ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

A cura delle Sezioni di Catania e Palermo

Rep. N. 22/2023 ETNA

ETNA

BOLLETTINO SETTIMANALE

SETTIMANA DI RIFERIMENTO 22/05/2023 - 28/05/2023

(data emissione 30/05/2023)

1. SINTESI STATO DI ATTIVITA'

Alla luce dei dati di monitoraggio si evidenzia:

1) OSSERVAZIONI VULCANOLOGICHE: Debole attività esplosiva intra-craterica al Cratere di Sud-Est. Attività di degassamento agli altri crateri sommitali.

2) SISMOLOGIA: Moderato incremento della sismicità da fratturazione; Sciame sismico giorno 28, localizzato nel settore settentrionale della Valle del Bove. L'ampiezza media del tremore ha oscillato tra valori medio-alti e bassi e la sorgente è stata localizzata tra l'area dei Crateri Centrali e quella del Cratere di Sud Est.

3) INFRASUONO: Incremento del tasso di occorrenza degli eventi, soprattutto nei primi tre giorni della settimana. Gli eventi sono stati localizzati principalmente nell'area tra i crateri Bocca Nuova e Voragine e subordinatamente al cratere di Sud Est.

4) DEFORMAZIONI DEL SUOLO: Le stazioni della rete clinometrica dell'Etna hanno registrato una deformazione cosismica in occasione del terremoto del 28/05/203 Ml=4 delle 04:44 UTC, con una deformazione massima di circa 2 microradianti registrata alla stazione di Case Bada. Dopo questo episodio deformativo non si osservano altre variazioni significative. Le stazioni della rete GNSS durante la settimana in esame non hanno registrano variazioni significative.

5) GEOCHIMICA: flusso di SO2 su un livello medio
I flussi di CO2 sono in aumento e si pongono su valori medio-alti di degassamento
Non ci sono aggiornamenti sul rapporto isotopico dell'He.
La pressione parziale della CO2 disciolta non mostra variazioni significative.

6) OSSERVAZIONI SATELLITARI: L'attività termica osservata da satellite è stata di livello moderato dopo la conclusione dell'evento parossistico al Cratere di Sud Est del 21 maggio 2023.

7) ALTRE OSSERVAZIONI: L'analisi composizionale del deposito piroclastico medio-prossimale (Milia, 8.5 km dal SEC) dei prodotti dell'evento del 21 maggio, ha indicato una componente rappresentata al 98% di sideromelano poco vescicolato e appena il 2 % di particelle litiche. La distribuzione medio-prossimale al SEC (3.8 - 8,5 km) è stata stimata tra i 4-7 kg/m2.

2. SCENARI ATTESI

Attività esplosiva ai crateri sommitali eventualmente accompagnata da formazione di nubi di cenere e ricaduta di prodotti piroclastici grossolani e flussi piroclastici in area sommitale, ed attività effusiva sommitale con sviluppo di colate laviche. Non è possibile escludere un evoluzione dei fenomeni in corso 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 è stato effettuato mediante l'analisi delle immagini acquisite dalla rete di telecamere di sorveglianza dell'INGV, Osservatorio Etneo (INGV-OE) e attraverso sopralluoghi in campo effettuati da parte di personale dell'INGV-OE. La settimana è stata caratterizzata da una debole e discontinua attività esplosiva intra-craterica al Cratere di Sud-Est (Figure 3.1). A causa della copertura nuvolosa durante la settimana in corso, l'osservazione dei crateri sommitali è stata comunque discontinua.
Le attività in campo hanno riguardato rilievi di terreno eseguiti anche da remoto tramite droni (il 27 maggio, tramite Phantom DJI RTK e DJI Mavic 2) acquisendo immagini sul visibile e sul termico al fine di verificare eventuali cambi allo stato morfo-strutturale dell'area sommitale del vulcano e per eseguire il rilevo dei depositi messi in posto nel corso dell'attività eruttiva del 21 maggio (Fig. 3.1, 3.2, 3.3). L'elaborazione dei dati ha consentito di delimitare ed invertire stime quantitative relativamente alla colata lavica emessa nel corso dell'evento eruttivo, i dati indicano che il campo lavico ha coperto un'area pari a 0.3 x 106 m^2 con una lunghezza di 2.3 km, raggiungendo una quota di 2650 m. Inoltre, l'analisi dei dati da droni insieme alla disponibilità di ulteriori dati satellitari, hanno permesso di ridefinire ed associare il deposito sin-eruttivo messo in posto sul versante orientale del CSE ad una colata reomorfica dei prodotti piroclastici dell'attività esplosiva rispetto a quanto indicato nel Bollettino Settimanale Etna del 23/05/2023 (Rep. N. 21/2023 ETNA). Causa la copertura nuvolosa che ha parzialmente ostacolato la buona riuscita dei rilievi tramite droni, la delimitazione del deposito presenta delle incertezze nella sua distribuzione apicale verso il CSE (delimitazione a tratteggio; Fig. 3.1 e 3.2).

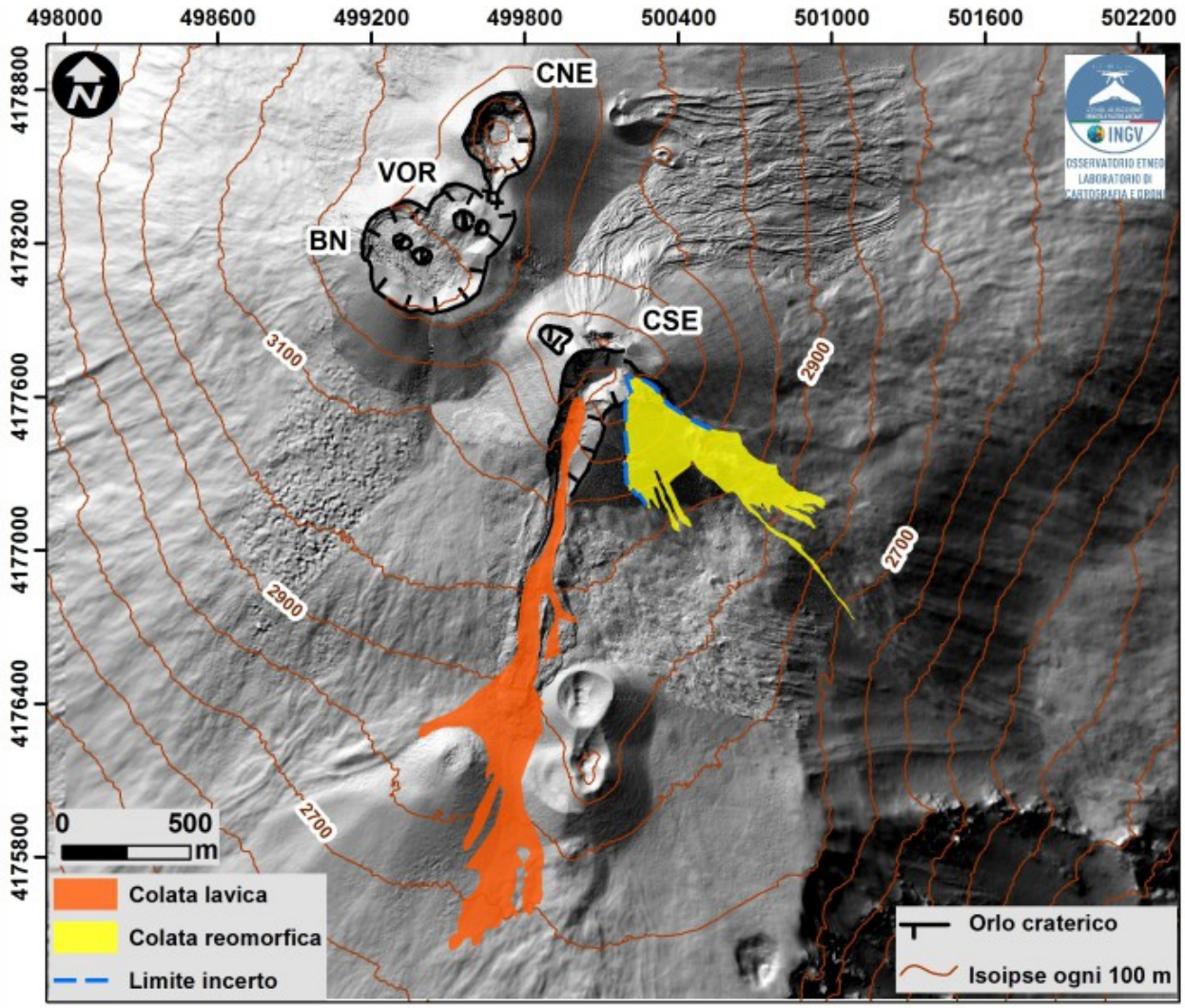

Fig. 3.1 ***Mappa delle colate lavica in arancione e reomorfica in giallo del 21 maggio 2023 sovrapposta al modello ombreggiato del terreno dei crateri sommitali dell'Etna ottenuto elaborando le immagini da drone acquisite durante diversi sorvoli (15 e 21 Settembre 2022, 6, 21 e 23 Ottobre), sovrapposto 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***

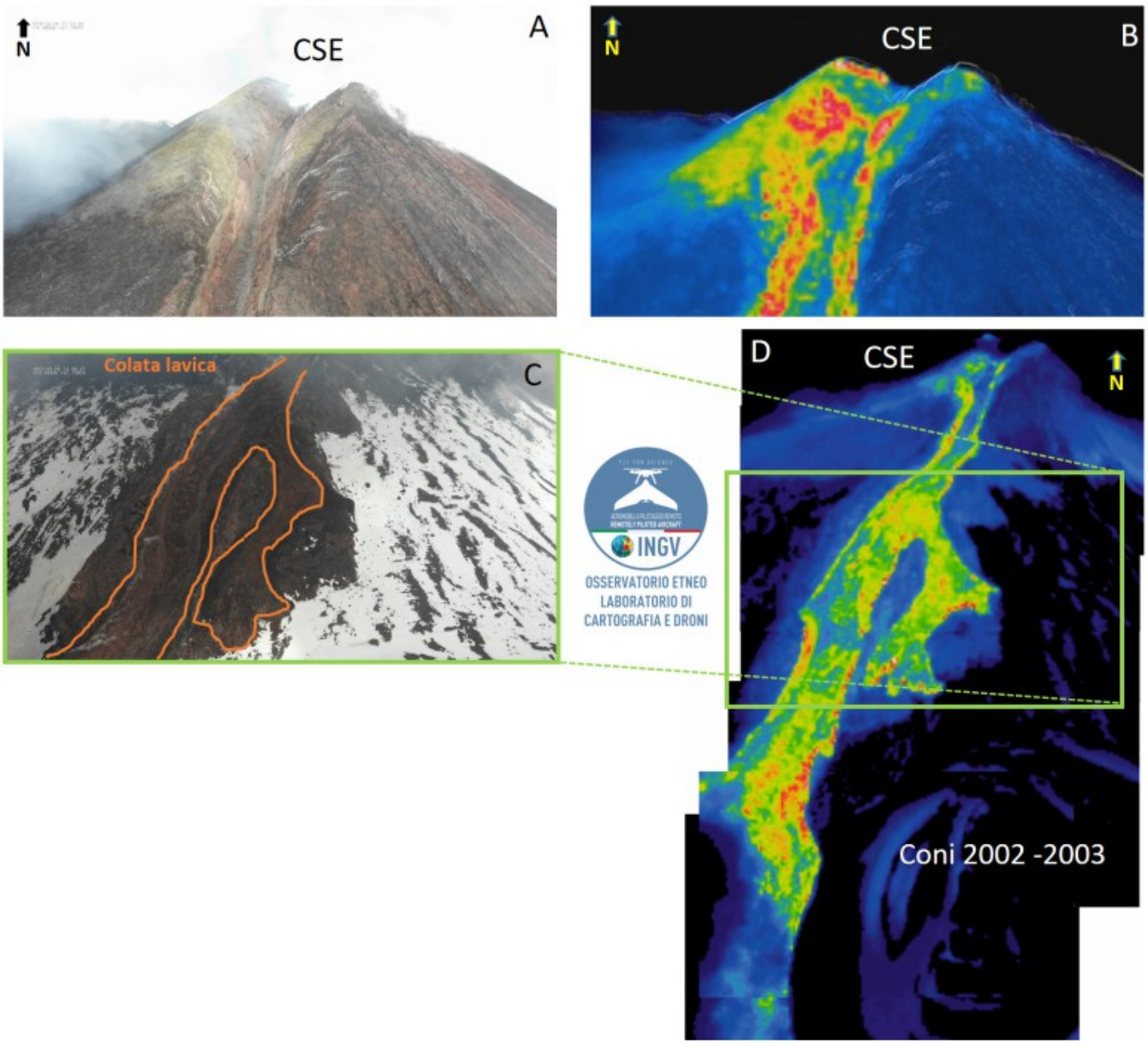

Fig. 3.2 ***Immagini RGB e termiche acquisite da drone il 27/05/2023 A e B) Cratere di Sud-Est C) particolare della colata del 21 Maggio 2023 D) collage di immagini termiche del fianco sud del Cratere di Sud-Est e della colata. I colori nero, blu e viola indicano aree fredde, mentre i colori verde, giallo e rosso le anomalie termiche.***

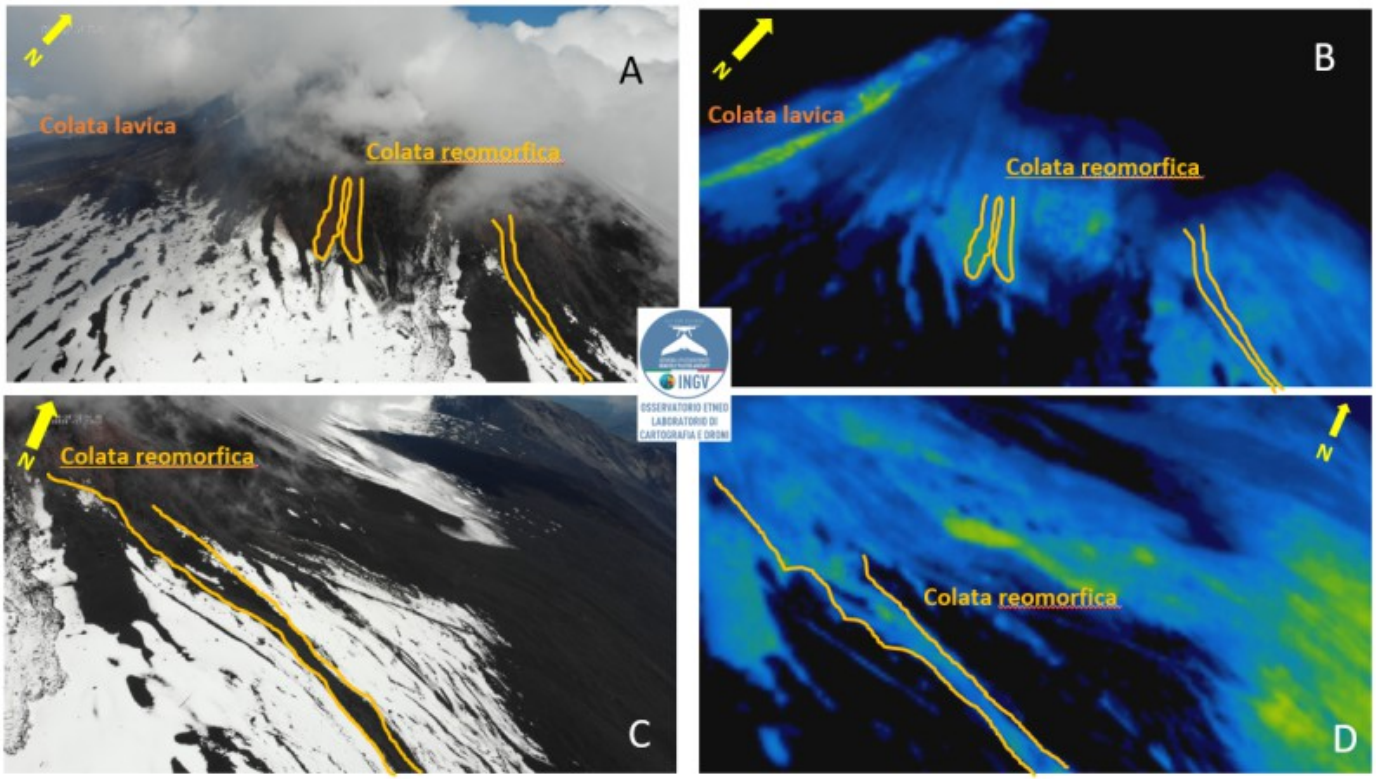

Fig. 3.3 ***A e B) Immagini RGB e termiche acquisite da drone il 27/05/2023 del fianco Est del Cratere di Sud-Est e C e D) della alta parete Est della valle Del Bove. Le linee gialle delimitano alcune porzioni della colata reomorfica. I colori nero, blu e viola indicano aree fredde mentre i colori verde, giallo e rosso le anomalie termiche.***

Inoltre, attraverso le immagini della telecamera termica di sorveglianza dell'INGV-OE si è osservato, nella notte tra il 23 e 24 maggio, una debole attività esplosiva intra-craterica al Cratere di Sud-Est (Figura 4A) e blandi bagliori al cratere Bocca Nuova. Infine, giorno 28 maggio è stato effettuato un sopralluogo in area sommitale da parte di personale INGV-OE che ha permesso di verificare la presenza di attività di degassamento al cratere Bocca Nuova (Figure 4B). Inoltre il Cratere Voragine e il Cratere di Nord Est erano caratterizzati principalmente da attività fumarolica (Figure 4C, D).

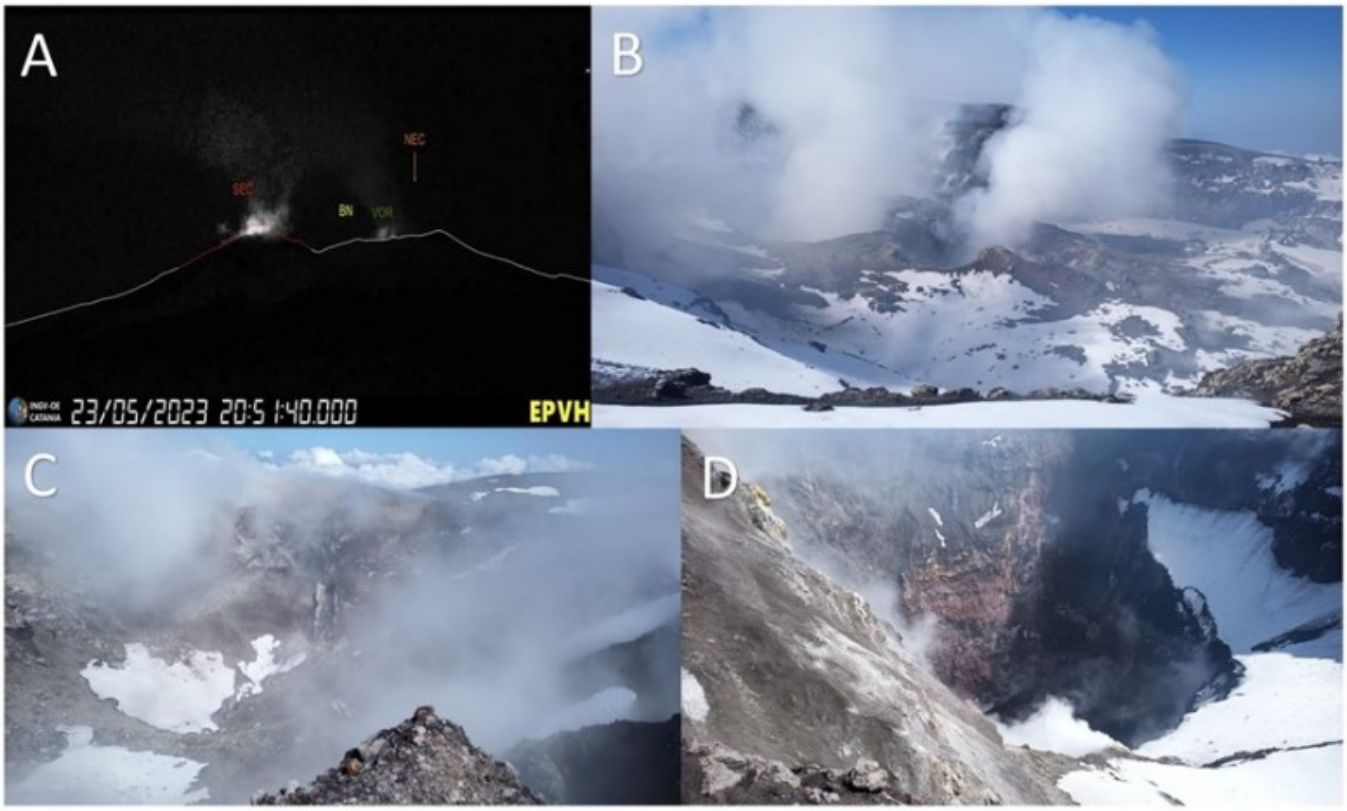

Fig. 3.4 ***A) Immagini della telecamera visibile EPVH che mostra attività esplosiva al Cratere di Sud-Est; foto scattate da parte di personale INGV-OE durante il sopralluogo in area sommitale di giorno 28 maggio che mostrano il Cratere B) Bocca Nuova; C) Voragine e D) Nord Est.***

4. SISMOLOGIA

Durante la settimana in oggetto, è stato osservato un incremento del tasso di occorrenza dei terremoti e dei rilasci energetici (Fig. 4.1), essenzialmente dovuto all'accadimento di uno sciame sismico, localizzato nel settore settentrionale della Valle del Bove, in un'area posta a NE di Monti Centenari. In particolare, dalle 04:34 UTC alle 06:36 UTC di giorno 28 sono stati registrati circa 50 terremoti con magnitudo locale compresa tra 0.5 e 3.9, in un intervallo di profondità compreso mediamente tra 4 e 6 km sotto l.m. . Gli eventi che hanno superato la soglia di magnitudo 2 sono stati 8 (FIg. 4.2 e Tab. 4.1). Il rilascio energetico maggiore è stato associato ad un terremoto con ML=3.9, avvenuto giorno 28 alle ore 04:44:23 UTC nell'area di Mt. Scorsone alla profondità di circa 4 km sotto l.m.. Nelle ore successive e fino alla fine della settimana la sismicità nel settore interessato dallo sciame è proseguita con frequenza di accadimento e rilasci di strain bassi.

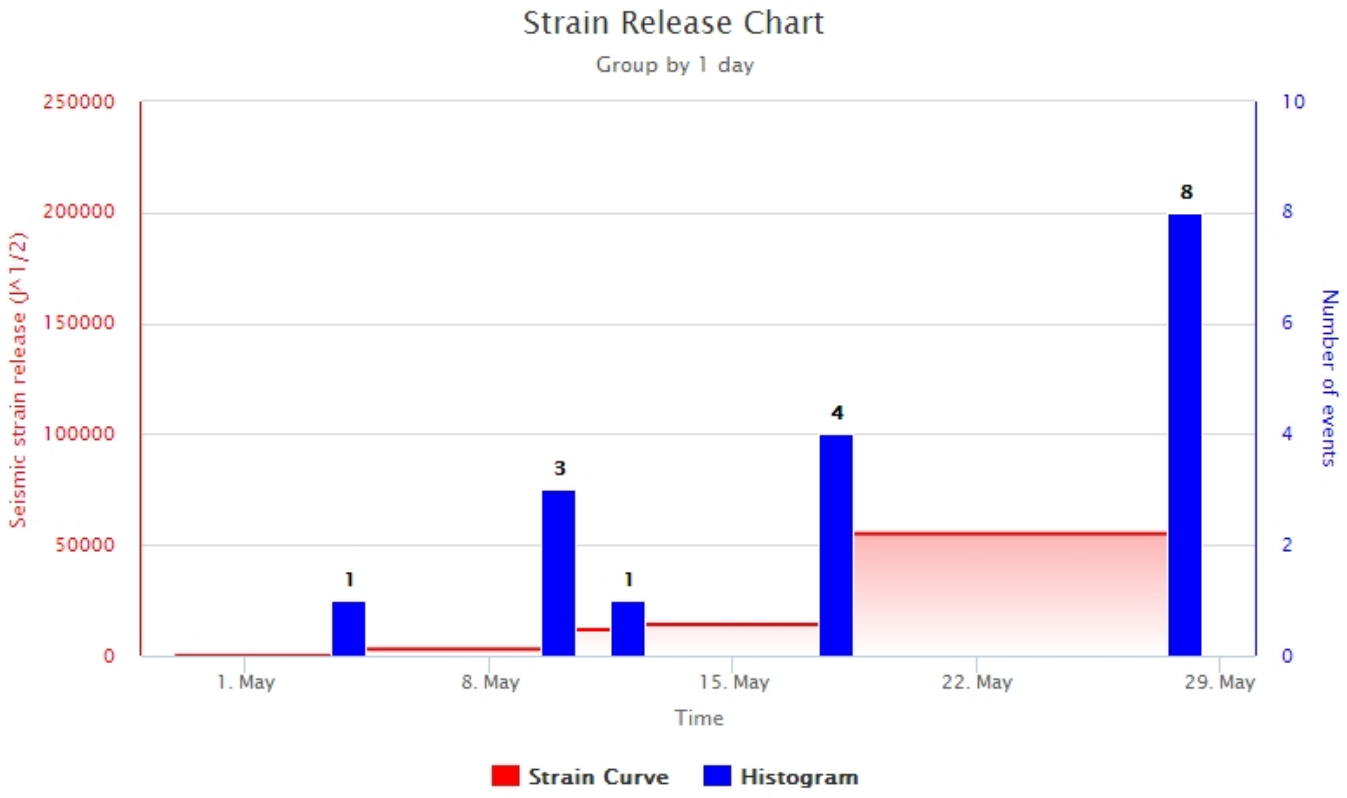

Fig. 4.1 ***Frequenza giornaliera di accadimento e curva cumulativa del rilascio di strain sismico dei terremoti con Ml pari o superiore a 2.0 registrati nell'ultimo mese.***

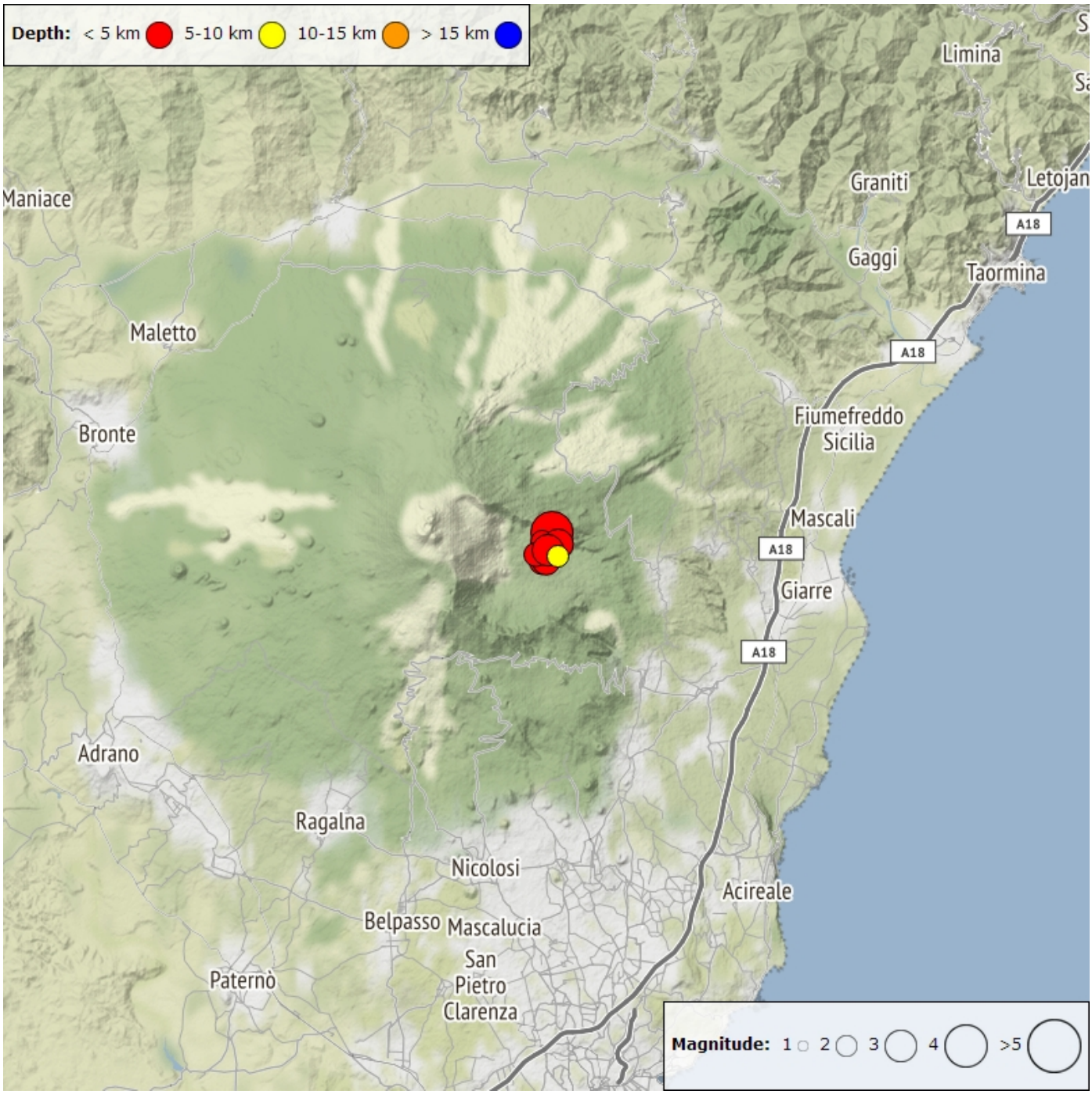

Fig. 4.2 ***Distribuzione della sismicità con Ml pari o superiore a 2.0 nell'ultima settimana.***

Tabella. 4.1 - Tabella dei terremoti con ML >= 2

DateTime	ML	Prof. (km)	Area epicentrale
28/05/2023 04:34	2.8	4.4	0.8 km SW from Monte Scorsone (CT)
28/05/2023 04:44	2.9	4.2	1.3 km SW from Monte Scorsone (CT)
28/05/2023 04:44	3.9	4.2	0.9 km W from Monte Scorsone (CT)
28/05/2023 04:50	2.2	3.7	1.5 km E from Monte Centenari (CT)
28/05/2023 04:51	2.6	4.7	1.6 km SW from Monte Scorsone (CT)

DateTime	ML	Prof. (km)	Area epicentrale
28/05/2023 04:53	2.1	2.5	1.4 km W from Monte Scorsone (CT)
28/05/2023 05:05	2.3	4.5	1.6 km E from Monte Centenari (CT)
28/05/2023 05:16	2.0	9.5	1.1 km SW from Monte Scorsone (CT)

L' ampiezza media del tremore vulcanico ha mostrato ampie variazioni tra valori medio-alti e bassi. Una significativa fase di rapido aumento è stata osservata dalle 23:30 UTC circa di giorno 23, in concomitanza con l'attività stromboliana osservata al cratere di Sud Est. A partire dalle 06:00 UTC circa del giorno seguente, l'ampiezza media è ritornata sui valori precedenti alla fase di incremento. La sorgente del tremore è stata localizzata in un settore compreso tra l'area dei Crateri Centrali e quella del Cratere di Sud Est, in un intervallo di profondità compreso tra 1500 e 2900 m al di sopra del livello del mare.

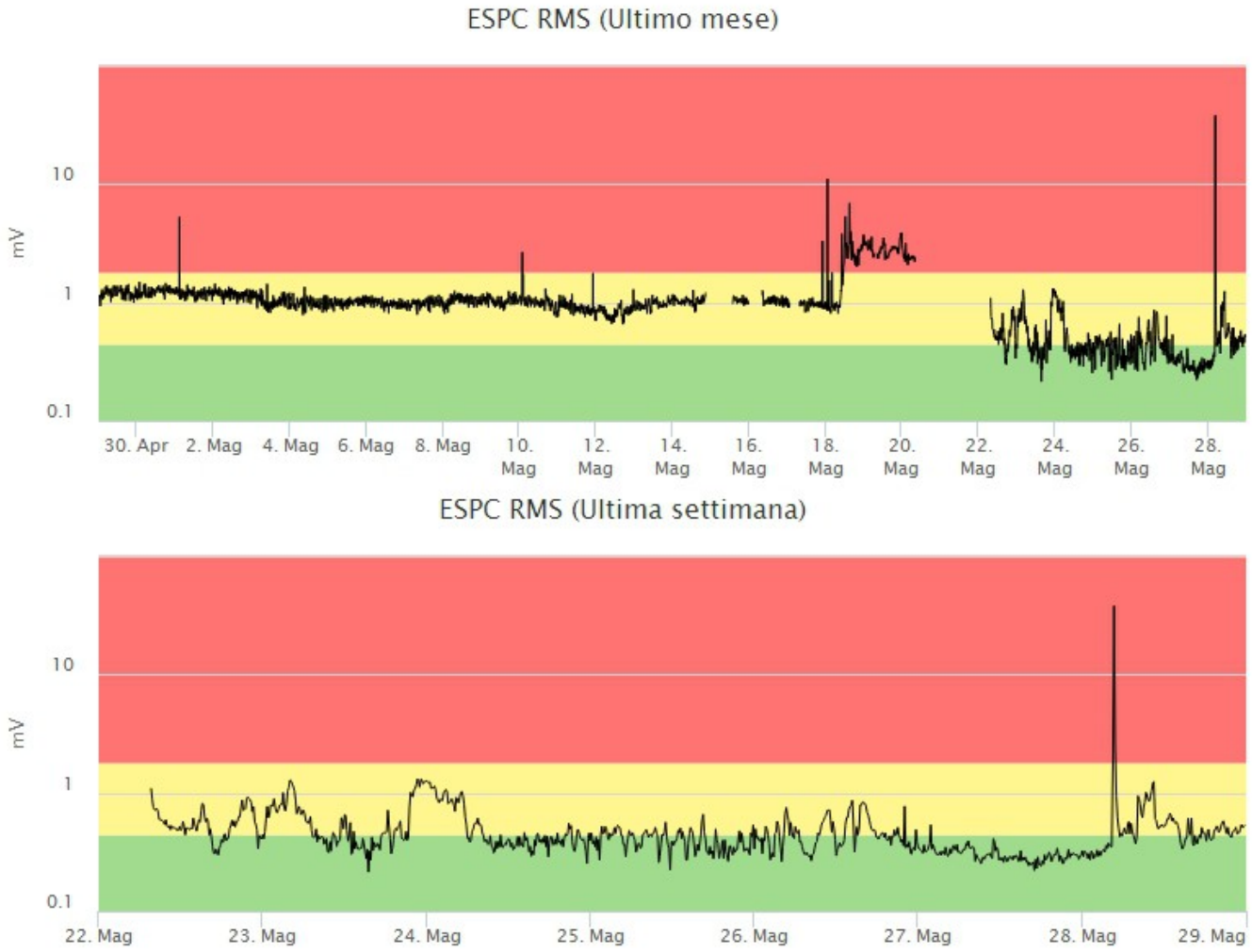

Fig. 4.3 ***Andamento temporale dell'ampiezza del tremore vulcanico: valori RMS nell'ultimo mese (in alto) e nell'ultima settimana (in basso) secondo tre livelli di ampiezza (basso=verde, medio=giallo, alto=rosso).***

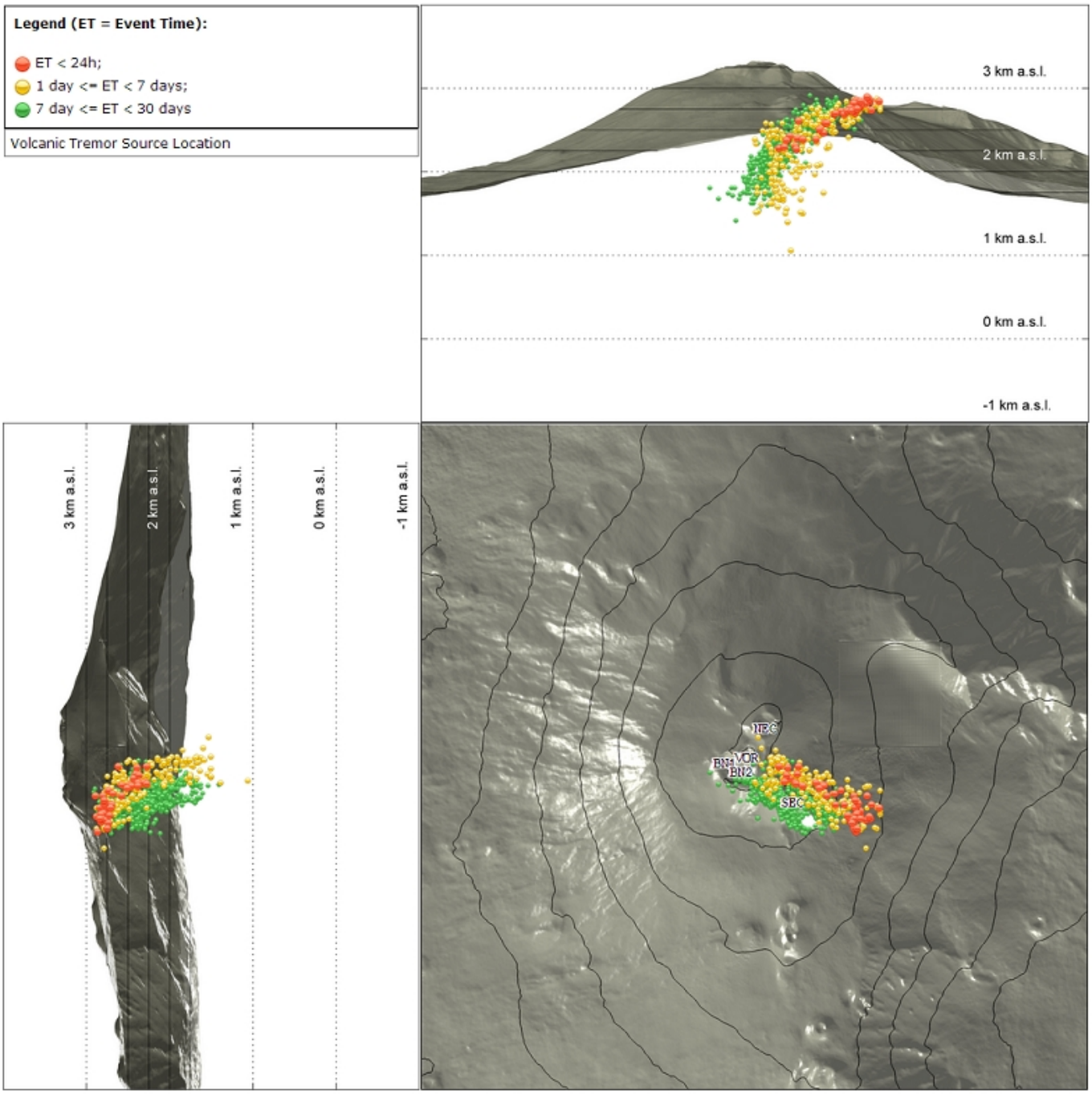

Fig. 4.4 ***Localizzazione della sorgente del tremore vulcanico. (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN1 = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova).***

5. INFRASUONO

E' stato osservato un incremento nel tasso di accadimento degli eventi infrasonici, soprattutto nei primi tre giorni della settimana. La localizzazione degli eventi infrasonici è stata principalmente nell'area compresa tra i crateri Bocca Nuova e Voragine e subordinatamente al cratere di Sud Est. Si segnala che a causa del forte vento osservato in alcuni giorni della settimana la localizzazione della sorgente potrebbe essere poco attendibile. La ampiezze degli eventi sono state da basse a medio-basse.

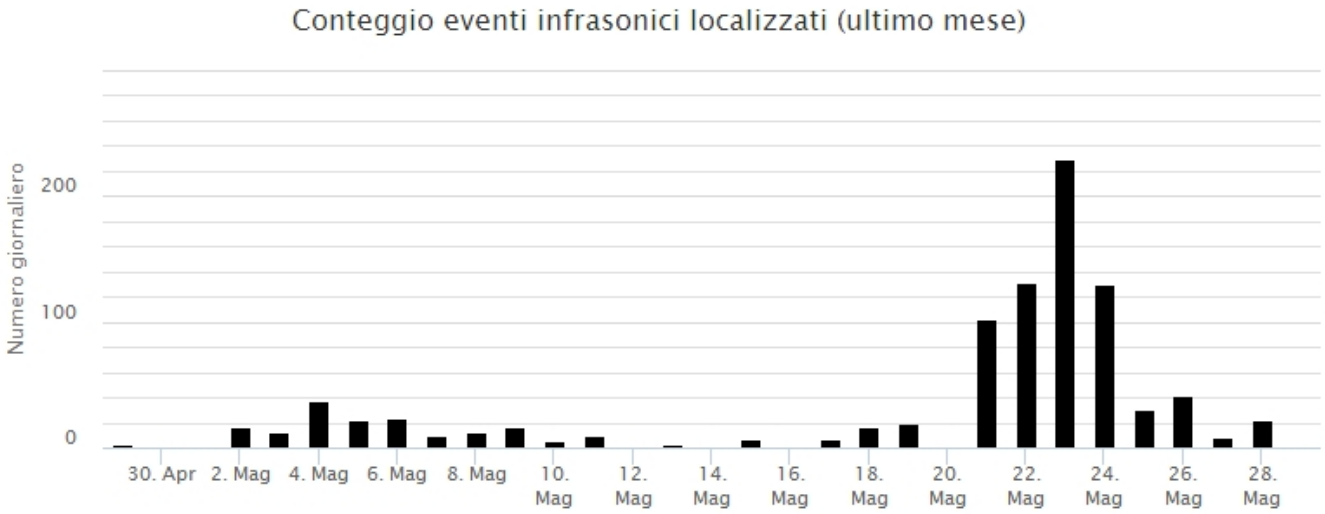

Fig. 5.1 ***Andamento della frequenza giornaliera di accadimento degli eventi infrasonici localizzati***

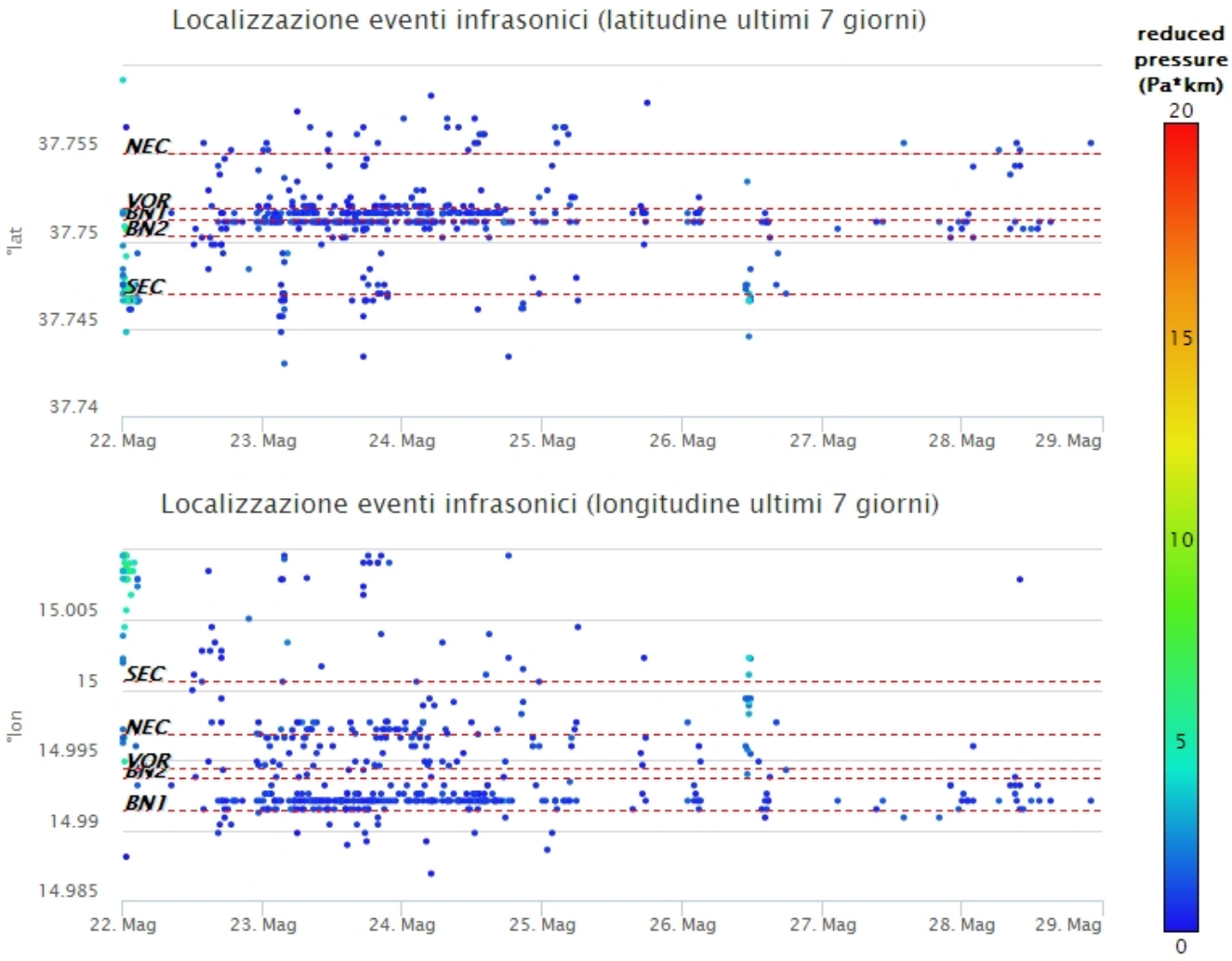

Fig. 5.2 ***Andamento temporale dei parametri di localizzazione (longitudine e latitudine) degli eventi infrasonici localizzati nell'ultima settimana. (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN1 = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova). A destra nel grafico, il colore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

6. DEFORMAZIONI DEL SUOLO

L’analisi dei dati della rete di stazioni GNSS permanenti, acquisiti ad alta frequenza, non ha mostrato variazioni significative. Come esempio, viene riportata la variazione della componente Est della stazione ECNE ubicata in area sommitale.

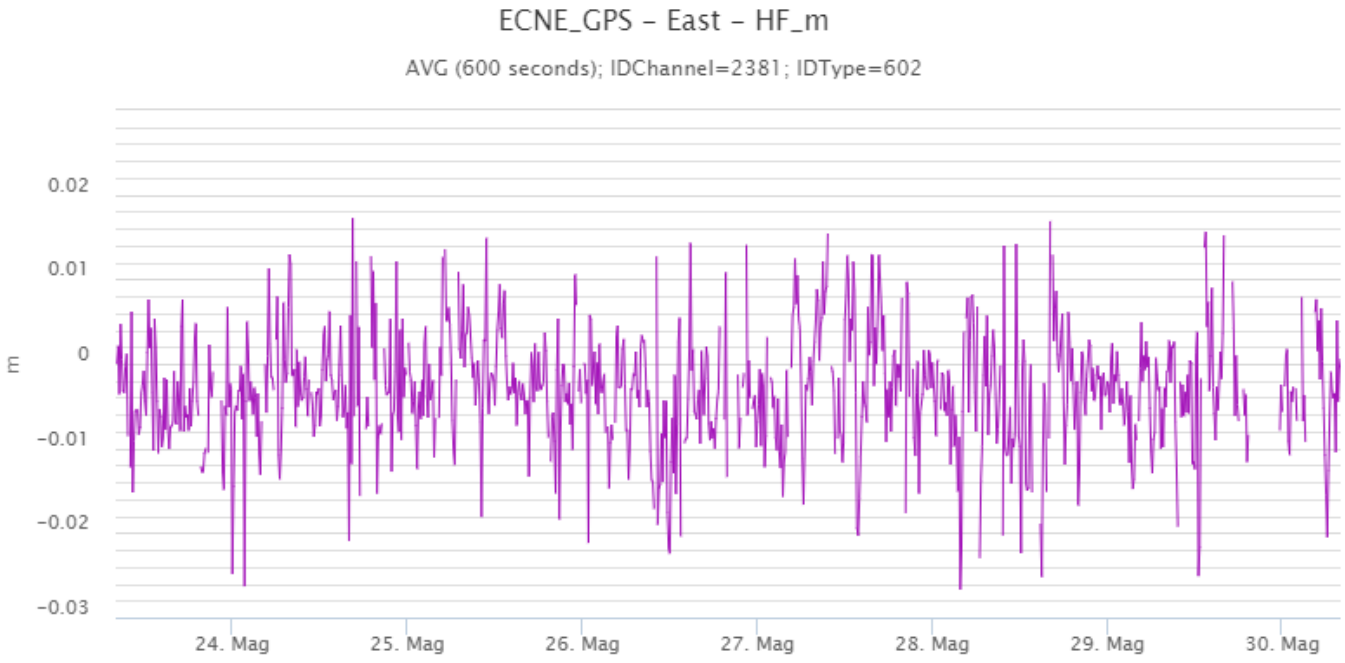

Fig. 6.1 ***Serie temporale della variazione della componente Est, misurata alla stazione ECNE ubicata in area sommitale.***

Le stazioni della rete clinometrica dell'Etna hanno registrato una deformazione in occasione dell'evento sismico del 28/05/203 Ml=4 delle 04:44 UTC, con una deformazione massima di circa 2 microradianti registrata alla stazione di Case Bada.

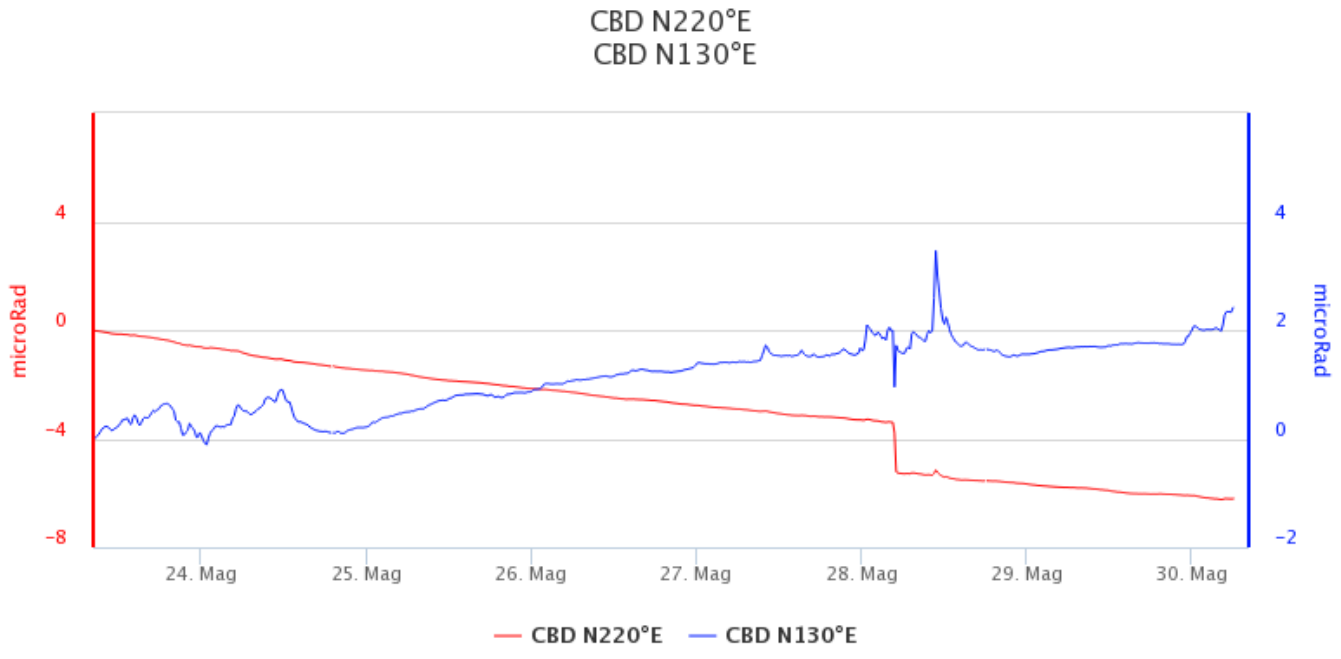

Fig. 6.2 ***Serie temporale delle componenti N220E e N130E del clinometro di CBD dell’ultima settimana.***

7. GEOCHIMICA

Il flusso di SO2 medio-giornaliero registrato nel plume vulcanico dell'Etna nel corso delle settimana si è posto su un livello medio con valori nfra-giornalieri su un un livello medio-alto

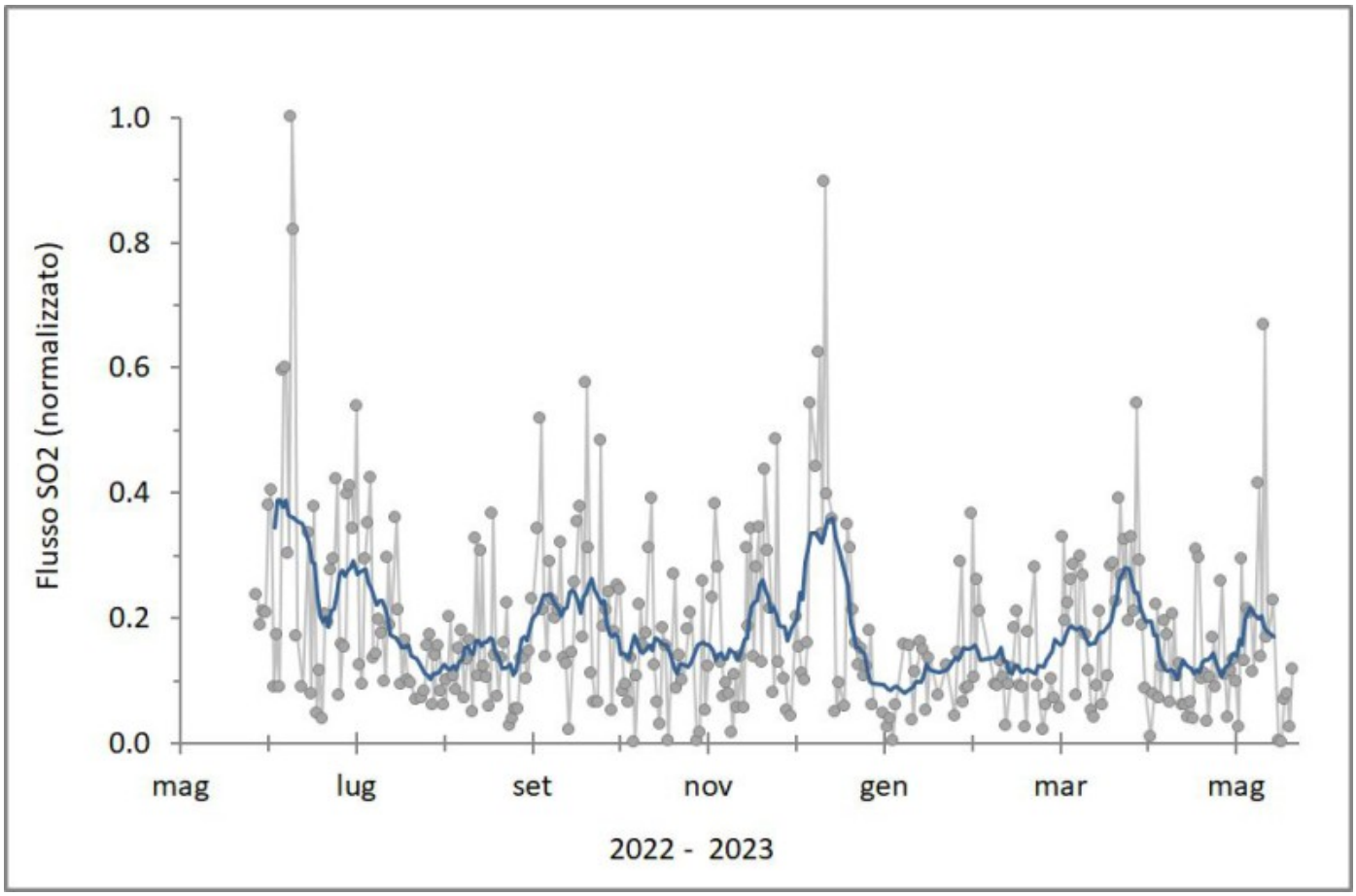

Fig. 7.1 ***Misure normalizzate del flusso di SO2 registrato dalla rete FLAME nell'ultimo anno***

Flussi di CO2 emessi dai suoli (Rete Etnagas). I flussi di CO2 mostrano un modesto aumento nell'ultima settimana, attestandosi su valori medio-alti di degassamento.

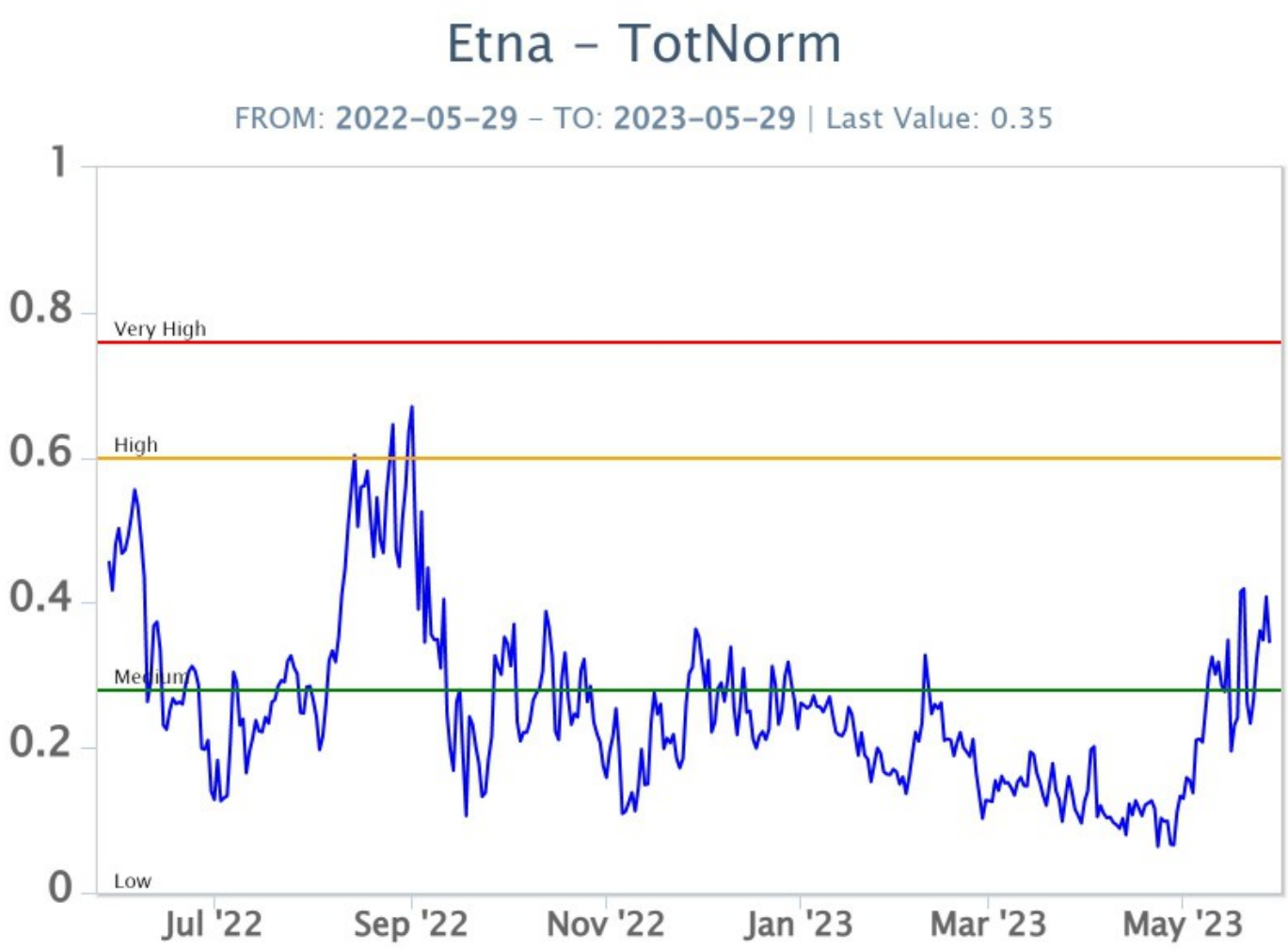

Fig. 7.2 ***Curva normalizzata dei flussi complessivi della CO2 esalante dal suolo registrati dalla rete EtnaGAS nell'ultimo anno (running average su base bi- settimanale).***

Rapporto isotopico dell'He nelle manifestazioni periferiche dell'Etna. Non ci sono aggiornamenti. L'ultimo dato relativo alla campagna del 18 maggio mostrava valori in lieve diminuzione ma che si attestavano sempre su livelli medio-alti.

CO2 disciolta (galleria drenante Ponteferro). La pressione parziale della CO2 disciolta nell'acqua della galleria drenante in località Ponteferro (Santa Venerina) non mostra variazioni di rilievo al di fuori della normale variabilità stagionale del sito.

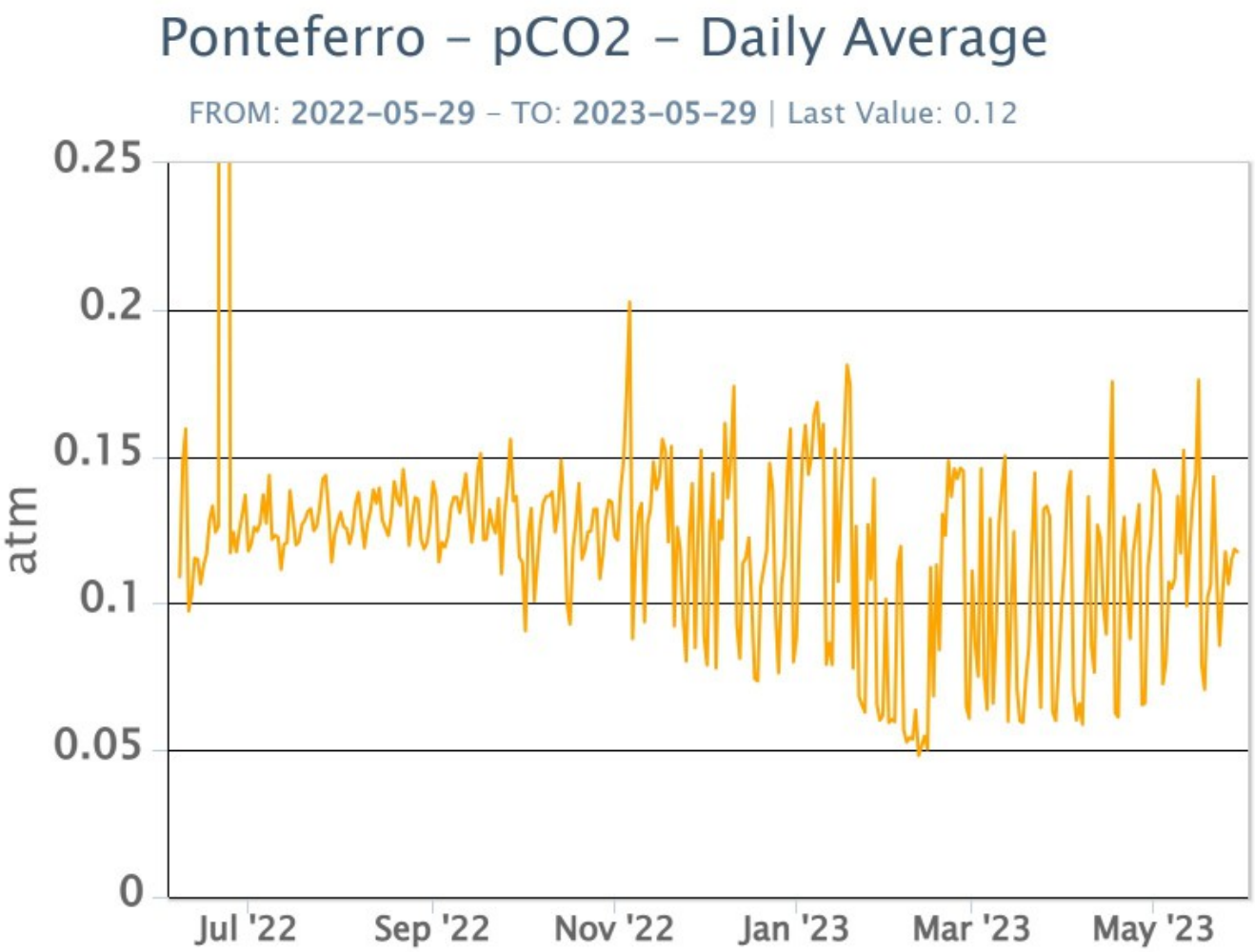

Fig. 7.4 ***Andamento temporale della pressione parziale di CO2 disciolta nell'acqua della galleria drenante di Ponteferro (medie giornaliere).***

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 gennaio alla sera del 29 maggio 2023 calcolate usando immagini multispettrali SEVIRI, MODIS, VIIRS e SENTINEL-3 SLSTR. Nell'ultima settimana, dopo la conclusione dell'evento parossistico al Cratere di Sud Est del 21 maggio 2023, l'attività termica in area sommitale è stata generalmente di livello moderato. Sono state rilevate diverse anomalie di flusso termico con valori massimi di 69 MW (MODIS, 22 maggio 2023 ore 01:50 UTC), di 83 MW (Sentinel-3, 22/05/2023 alle 20:18 UTC), di 49 MW (VIIRS, 23/05/2023 alle 00:30) e di 48 MW (MODIS, 25705/2023 alle 00:40 UTC). L'ultima anomalia di flusso termico (11 MW, VIIRS) è stata registrata il 29 maggio alle ore 01:06 UTC. Tuttavia, nell'ultima settimana le cattive condizioni meteorologiche hanno spesso condizionato l'analisi delle immagini satellitari.
In Figura 8.2 è mostrata la mappa del campo lavico prodotto dall'evento parossistico al Cratere di Sud Est del 21 maggio 2023 e l'attività intra craterica del Cratere Bocca Nuova. La mappa è stata ricavata dall'immagine Landsat 8 OLI-TIR del 22 maggio 2023 alle ore 20:45 UTC. In Fig. 8.2a è mostrata la banda SWIR (B7, 2.16 um, risoluzione spaziale 30m) che mette in evidenza le anomalie associate al campo lavico attivo. In Fig. 8.2b è mostrata la banda TIR (B10, 10.8 um, risoluzione spaziale 100m) che mette in evidenza le anomalie termiche superiori alla temperatura di background associate sia al campo lavico

attivo sia a depositi in raffreddamento. In Fig. 8.2c è mostrata la mappa del campo lavico identificato con un algoritmo a soglia analizzando la banda B7: estensione = 0.52 kmq, lunghezza = 2.483 km, quota del fronte = 2600 m.

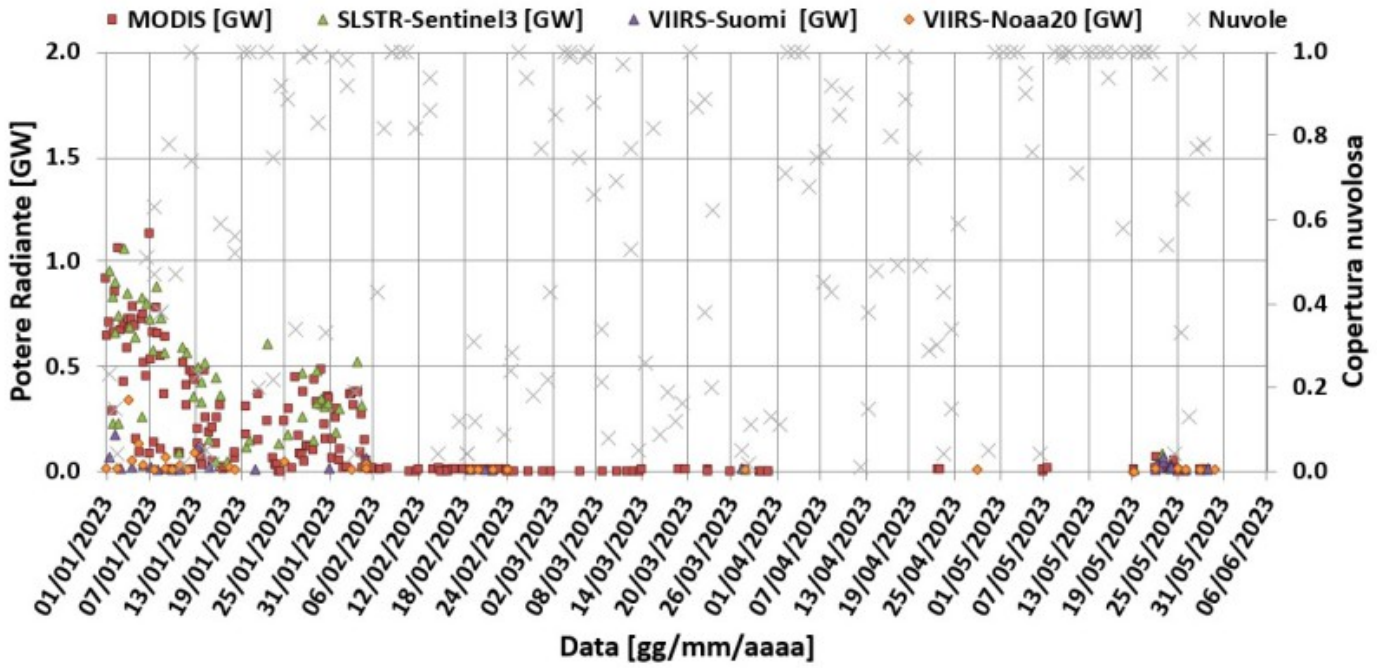

Fig. 8.1 ***Potere radiante calcolato da dati MODIS (quadrato rosso), SENTINEL-3 (triangolo verde) e VIIRS (triangolo viola e rombo giallo) dal primo gennaio alla sera del 29 maggio 2023. Per l'intero periodo analizzato è anche riportato l'indice di nuvolosità.***

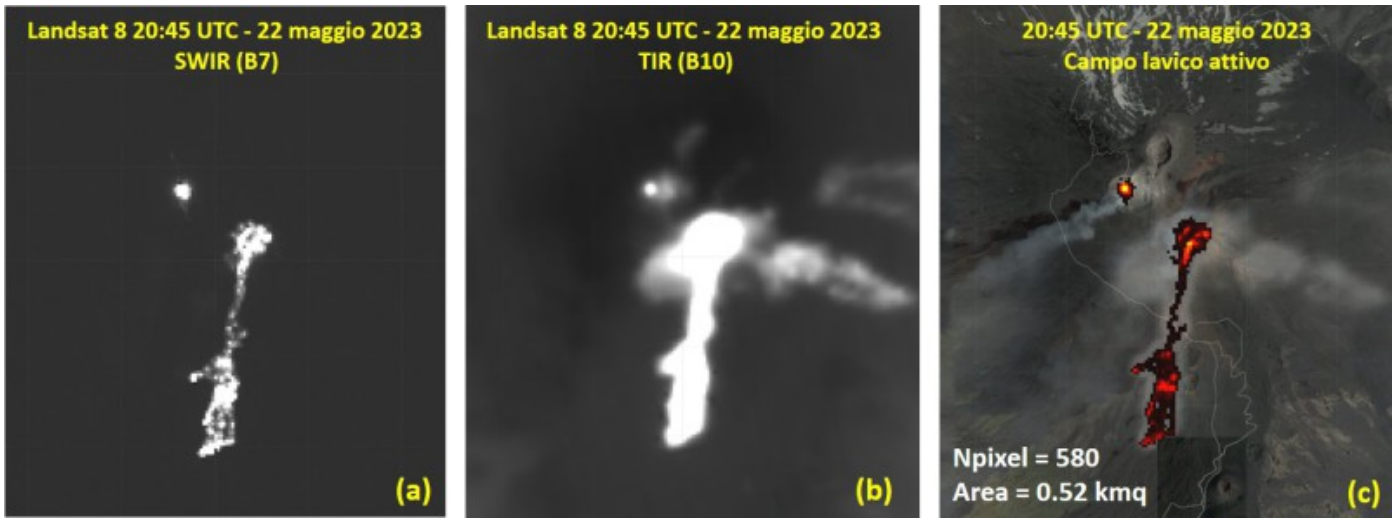

Fig. 8.2 ***Mappa del campo lavico prodotto dall'evento parossistico al Cratere di Sud Est del 21 maggio 2023. La mappa è stata ricavata dall'immagine Landsat 8 OLI-TIR del 22 maggio 2023 alle ore 20:45 UTC. (a) la banda SWIR (B7, 2.16 um, risoluzione spaziale 30m) mette in evidenza le anomalie associate a campo lavico attivo. (b) la banda TIR (B10, 10.8 um, risoluzione spaziale 100m) mette in evidenza le anomalie termiche superiori alla temperatura di background. (c) la mappa del campo lavico identificato***

9. ALTRE OSSERVAZIONI

È stata fatta una analisi preliminare dei prodotti caduti a terra in seguito all'episodio parossistico del 21 maggio 2023. Il deposito di piroclastiti è stato rinvenuto in un'ampia zona del vulcano tra Ovest e Sud a causa della rotazione del vento durante l'attività esplosiva. Dall'analisi di alcuni campioni rappresentativi raccolti nella zona medio-prossimale, si stima che in direzione S-SO tra circa 3.8 e 8.5 km dal Cratere di SE sono caduti tra i 4 e i 7 kg su metro quadro di ceneri e lapilli. In particolare, il deposito appare grossolano e formato tra l'80 e il 90 % da lapilli, ovvero particelle vulcaniche con dimensioni maggiori di 2 mm (Fig. 9.1). Sul campione raccolto presso l'area denominata "Milia", in direzione SO a circa 8.5 km dal Cratere di SE, è stata eseguita l'analisi dei componenti nella classe di particelle con dimensioni comprese tra 0.125 e 0.5 mm. Il campione è formato per il 98 % da frammenti di sideromelano poco vescicolati di colore per lo più da ambrato a scuro, e appena il 2 % di particelle litiche (costituiti da frammenti per lo più alterati).

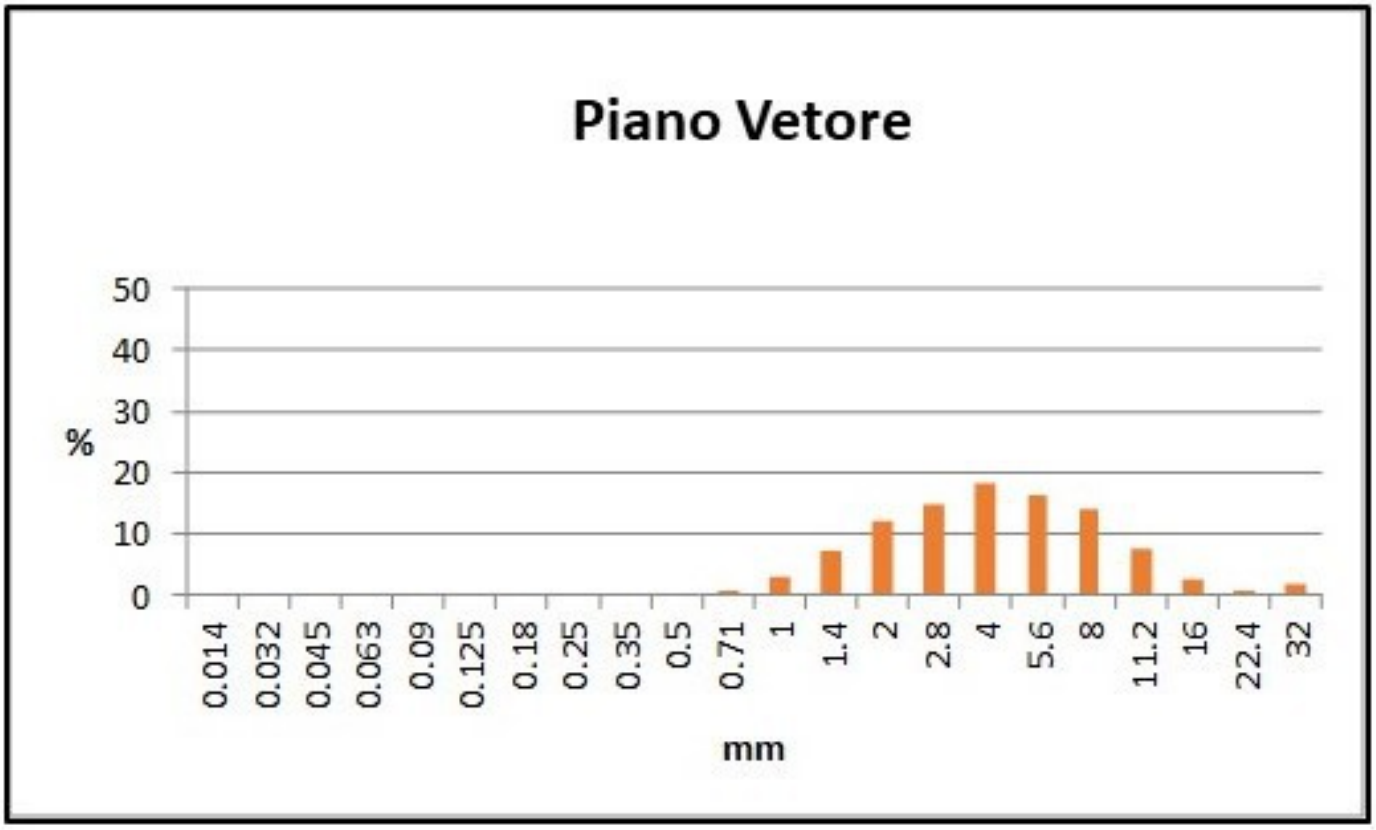

Fig. 9.1 ***Istogramma di frequenza delle classi granulometriche del campione di piroclastiti raccolto presso Piano Vetore, a circa 7 km dal Cratere di SE.***

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
Geochimica - Etnagas	2	0	12	14

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 Acque	1	0	9	10
Infrasonica	1	1	8	11
Sismologia	1	2	25	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.