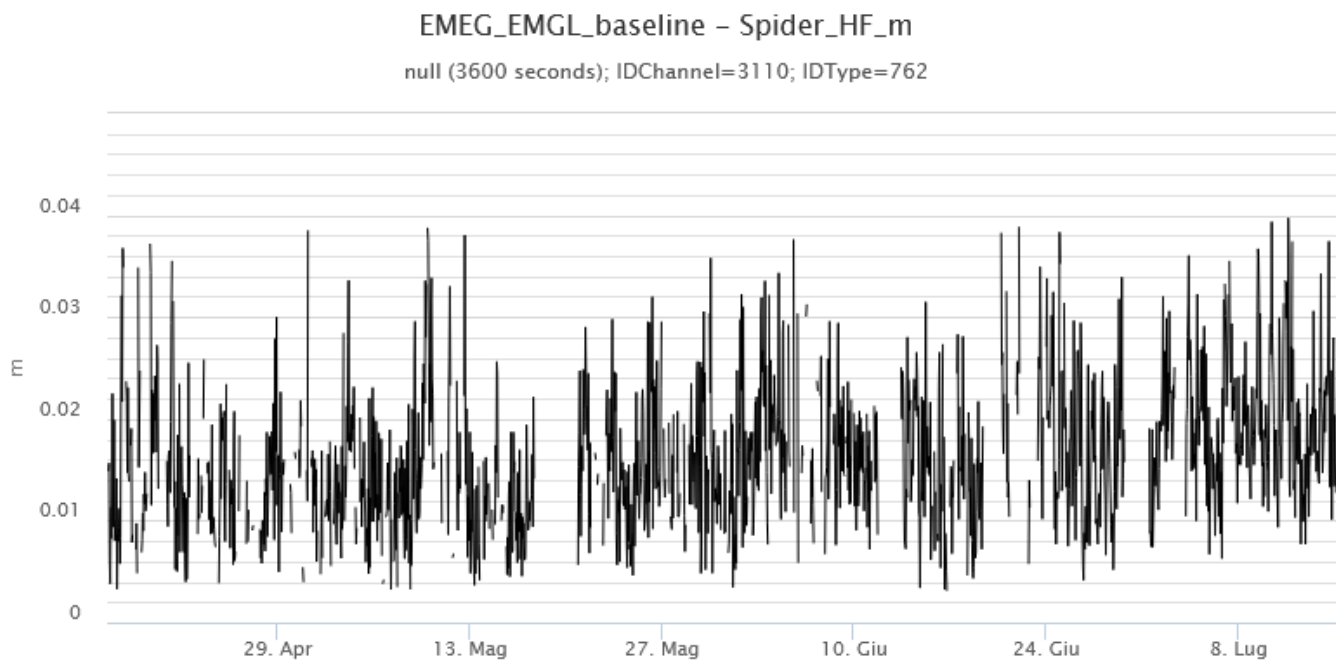


Fig. 6.2 *Andamento nell'ultimo trimestre della baseline che unisce i caposaldi M. Egitto (EMEG) e M. Gallo (EMGL) posti nel settore medio occidentale*

Dopo le variazioni legate ai due eventi parossitici della scorsa settimana, in quest'ultima settimana anche i segnali della rete clinometrica non hanno mostrato variazioni significative. Comunque durante questa ultima settimana si osserva una graduale variazione negativa nel segnale della stazione di Cratere del Piano (ECP), ubicata in area sommitale, che è compatibile con una limitata fase di inflation. Di seguito si riporta anche il grafico relativo al segnale registrato nell'ultima settimana alla stazione alla stazione di Pizzi Deneri (PDN), ubicata in area sommitale, che non mostra variazioni significative.

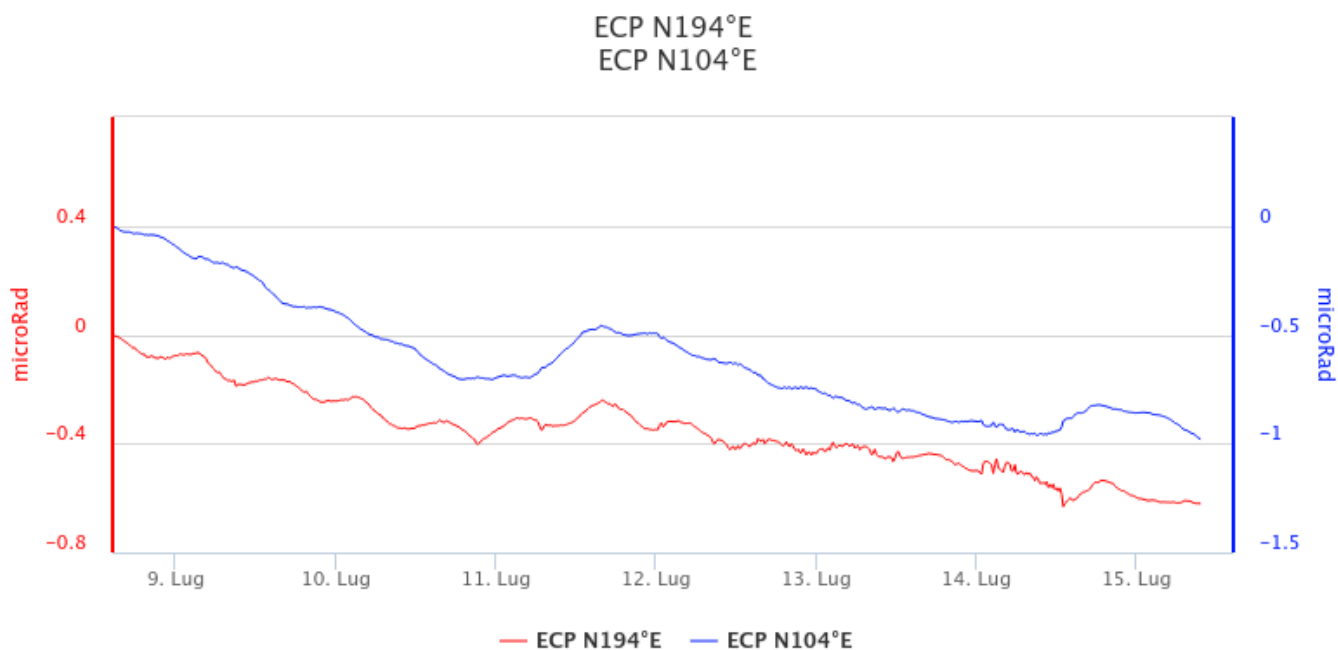


Fig. 6.3 *Segnale clinometrico registrato nell'ultima settimana alla stazione di Cratere del Piano (ECP) ubicata in area sommitale*

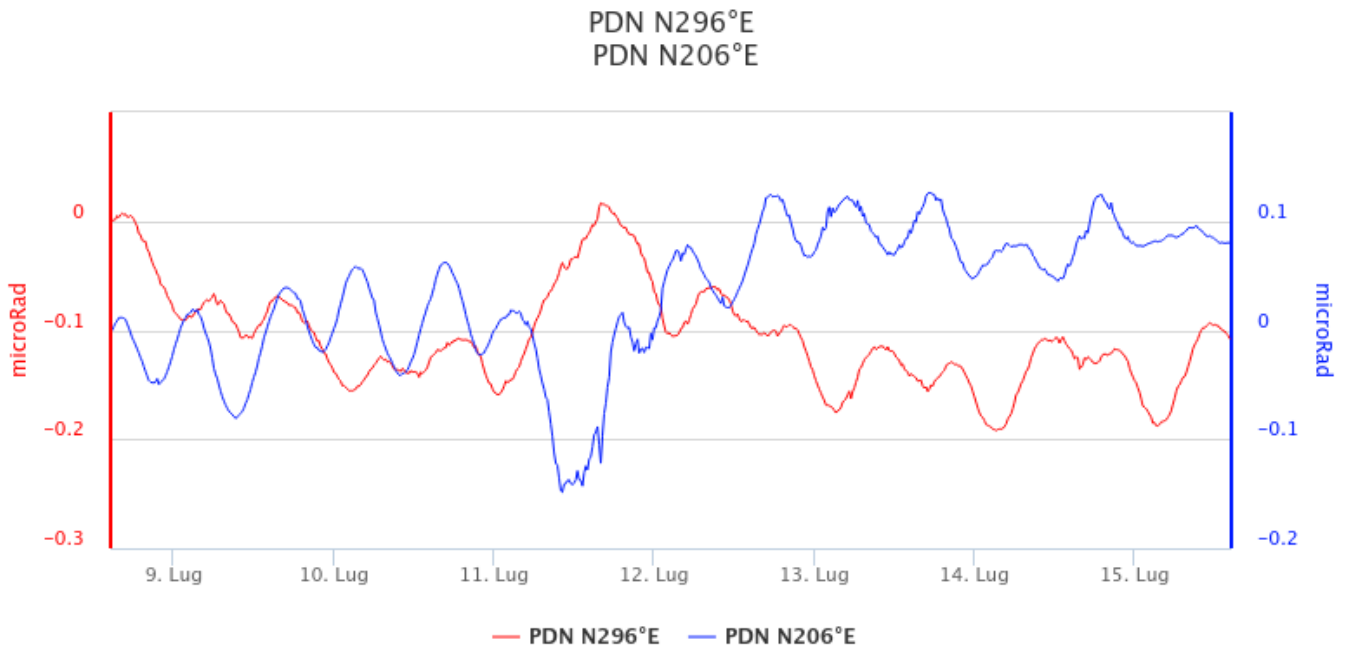


Fig. 6.4 Segnale clinometric registrato nell'ultima settimana alla stazione di Pizzi Deneri (PDN) ubicata in area sommitale

Dopo le variazioni legate ai due eventi parossitici della scorsa settimana (decompressioni), in quest'ultima settimana il segnale di strain registrato alla stazione borehole di Monte Ruvolo (DRUV), ubicata sul versante occidentale, mostra una graduale variazione positiva che indica una fase di compressione.

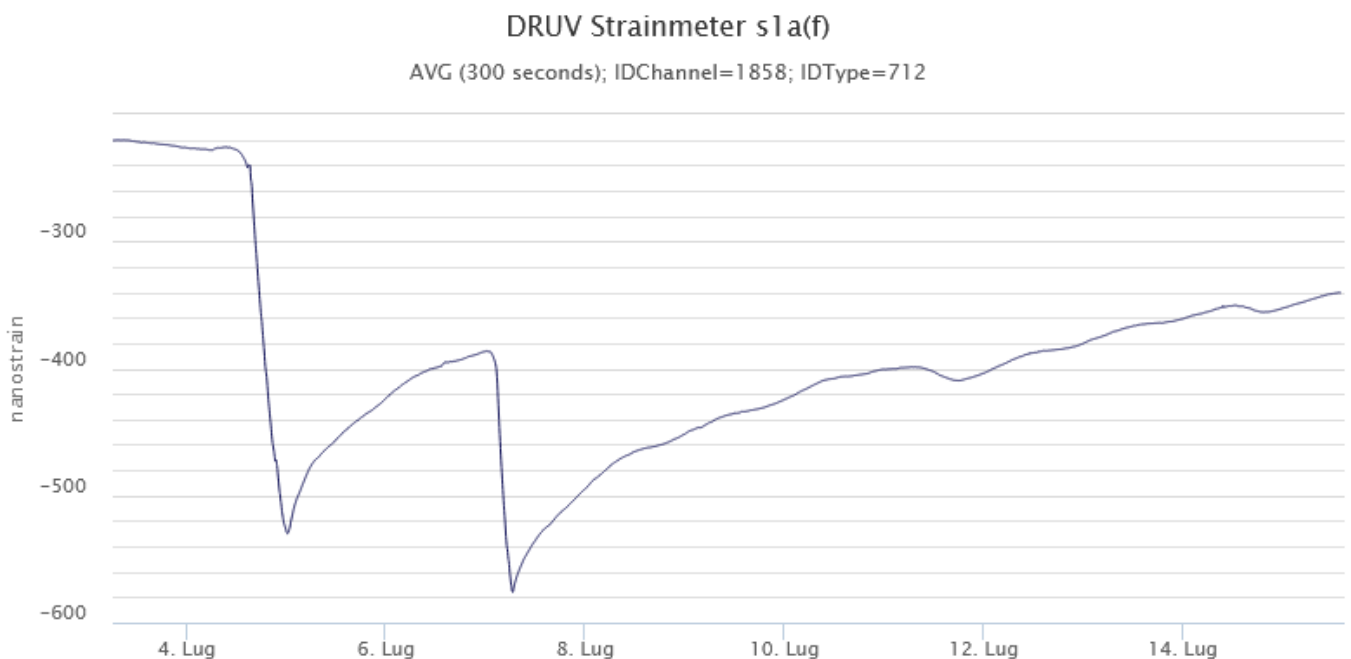


Fig. 6.5 Segnale dilatometrico registrato nell'ultima settimana alla stazione borehole di Monte Ruvolo (DRUV) ubicata sul versante occidentale

7. GEOCHIMICA

Flussi CO2 dal suolo (Rete EtnaGas). Il flusso di CO2 emessa dal suolo permane su valori bassi confermando il trend in diminuzione mostrato la settimana scorsa

Etnagas – TotNorm

FROM: 2023-09-15 – TO: 2024-07-15 | Last Value: 0.21

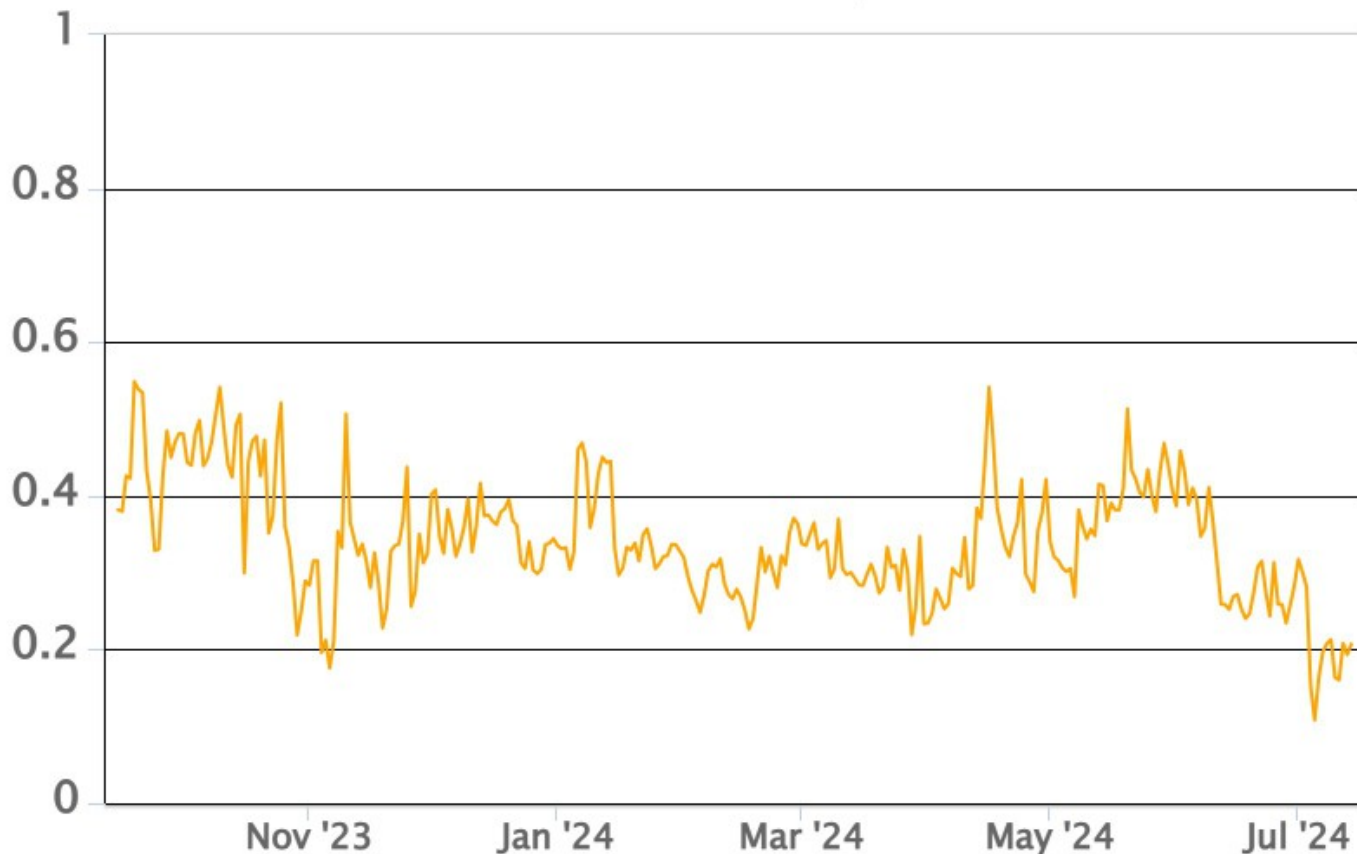


Fig. 7.1 Curva normalizzata dei flussi complessivi della CO2 esalante dal suolo registrati dalla rete EtnaGAS nell'ultimo anno (running average su base bi- settimanale)

CO2 in falda (Rete EtnaAcque). La pressione parziale della CO2 disciolta nell'acqua della galleria drenante in località Ponteferro (Santa Venerina) non mostra variazioni di rilievo; i valori misurati permangono nel range di variabilità stagionale.

Ponteferro – p_co2

FROM: 2023-09-15 – TO: 2024-07-15 | Last Value: 0.11

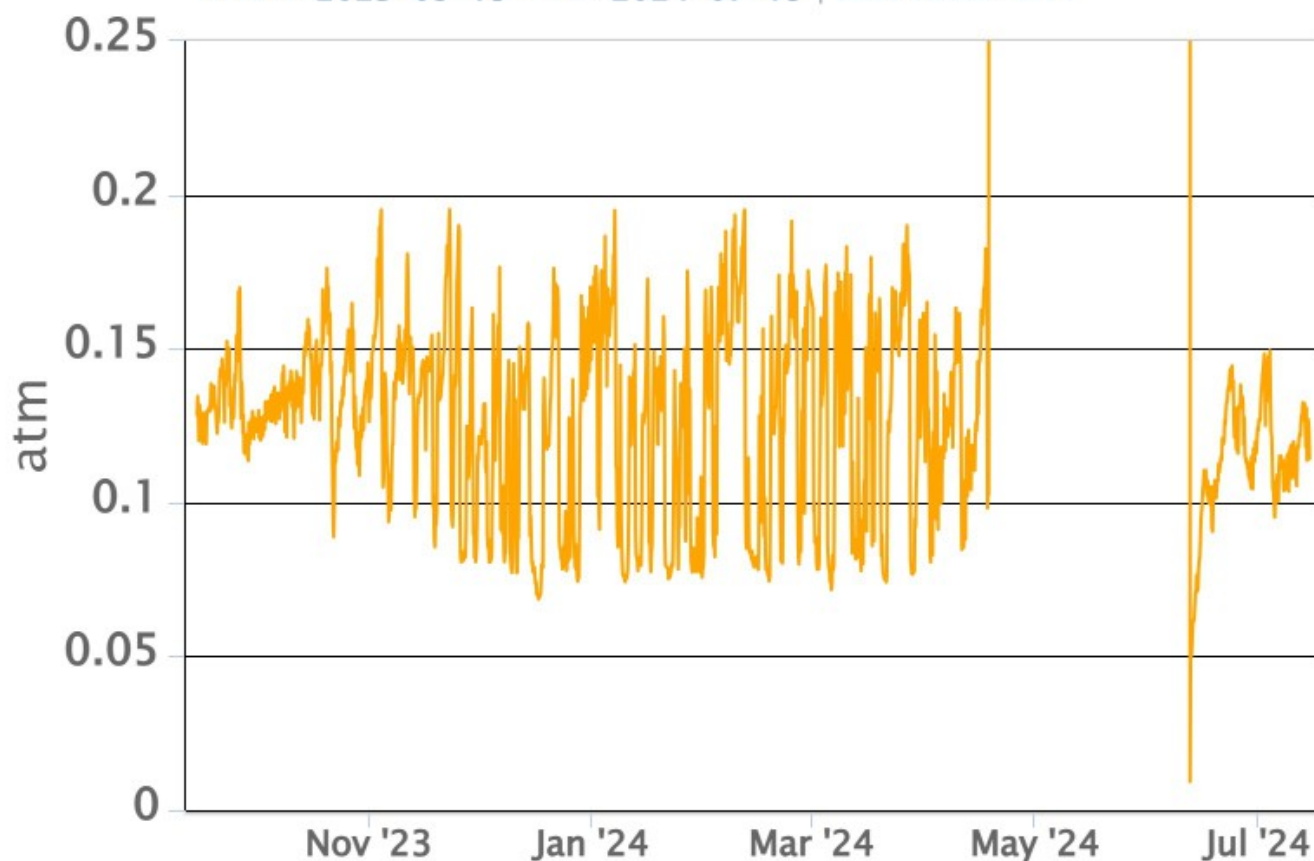


Fig. 7.2 Andamento temporale della pressione parziale di CO₂ disciolta nelle acque della galleria drenante di Ponteferro (medie giornaliere).

Il rapporto isotopico dell'elio nei siti periferici (campionamento del 9 luglio 2024) mostra valori in lieve aumento, che confermano un moderato trend iniziato alla fine del 2023.

Etna_iso_he - he

FROM: 2021-01-15 - TO: 2024-07-15 | Last Value: 0.67

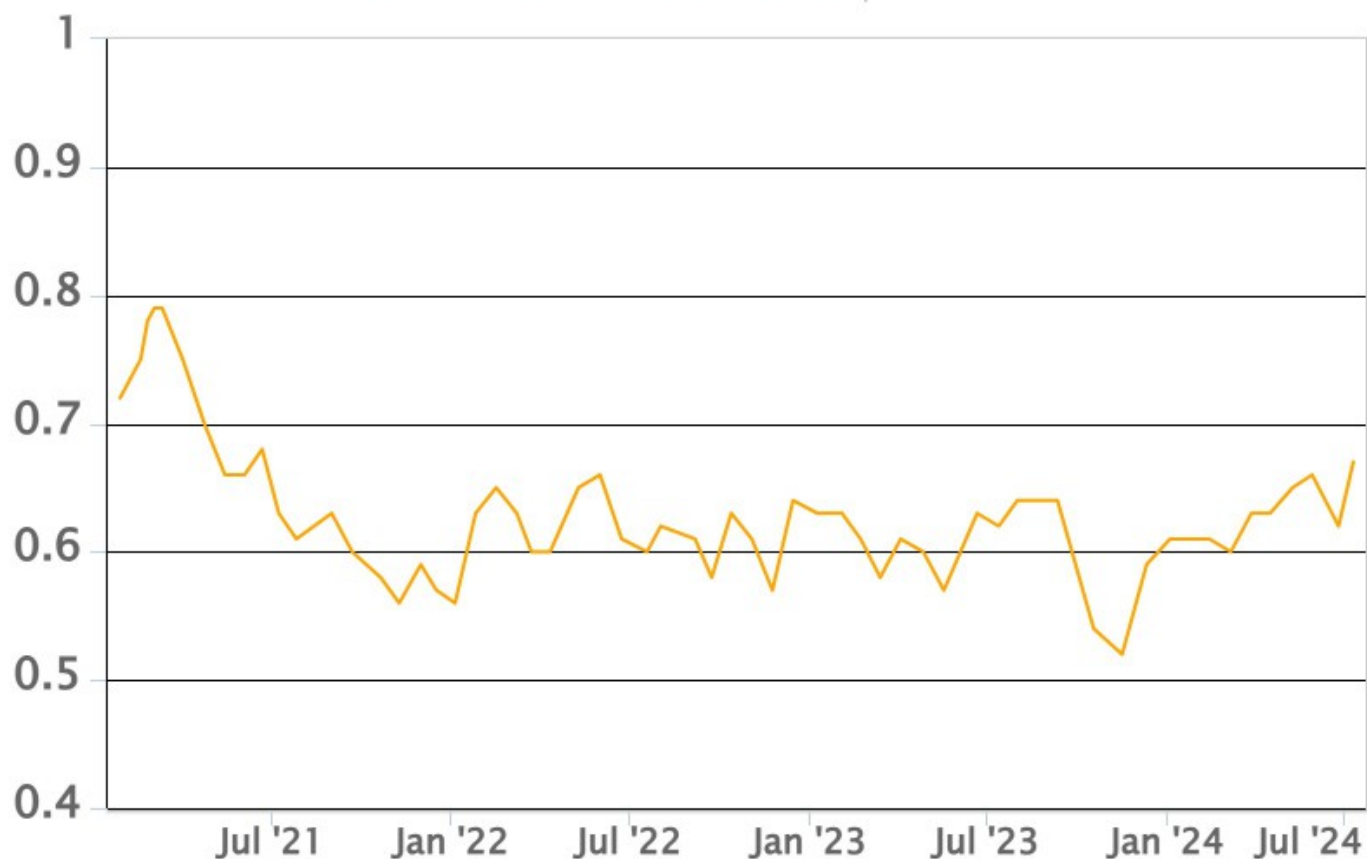


Fig. 7.3 Andamento medio del rapporto isotopico dell'elio nelle cinque manifestazioni periferiche (dati normalizzati).

Il flusso di SO₂ medio-giornaliero misurato nel plume vulcanico dell'Etna nel corso del periodo ha indicato valori che nel complesso stabili e che si mantengono su un livello medio con episodici incrementi sino ad un livello medio-alto.

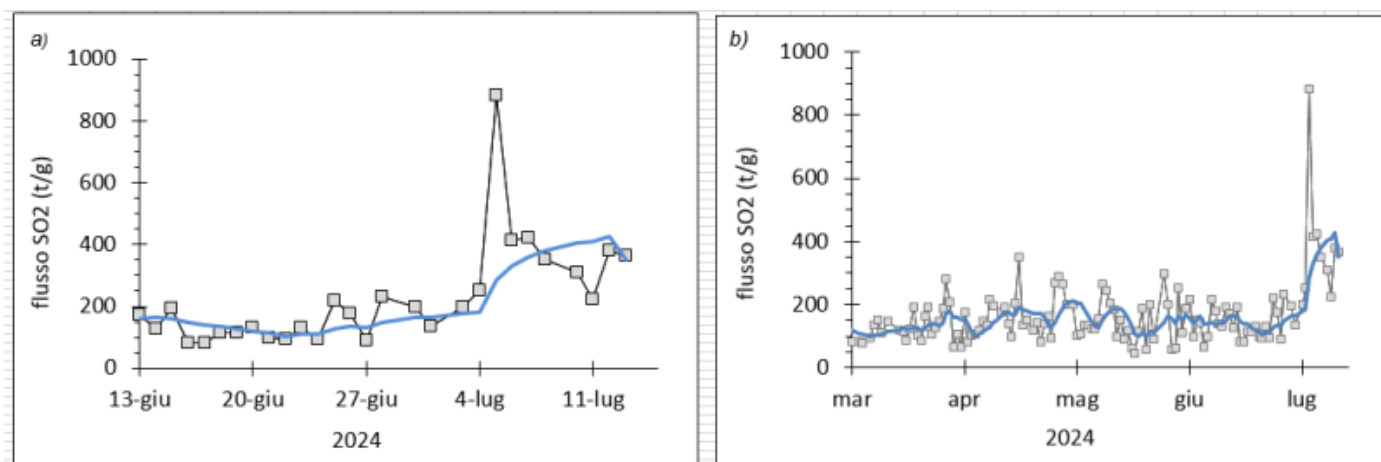


Fig. 7.4 Misure normalizzate del flusso di SO₂ registrato dalla rete FLAME nell'ultimo anno

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 9 gennaio 2024 al 16 luglio 2024 calcolate usando immagini multispettrali 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 da moderato ad alto con valori molto alti in corrispondenza della fontana di lava del 15 luglio 2024. Tuttavia, nell'ultima settimana le cattive condizioni di visibilità possono aver condizionato l'analisi delle immagini satellitari. L'attività termica in area sommitale è stata inoltre seguita con le immagini SEVIRI ad alta risoluzione temporale (15 minuti) che hanno registrato in dettaglio l'attività termica degli eventi parossistici dal 3 luglio 2024 al 16 luglio 2024 (Figura 8.2a). Successivamente agli eventi parossistici del 4 e 7 luglio, si è registrato un graduale e significativo incremento dell'attività termica a partire dal 10 luglio alle 23:42 UTC che ha raggiunto un picco di 1257 MW in data 11 luglio alle ore 08:42 UTC per poi diminuire.

A partire dalle ore 17:42 UTC del 15 luglio 2024 si registra un ulteriore incremento dell'attività termica raggiungendo un picco di 3000 MW alle ore 22:57 UTC in corrispondenza dell'evento parossistico che ha prodotto una colata lavica. Il valore massimo del tasso effusivo (TADR) registrato è di 18 m³/sec +/- 9 m³/s con un volume cumulato stimato al 16/07/2024 04:57 è di circa 0.33 Mm³ +/- 0.17 Mm³ (Figura 8.2b). L'ultima anomalia di flusso termico è stata di circa 473 MW (SEVIRI) in data 16 luglio 2024 alle ore 04:57.

In Figura 8.3a è mostrata una sequenza di immagini SEVIRI Ash RGB, combinazione delle bande 8.7, 10.8 e 12.0 μm nell'infrarosso, dalle 18:57 UTC del 15 luglio 2024 alle 01:12 UTC del 16 luglio 2024. I pixel tendenti al verde indicano presenza di SO₂, i pixel tendenti al rosso la presenza di cenere e di una minima componente di SO₂. Le immagini sono state analizzate con un algoritmo di Machine Learning per rilevare automaticamente la nube vulcanica. L'identificazione della nube ha permesso di seguirne l'evoluzione in direzione SSE e monitorarne l'altezza (Figura 8.3b). L'altezza massima è stata stimata di circa 8.8 km s.l.m. in data 15/07/2024 alle ore 21:12 UTC.

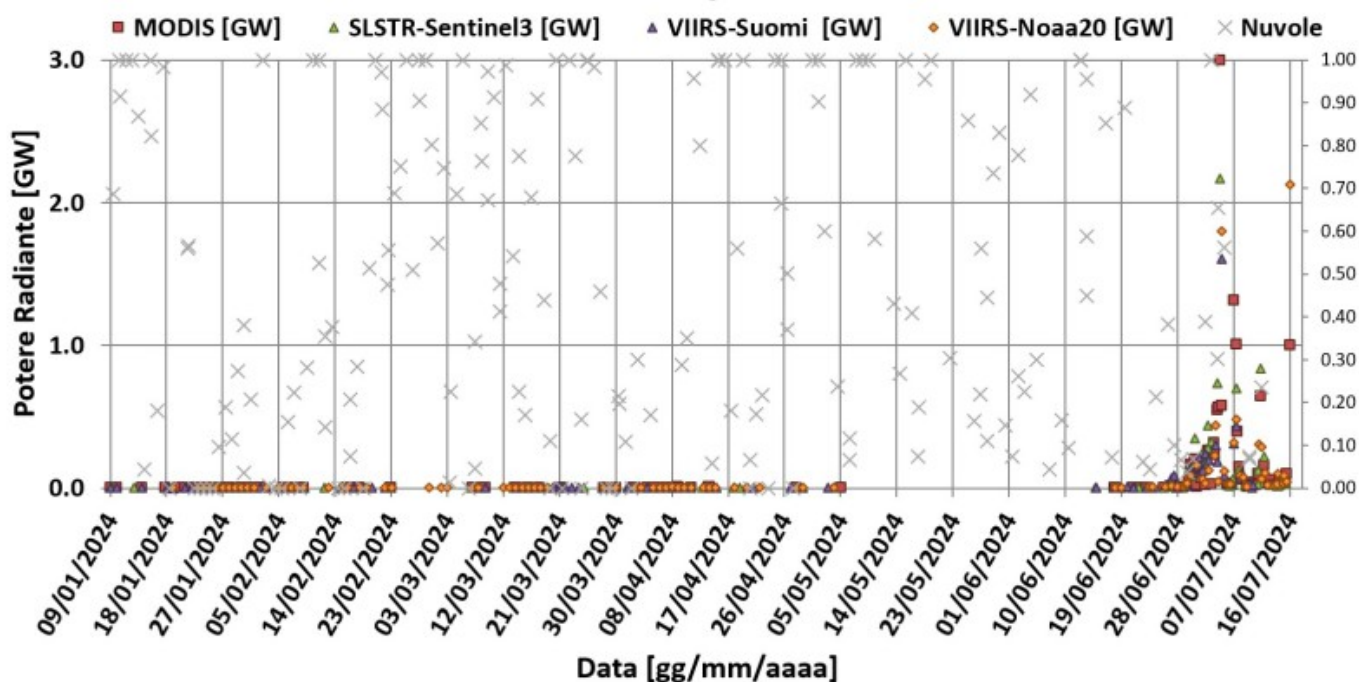


Fig. 8.1 Potere radiante calcolato da dati MODIS (quadrato rosso), SENTINEL-3 SLSTR (triangolo verde) e VIIRS (triangolo viola e rombo giallo) dal 9 gennaio al 16 luglio 2024.

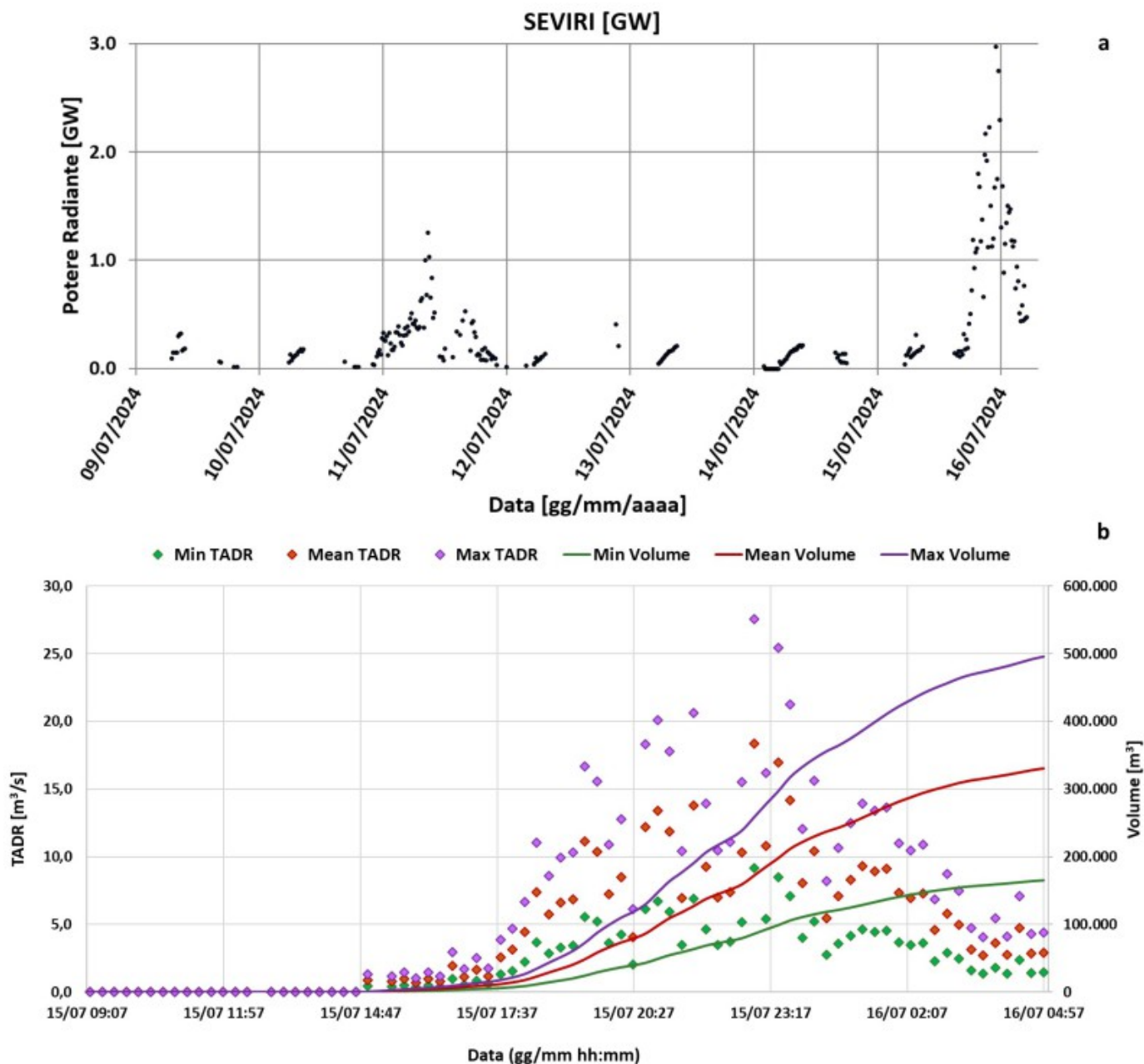


Fig. 8.2 Potere radiante dal 3 luglio al 16 luglio 2024 (a, sopra) e TADR e volume cumulativo (b) stimato da dati SEVIRI durante l'evento parossistico del 15/07/2024.

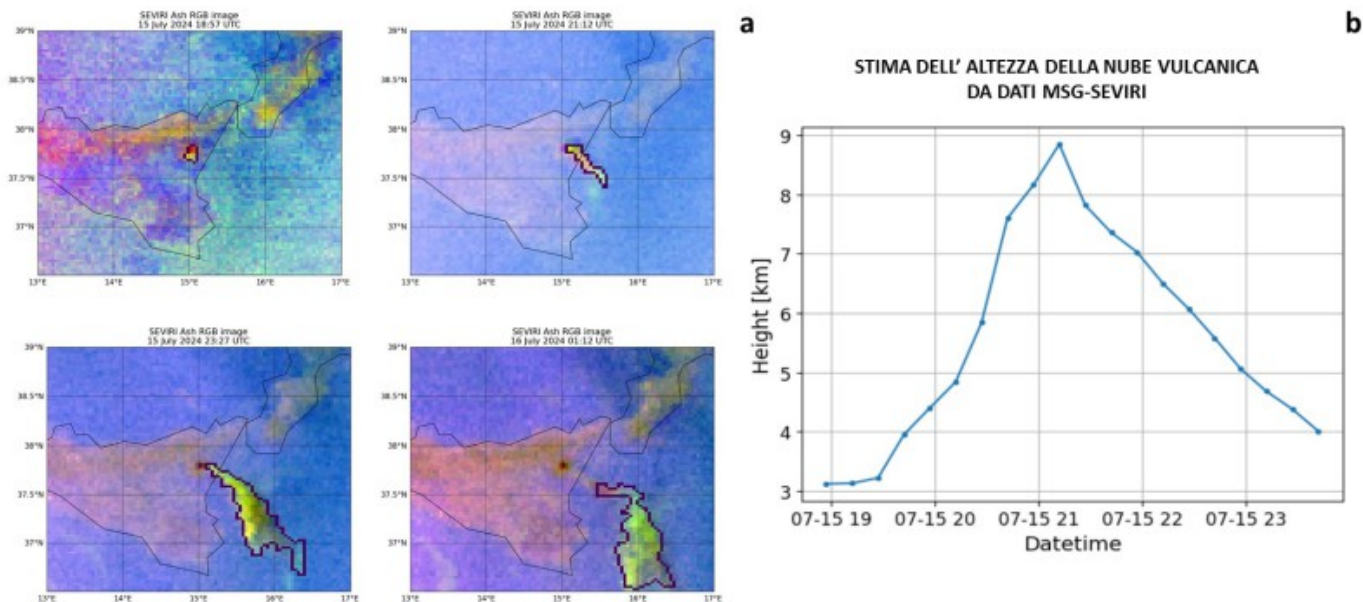


Fig. 8.3 a) Set di immagini SEVIRI Ash RGB dalle 18:57 UTC del 15 luglio 2024 alle 01:12 UTC del 16 luglio 2024 processate usando un algoritmo di Machine Learning per rilevare automaticamente la nube. b) Altezza della nube stimata per l'intera durata dell'evento.

9. ALTRE OSSERVAZIONI

E' stato analizzato un campione dell'attività stromboliana della Voragine (VOR) eruttato il 30 giugno 2024 e campionato sul fianco Nord del cratere (VOR300624). In seguito ai due eventi parossistici del cratere VOR del 4 e 7 luglio 2024, sono stati analizzati dei lapilli ricaduti rispettivamente in località Schiena dell'Asino (VOR040724E) e a Zafferana Etnea (VOR070724B).

Le analisi della composizione del vetro sono state effettuate presso i laboratori dell'OE mediante il SEM-EDS (microscopio elettronico a scansione con associata microanalisi).

I dati acquisiti sono stati rappresentati nel diagramma CaO/Al₂O₃ vs. FeOtot/MgO (Fig. 9.1) dove, per confronto, sono state riportate le analisi dei prodotti emessi durante la precedente l'attività stromboliana alla VOR del 17 giugno 2024 (VOR170624A).

Le analisi mostrano che la composizione dei vetri analizzati nei prodotti dell'attività stromboliana di fine giugno (VOR300624) hanno CaO/Al₂O₃(media)=0.39 e FeOtot/MgO(media)=3.12 e sono quindi leggermente più primitivi di quelli precedentemente eruttati (VOR170624A: CaO/Al₂O₃(media)=0.37 e FeOtot/MgO(media)=3.46).

L'analisi dei vetri nei prodotti dei due parossismi del 4 e 7 luglio 2024 evidenzia che il rapporto CaO/Al₂O₃ è decisamente più elevato rispetto a giugno 2024. Difatti il 4 luglio CaO/Al₂O₃(media)=0.49 e il 7 luglio CaO/Al₂O₃(media)=0.46. Il rapporto FeOtot/MgO nei parossismi del 4 e 7 luglio 2024 ha dei valori che mediamente sono più bassi (FeOtot/MgO (media)=2.97) di quelli di giugno 2024.

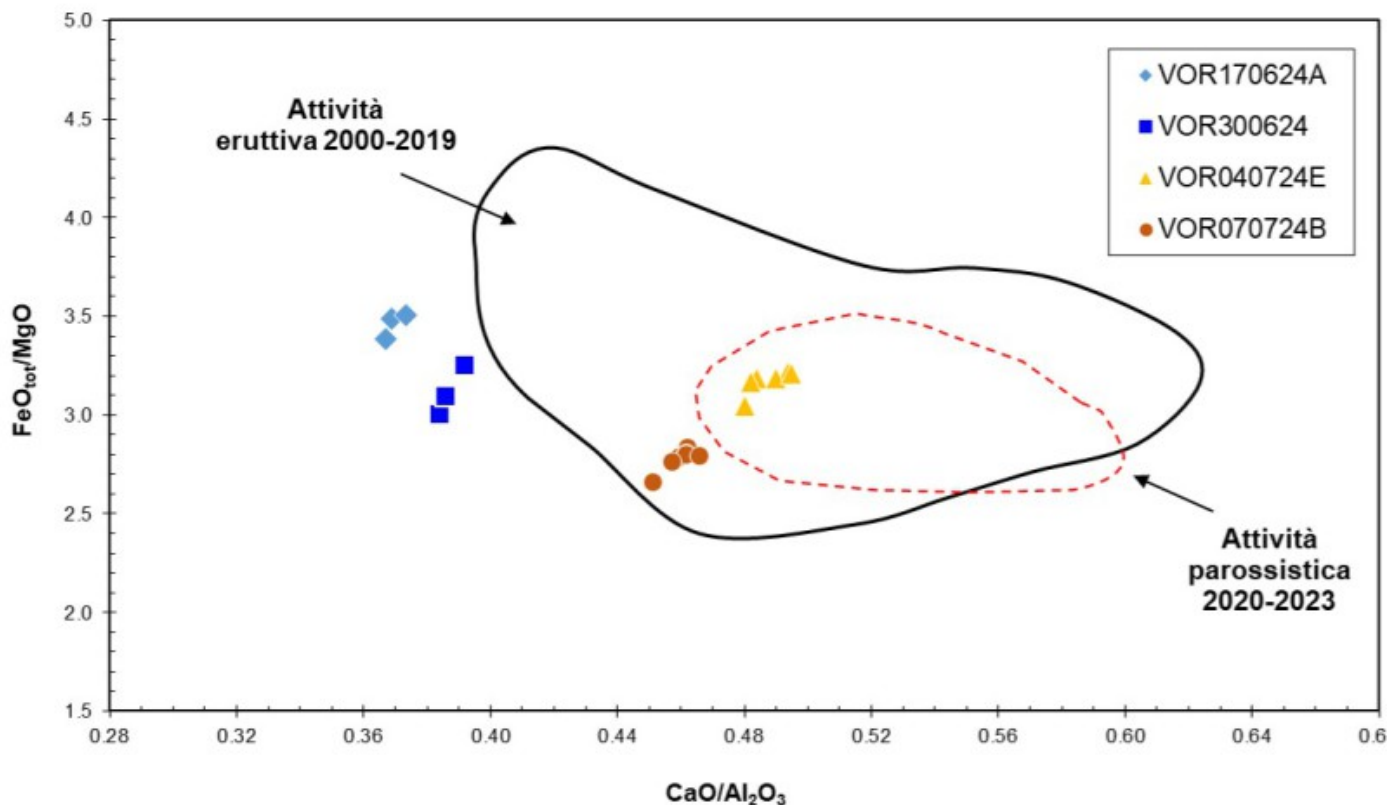


Fig. 9.1 Grafico CaO/Al_2O_3 vs FeO_{tot}/MgO con le composizioni dei vetri dei prodotti della Voragine (VOR) dell'attività stromboliana del 30 giugno 2024 (VOR300624) e i parossismi del 4 (VOR040724E) e 7 luglio (VOR070724B) 2024. Per confronto è riportata la composizione dei prodotti dell'attività stromboliana del 17 giugno 2024 (VOR170624A); il campo delimitato dalla curva a tratteggio rossa comprende la composizione dei vetri analizzati nei prodotti dell'attività parossistica del CSE dal 2020 al 2023.

I dati preliminari della composizione del vetro vulcanico suggeriscono che il magma evoluto (ossia poco primitivo), che ha alimentato l'attività stromboliana del cratere Voragine sino al 17 giugno 2024, sia stato progressivamente sostituito da un magma più primitivo che ha alimentato l'attività stromboliana di fine giugno 2024 e i due parossismi del 4 e 7 luglio 2024. Pertanto è presumibile che, dalla seconda metà del mese di giugno 2024, il reservoir magmatico che alimenta l'attività della VOR sia stato intruso da ricariche di magma più profondo e primitivo.

Ringraziamenti

Ringraziamo il collega Alfio Viola che, a causa di un guasto al metallizzatore dell'OE, ci ha assistito nella metallizzazione delle sezioni effettuata presso i laboratori del Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali dell'Università di Catania.

10. STATO STAZIONI

Tab.10.1 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 |

| 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 - Etnagas | 2 | 0 | 12 | 14 |
| Geochimica Etna Acque | 1 | 0 | 9 | 10 |
| Infrasonica | 0 | 0 | 10 | 10 |
| Sismologia | 0 | 2 | 26 | 28 |
| Telecamere | 1 | 1 | 12 | 14 |

Responsabilita' e proprieta' 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.