



Rep. N° 21/2021

ETNA

Bollettino Settimanale

17/05/2021 - 23/05/2021

(data emissione 25/05/2021)

1. SINTESI STATO DI ATTIVITA'

Alla luce dei dati di monitoraggio si evidenzia:

- 1) OSSERVAZIONI VULCANOLOGICHE: Tre episodi parossistici al Cratere di Sud-Est (SEC); attività di degassamento agli altri crateri sommitali.
- 2) SISMOLOGIA: assenza di attività sismica da fratturazione con $M_l \geq 2.0$; ampiezza del tremore generalmente su valori bassi con l'esclusione dei tre episodi di fontana di lava in cui sono stati raggiunti valori molto alti.
- 3) INFRASUONO: moderata o elevata attività infrasonica nel corso dei tre episodi eruttivi del 18-19, 20-21 e 22-23 maggio, bassa nei restanti periodi.
- 4) DEFORMAZIONI: La rete clinometrica ha mostrato variazioni in concomitanza con i tre eventi parossistici. La rete GNSS ha mostrato una modesta deflazione durante l'intera settimana.
- 5) GEOCHIMICA: Flusso di SO_2 su livello medio
Il flusso di HCl si pone su un livello medio-basso.
Il flusso di CO_2 dal suolo mostra valori medi.
La pressione parziale di CO_2 disciolta in falda si attesta sui valori di fondo.
Non si dispone di nuovi dati del rapporto C/S.
I valori del rapporto isotopico dell'elio mostra un trend in diminuzione con l'ultimo valore medio-alto (campionamento del 14/05/2021).
- 6) OSSERVAZIONI SATELLITARI: L'attività termica in area sommitale si pone su un livello da alto a molto alto.

2. SCENARI ATTESI

Attività vulcanica caratterizzata da degassamento e discontinua attività esplosiva dai crateri sommitali con eventuale formazione di nubi di cenere. 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

Nel corso della settimana, il monitoraggio dell'attività vulcanica dell'Etna è stato effettuato mediante l'analisi delle immagini delle telecamere di sorveglianza dell'INGV, Osservatorio Etneo (INGV-OE) (Fig.3.1).

Durante la settimana si sono verificati 3 episodi di fontane di lava a carico del Cratere di Sud-Est (SEC), rispettivamente giorno 19, 21 e 22 maggio. La fenomenologia evolutiva degli eventi eruttivi è stata comune a tutti e tre le fontana osservate, e consiste nella ripresa dell'attività stromboliana al SEC seguita da una graduale intensificazione fino ad arrivare a fontana di lava. Questo fenomeno è stato spesso accompagnato da una o più colate alimentate dallo stesso cratere. La fine dell'attività di fontana di lava segnava anche la fine dell'attività esplosiva.

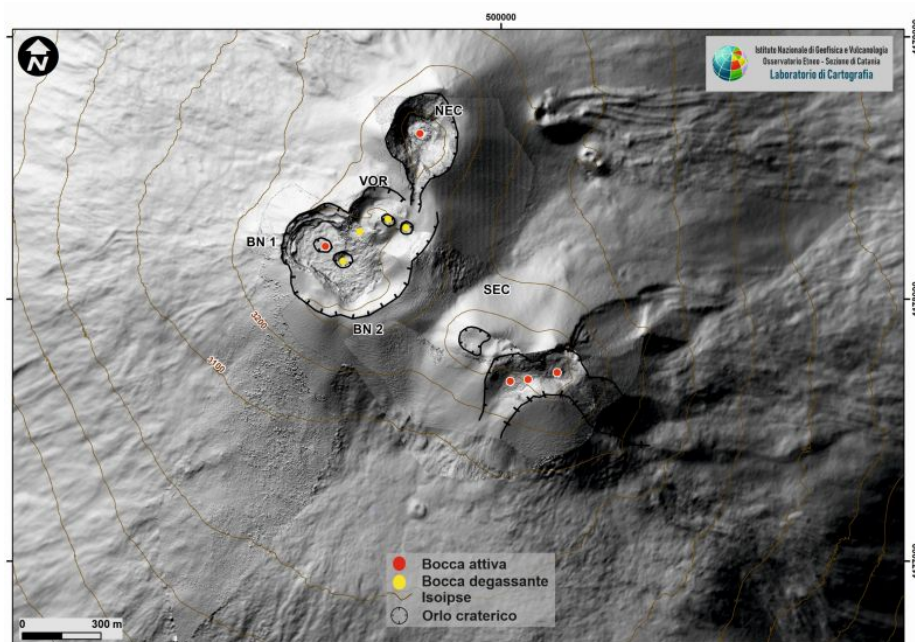


Fig. 3.1 - Mappa dei crateri sommitali dell'Etna. BN: Bocca Nuova, VOR: Voragine; NEC: Cratere di Nord-Est; SEC: Cratere di Sud-Est. La base topografica di riferimento su cui sono stati sovrapposti gli aggiornamenti morfologici è relativo al DEM 2014 elaborato dal Laboratorio di Aerogeofisica-Sezione Roma 2.

Giorno 19 maggio a partire dalle ore 00:21:40 UTC circa si registrava una ripresa dell'attività stromboliana al SEC con emissione di cenere che si disperdeva in direzione E. Alle ore 00:34:59 l'attività si intensificava fino ad evolvere a fontana di lava (Fig.3.2). Contestualmente si osservava un trabocco lavico lungo il fianco del SEC che si dirigeva verso SO il cui fronte più avanzato dopo un paio di ore aveva raggiunto la quota di circa 2800 m s.l.m (Fig.3.2 e Fig. 3.3). Dopo circa 3 ore e mezza l'attività di fontana finiva e finiva repentinamente anche l'attività esplosiva. Giorno 21 maggio a partire dalle ore 23:34 UTC circa, si osservava la ripresa dell'attività stromboliana al SEC con emissione di cenere che si disperdeva SE. Dopo meno di un'ora si osservava un aumento dell'attività stromboliana e alle 01:02 UTC circa l'attività era passata a fontana di lava.

Anche durante questo fenomeno si è formata una colata in direzione SO che si sovrapponeva a quella osservata giorno 19 il cui fronte più avanzato si è attestato ad una quota di 3000 m circa

s.l.m. (Fig. 3.3). Alle ore 02:54 UTC la fontana di lava era finita e come la precedente fontana contestualmente finiva in maniera repentina anche l'attività esplosiva.

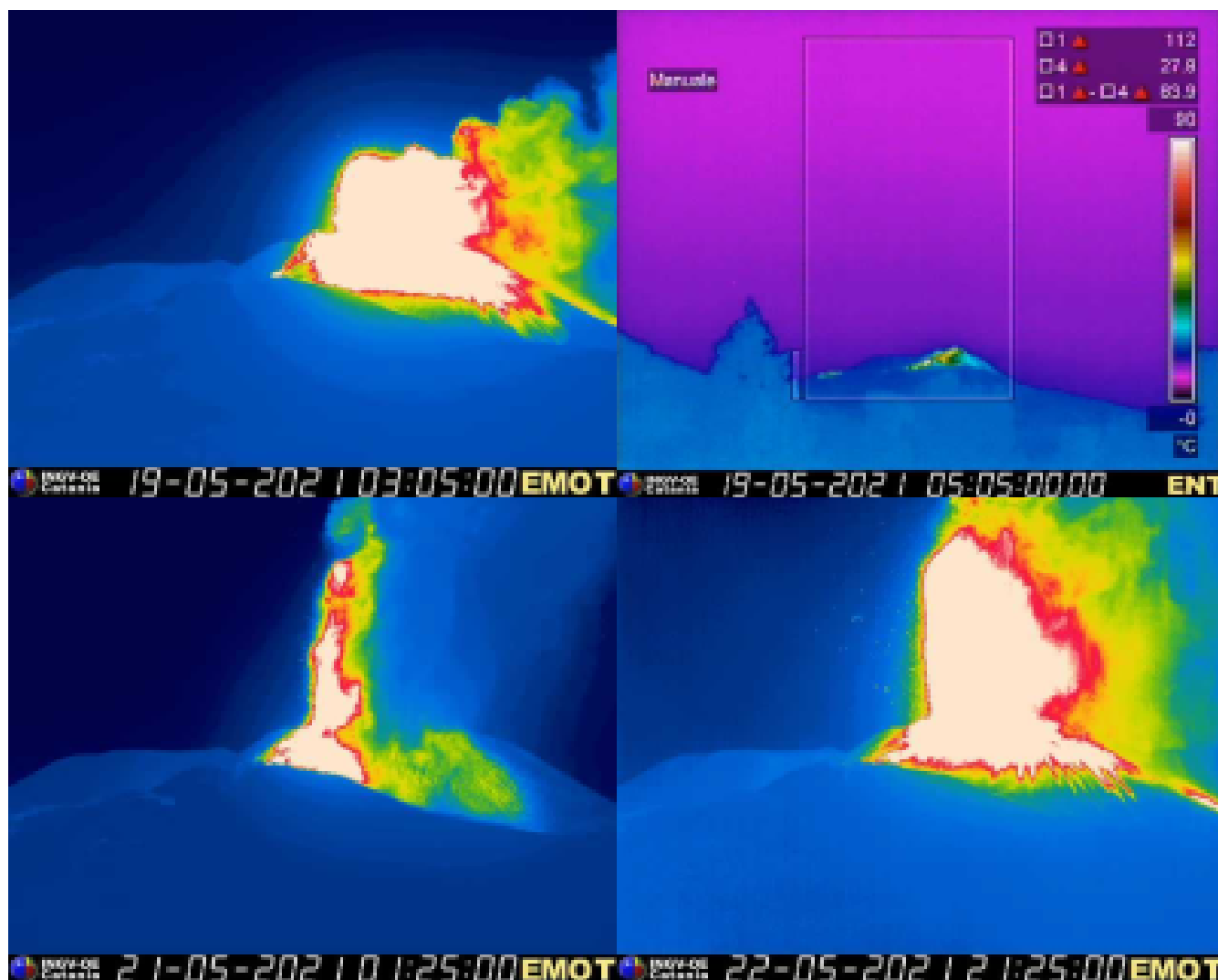
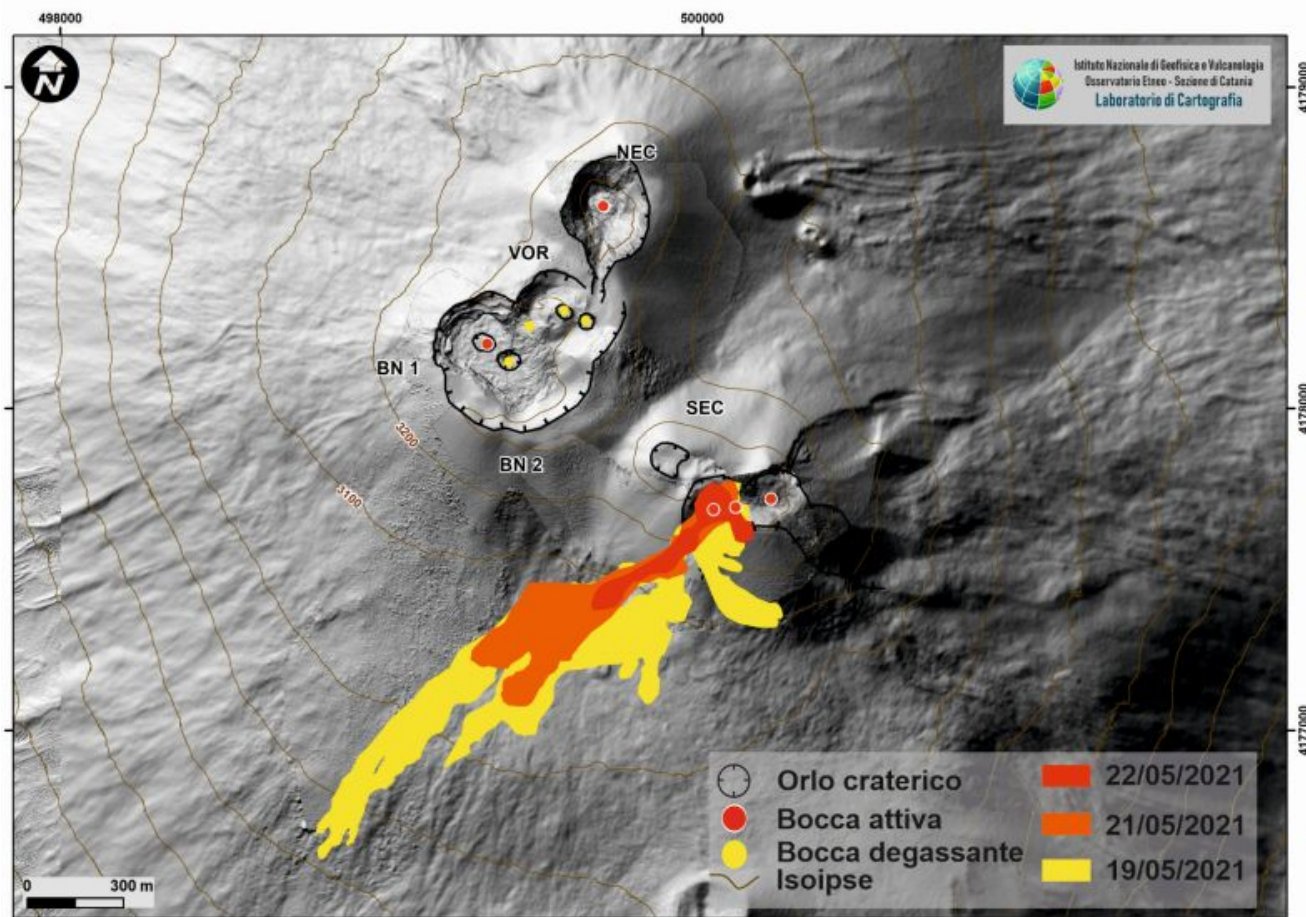


Fig. 3.2 - Immagini riprese dalle telecamere di sorveglianza dove si osserva in altro la fontana di giorno 19 con il fronte più avanzato del trabocco lavico e in basso le fontane di giorno 21 e di giorno 23.

Giorno 22 maggio durante le prime ore del mattino dalle telecamere di sorveglianza si osservavano sporadiche esplosioni intracrateriche al SEC e dopo circa un'ora l'attività esplosiva aumentava con deboli emissioni di cenere che si disperdevano rapidamente in direzione ESE. Questa attività ha ripreso ad aumentare le prime ore della sera accompagnata da abbondante emissione di cenere che si disperdeva in direzione E. Dopo aver registrato un ulteriore aumento dell'attività stromboliana si passava a fontana di lava e i prodotti emessi si disperdevano in direzione ENE. Dopo circa due ore il fenomeno era finito nello stesso modo osservato per le precedenti due fontane. Si sono formati due trabocchi lavici uno in direzione SO che si sovrapponeva a quelli precedenti e un altro in direzione E (Fig.3.3). Dopo poche dalla fine della fontana, a partire dalle ore 01:51 UTC circa, attraverso le telecamere di sorveglianza si osservava una nuova ripresa dell'attività esplosiva al SEC con abbondante emissione di cenere che si disperdeva in direzione E (Fig.3.4). Il fenomeno è durato con continuità fino alle ore 02:03 UTC circa per poi passare a discontinue esplosioni con deboli emissioni di cenere che si disperde rapidamente.



Data	Area (x 10 ⁶ m ²)	Spessore (m)	Volume (x 10 ⁶ m ³)	Lunghezza (km)	Quota minima (m)
22/05/2021	0.05	1.5	0.07	0.5	3090
21/05/2021	0.1	1.5	0.15	1.0	3020
19/05/2021	0.3	1.5	0.45	1.8	2810

Fig. 3.3 - Mappa delle colate del 19, 21 e 22 Maggio 2021, disegnate dalle immagini Sentinel del 21, del 22 e del 24, sovrapposta al modello ombreggiato del terreno. La base topografica di riferimento su cui sono stati sovrapposti gli aggiornamenti morfologici realizzati dal gruppo FlyEye INGV-OE è il DEM 2014 elaborato dal Laboratorio di Aerogeofisica-Sezione Roma 2.

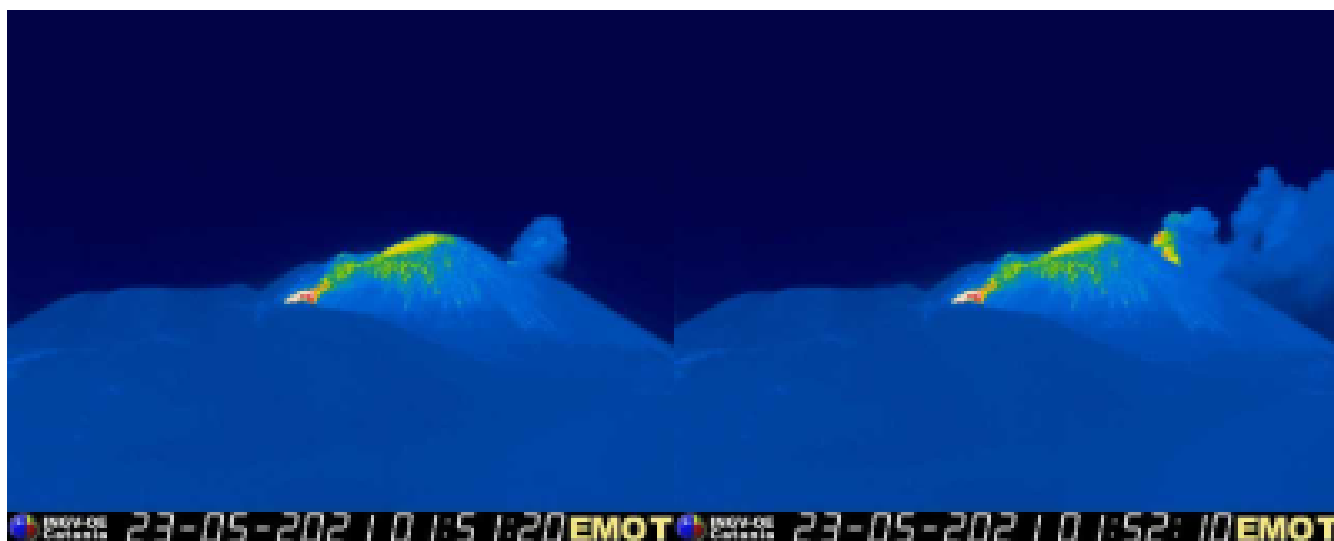


Fig. 3.4 - Immagini riprese dalla telecamera de La Montagnola che mostrano la ripresa dell'attività stromboliana subito dopo la fontana di giorno 22.

4. SISMOLOGIA

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

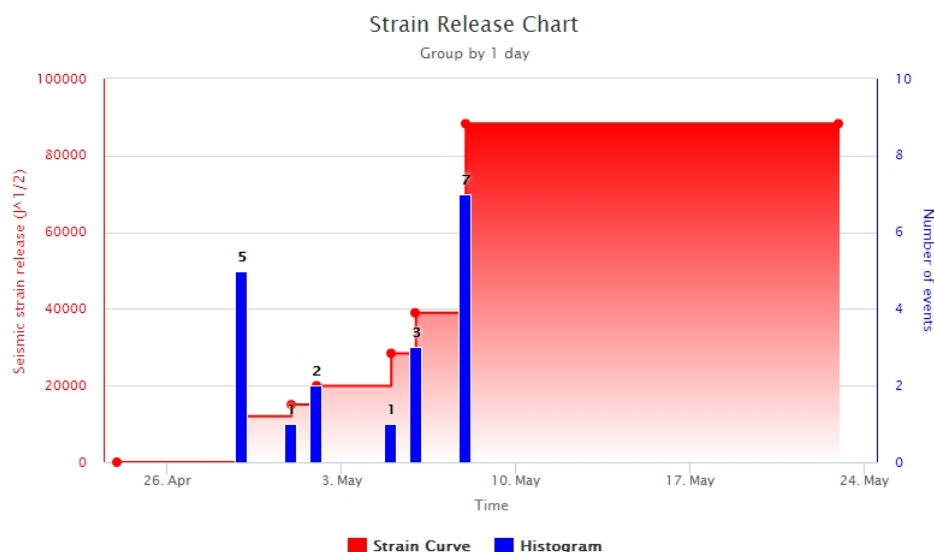


Fig. 4.1 - Frequenza giornaliera di accadimento e curva cumulativa del rilascio di strain sismico dei terremoti con M_l pari o superiore a 2.0 registrati nell'ultimo mese.

Tremore vulcanico: L'ampiezza media del tremore vulcanico si è mantenuta su valori tra bassi e medio-bassi sino alle 23:30 (UTC) circa del 18.05.2021 quando un repentino incremento preannunciava l'accadimento di una fontana di lava. Durante l'evento eruttivo sono stati raggiunti valori d'ampiezza molto alti che hanno raggiunto il massimo alle 01:20 circa del 19.05.2021. Alle ore 06:10 i valori d'ampiezza sono rientrati stabilmente su livelli bassi.

Simili andamenti dell'ampiezza sono stati osservati anche per le altre due fontane di lava che si sono verificate nei giorni successivi. In particolare, alle 23:30 del 20.05.2021 si osserva un incremento dell'ampiezza, legato alla seconda fontana di lava che raggiunge il valore massimo alle ore 02:10 circa del 21.05.2021. L'ampiezza rientra stabilmente su livelli bassi alle ore 04:00. Il terzo episodio di fontane di lava è stato caratterizzato da un incremento d'ampiezza del tremore vulcanico osservata alle 17:00 circa del 22.05.2021 che ha raggiunto il valore massimo alle 21:30 ed è rientrata stabilmente su valori bassi alle 03:00 circa del 23.05.2021. Nei periodi intercorsi tra le tre fontane, l'ampiezza del tremore vulcanico ha mostrato vistose e a volte repentine oscillazioni tra valori molto bassi e valori medi (Fig. 4.2).

Le localizzazioni del centroide delle sorgenti del tremore vulcanico mostrano una notevole dispersione in un volume compreso tra la Bocca Nuova e l'area del Cratere di SE con elevazione variabile tra 0.2 a 3.0 km s.l.m., ma durante l'accadimento delle tre fontane di lava hanno mostrato un elevato grado di raggruppamento al di sotto dell'area del Cratere di SE ad elevazioni comprese tra 2600 e i 3000 m s.l.m. (Fig. 4.3). Inoltre, è da segnalare che durante i periodi caratterizzati da un'ampiezza del tremore molto bassa, le localizzazioni del centroide non erano affidabili a causa dei bassi rapporti segnale/rumore, soprattutto alle stazioni periferiche.

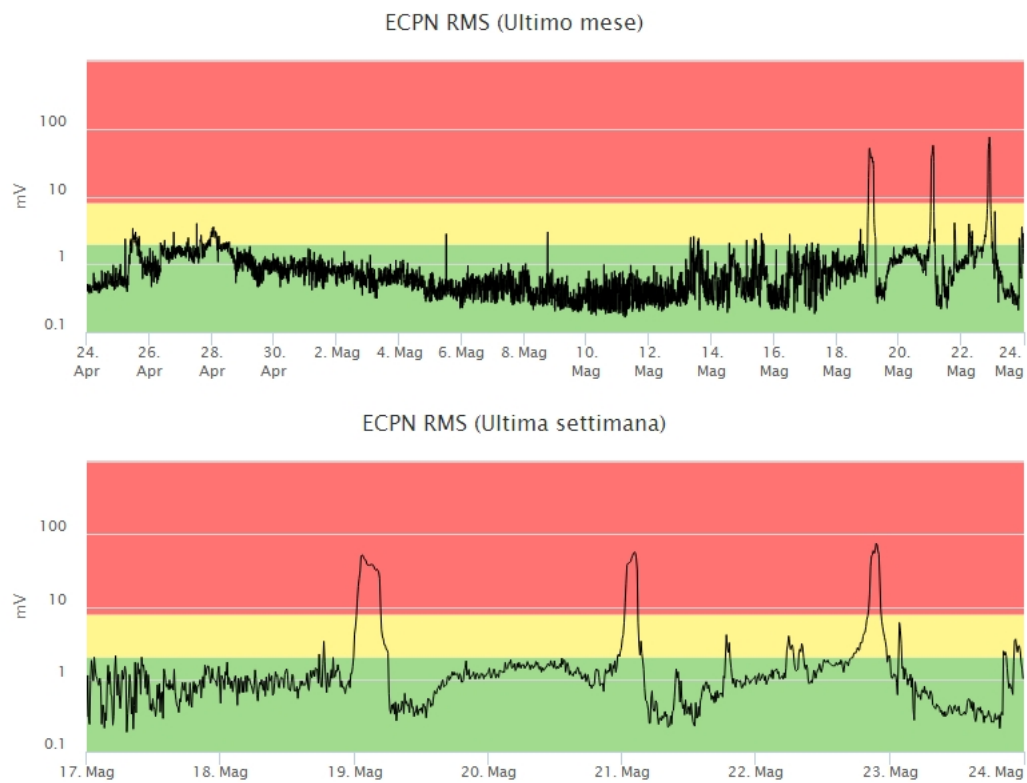


Fig. 4.2 - Andamento temporale dell'ampiezza del tremore vulcanico: valori RMS nell'ultimo mese (in alto) e nell'ultima settimana (in basso) secondo tre livelli di ampiezza (basso=verde, medio = giallo, alto =rosso).

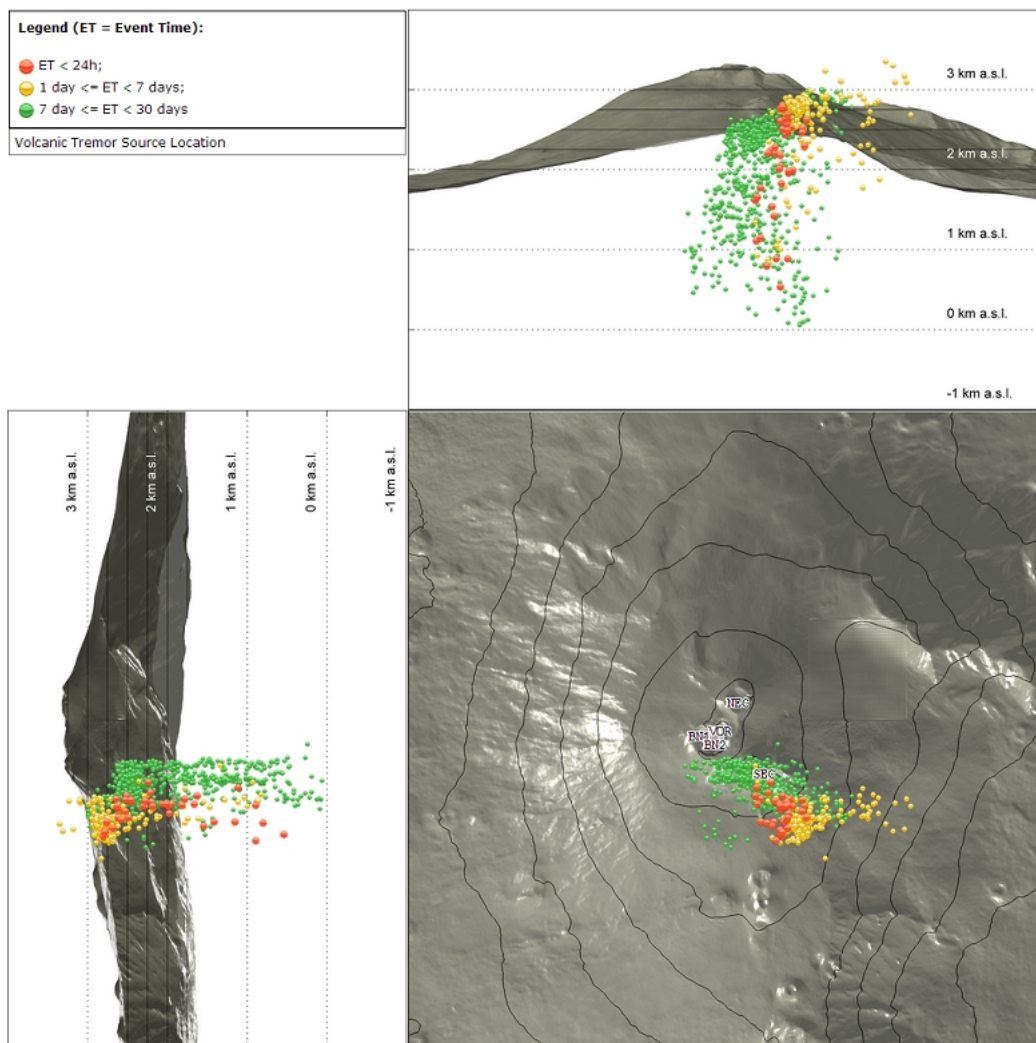


Fig. 4.3 - Localizzazione della sorgente del tremore vulcanico (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN1 = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova).

5. INFRASUONO

I tre episodi eruttivi del 18-19, 20-21 e 22-23 maggio sono stati accompagnati dall'accadimento di eventi infrasonici al Cratere di SE. Nel corso del primo episodio di fontana di lava l'attività infrasonica è stata moderata sia nel numero che nell'ampiezza degli eventi registrati. Gli altri due episodi sono stati caratterizzati da un numero alto di eventi con elevati valori d'ampiezza, localizzati al Cratere di SE (Fig. 5.1 e 5.2). Le fontane di lava del 20-21 e 22-23 maggio sono state caratterizzate anche dall'accadimento di tremore infrasonico durante le fasi di maggiore intensità eruttiva. Nella restante parte della settimana, si è osservato una bassa frequenza d'accadimento di eventi infrasonici associata a bassi valori d'ampiezza, le sorgenti sono state localizzate prevalentemente nell'area del cratere Bocca Nuova (Fig. 5.2). Infine, si segnala che le condizioni di forte vento potrebbero aver limitato la rilevabilità degli eventi, soprattutto nei primi 4 giorni della settimana.

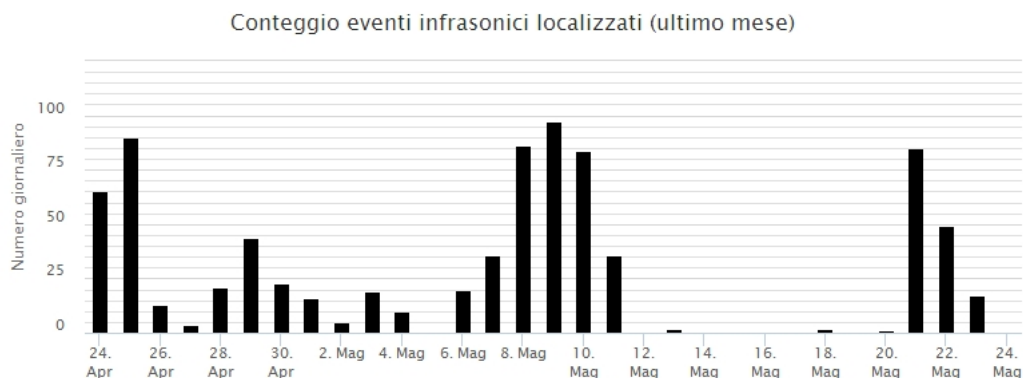


Fig. 5.1 - Andamento della frequenza giornaliera di accadimento degli eventi infrasonici localizzati nell'ultimo mese.

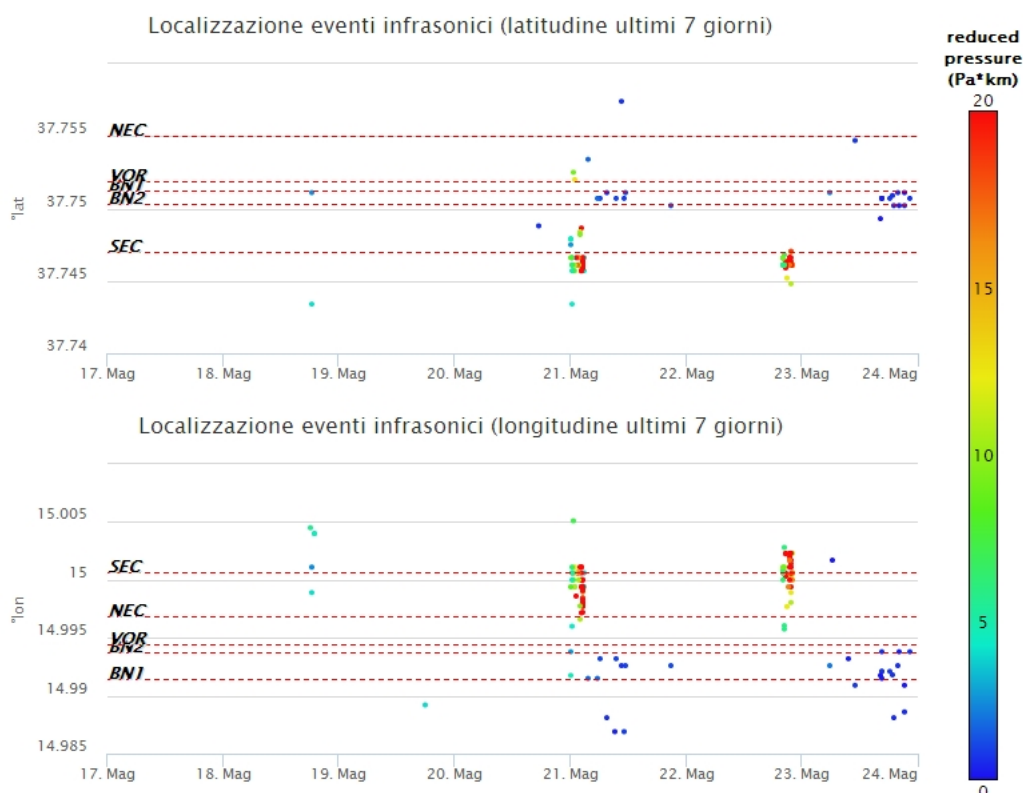


Fig. 5.2 - Andamento temporale dei parametri di localizzazione (longitudine e latitudine) degli eventi infrasonici localizzati nell'ultima settimana. (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN1 = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova). A destra nel grafico, il colore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

6. DEFORMAZIONI DEL SUOLO

GPS: La rete GNSS ad alta frequenza non ha mostrato variazioni significative durante i singoli tre episodi di fontana di lava registrati al CSE durante la precedente settimana (19, 21 e 22 Maggio). Di contro, l'analisi, per l'intera settimana, sia dei dati ad alta frequenza (vedi variazione di distanza EMEG-EMGL) che delle soluzioni giornaliere (vedi componente nord EINT) indica una lieve inversione del processo di inflazione che era iniziato a partire dalla fine del ciclo di fontane di lava del Febbraio-Marzo 2021.

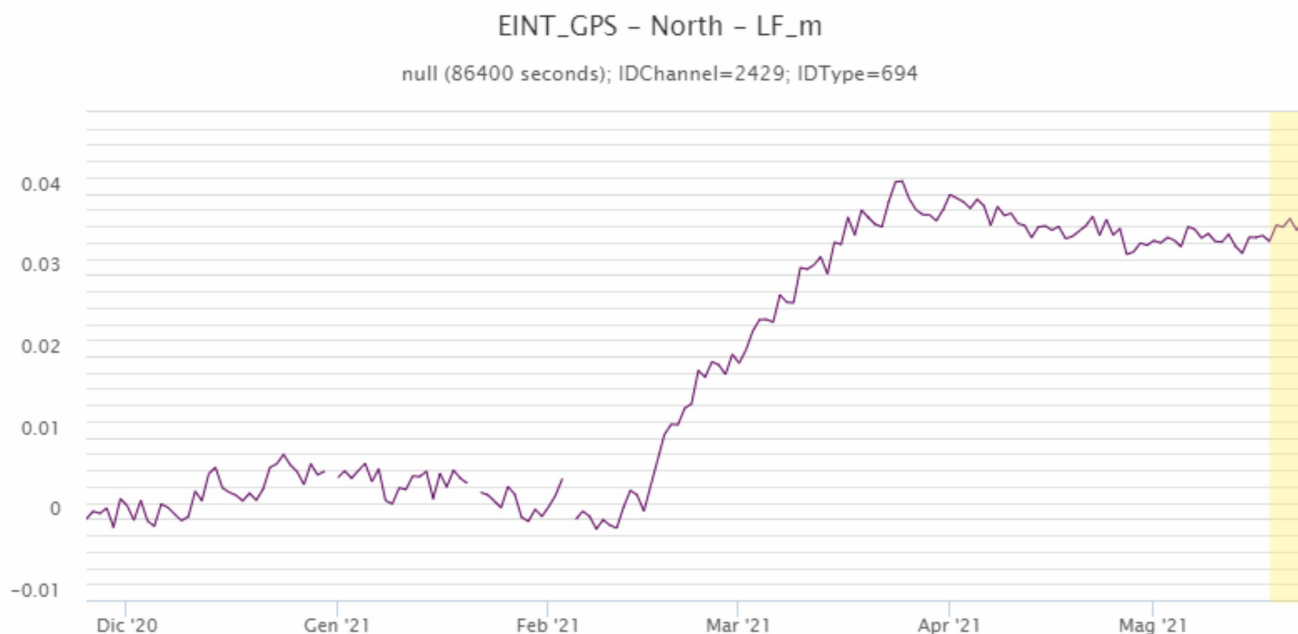


Fig. 6.1 - Soluzioni giornaliere della componente Nord di EINT, stazione Intermedia, (m) durante gli ultimi cinque mesi. In giallo è evidenziata la settimana di interesse.

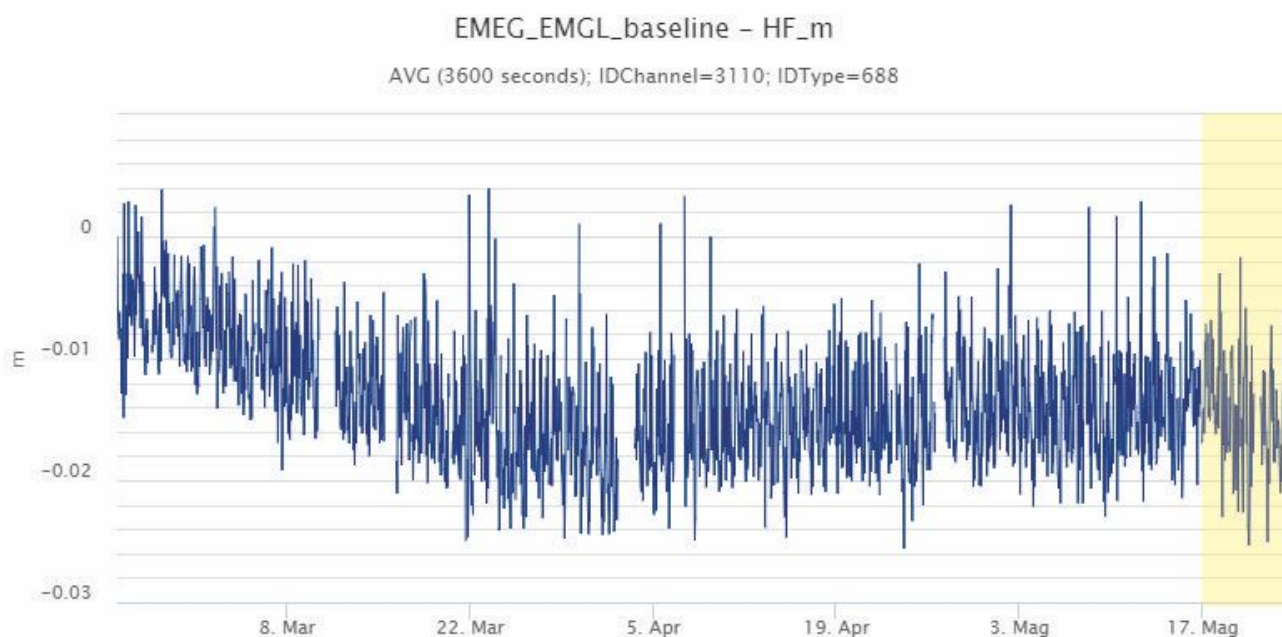


Fig. 6.2 - Variazione di distanza HF (m) tra le stazioni EMEG-EMGL (Monte Egitto - Monte Gallo) durante gli ultimi tre mesi. In giallo è evidenziata la settimana di interesse.

Clinometria: La rete clinometrica ha mostrato variazioni a diverse stazioni durante i tre eventi parossistici. In particolare, la stazione di Cratere del Piano (ECP) ha mostrato le variazioni maggiori che hanno raggiunto valori pari a circa 1 microradiante, esclusivamente solo per la fontana del 19 Maggio. Per le due successive fontane, le variazioni sono state via via minori, ed in ogni caso (vedi figura) inferiori alle variazioni raggiunte durante il ciclo di fontane del Febbraio-Marzo 2021. Ugualmente a quanto osservato durante il precedente ciclo di eventi parossistici, le variazioni clinometriche registrate sono compatibili con un rapido processo deflattivo che ha interessato l'intero edificio vulcanico durante ogni singola fontana.

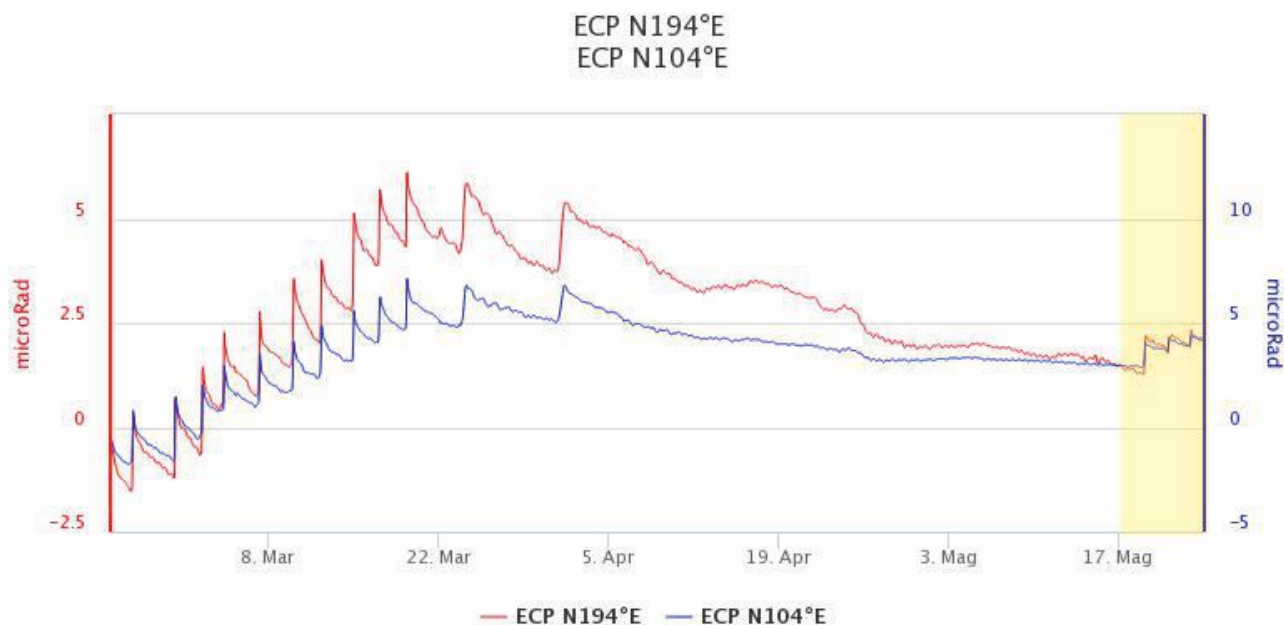


Fig. 6.3 - Componenti tilt della stazione clinometrica di Cratere del Piano (ECP) durante gli ultimi tre mesi (microradianti). In giallo è evidenziata la settimana di interesse.

7. GEOCHIMICA

SO₂ nel plume (Rete Flame): Il flusso di SO₂ medio-settimanale ha indicato valori in moderato incremento con valori infra-giornalieri sino ad un livello medio-alto

Il flusso di HCl, determinato attraverso combinazione del rapporto SO₂/HCl (misure FTIR) con il flusso di SO₂ (rete FLAME), ha mostrato valori in lieve aumento rispetto a quelli precedentemente osservati. Il flusso si pone su un livello medio-basso rispetto al normale tasso di degassamento dell'Etna.

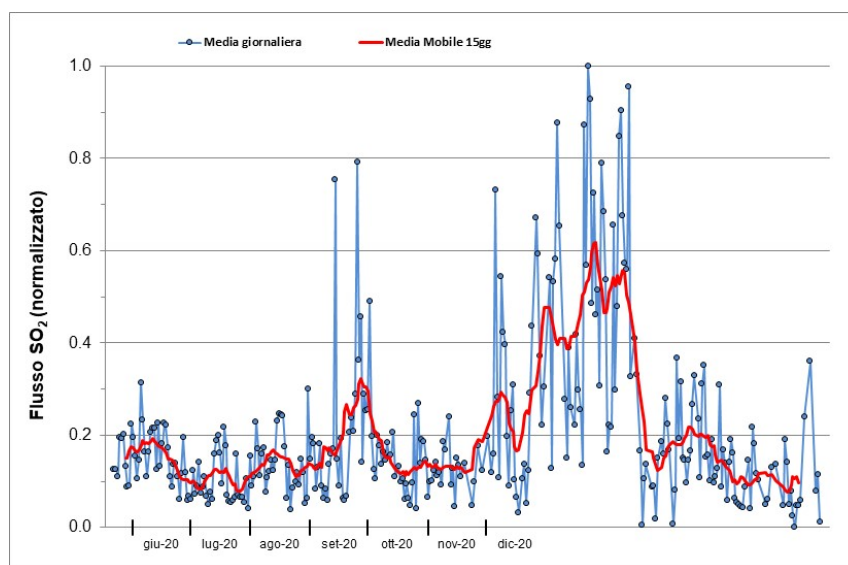


Fig. 7.1 - Misure normalizzate del flusso di SO₂ registrato dalla rete FLAME nell'ultimo anno

Flussi CO₂ dal suolo (Rete Etnagas) Il flusso di CO₂ emesso dal suolo registrato dalla rete EtnaGAS, si attesta su valori medi di degassamento.

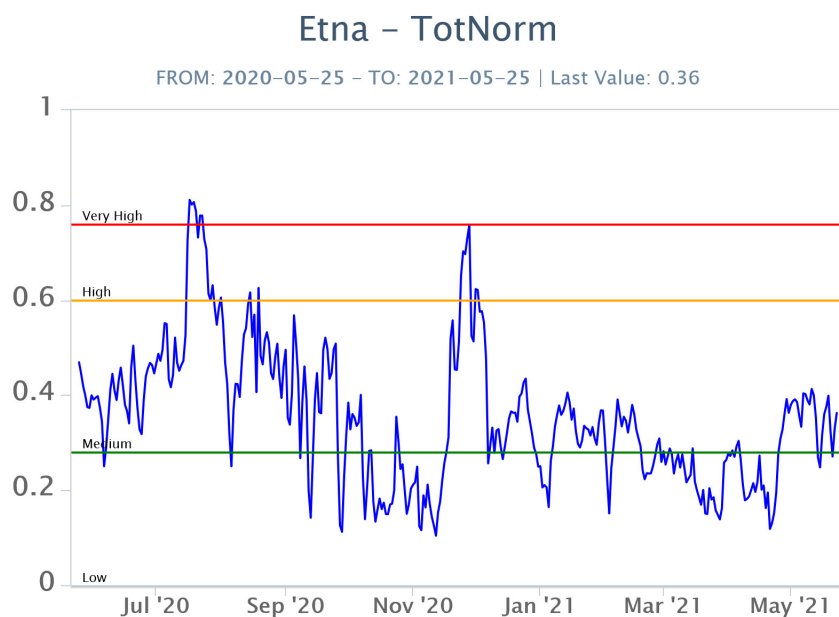


Fig. 7.2 - Curva normalizzata dei flussi complessivi della CO₂ esalante dal suolo registrati dalla rete EtnaGAS nell'ultimo anno (running average su base bi- settimanale).

CO₂ in falda (Rete EtnaAcque): La pressione parziale della CO₂ disciolta nella falda non evidenzia variazioni significative rispetto alla media stagionale. I valori si mantengono su un livello basso.

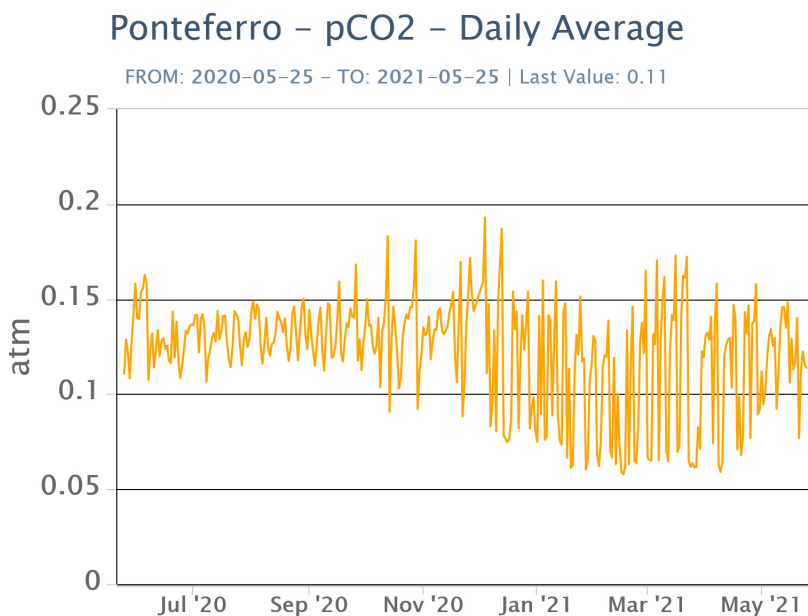


Fig. 7.3 - Andamento temporale della pressione parziale di CO₂ disciolta nelle acque della galleria drenante di Ponteferro (medie giornaliere).

Isotopi He (campionamento in discreto): L'ultimo valore misurato del rapporto isotopico dell'He è di 0.66 relativo al campionamento effettuato in data 14/05/2021, registrando una lieve flessione rispetto al precedente valore e mantenendosi su valori medio-alti.

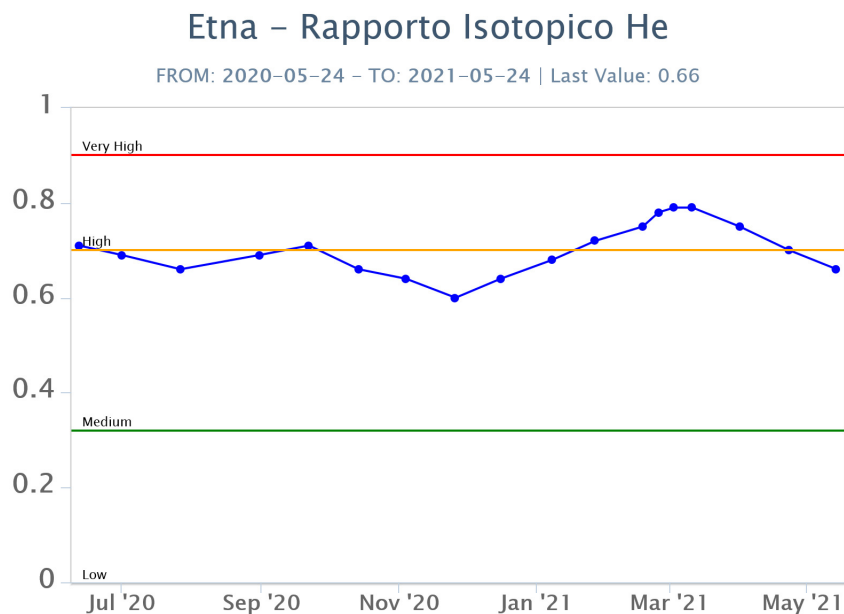


Fig. 7.4 - Andamento medio del rapporto isotopico dell'elio nelle cinque manifestazioni periferiche (dati normalizzati).

8. OSSERVAZIONI SATELLITARI

L'attività termica dell'Etna è stata seguita tramite l'elaborazione di immagini satellitari multispettrali acquisite dai sensori SEVIRI, MODIS, SENTINEL-3 SLSTR e VIIRS. Le elaborazioni dei dati MODIS sono state condotte con il sistema HOTSAT. Le elaborazioni dei dati SENTINEL-3 e VIIRS sono state eseguite con il sistema FlowSat che è ancora in una fase sperimentale perché non è stata ancora completata la validazione dell'algoritmo di analisi delle immagini. In Figura 8.1 sono mostrate (a sinistra) il campo lavico del 19 maggio 2021 rilevato dalla immagine Sentinel-2 in True Color; (a destra) le stime del potere radiante calcolato da dati SEVIRI, MODIS, SENTINEL-3 e VIIRS dal 29 marzo al 24 maggio 2021. L'attività termica osservata da satellite è stata di livello da alto a molto alto in corrispondenza delle 4 fontane di lava al cratere di Sud Est del 19, 21, 22 e 24 maggio 2021. Il valore di potere radiante ottenuto dall'ultima immagine SEVIRI in cui è stata rilevata attività termica (22h:42m GMT del 24 maggio) è di circa 4430 MW.

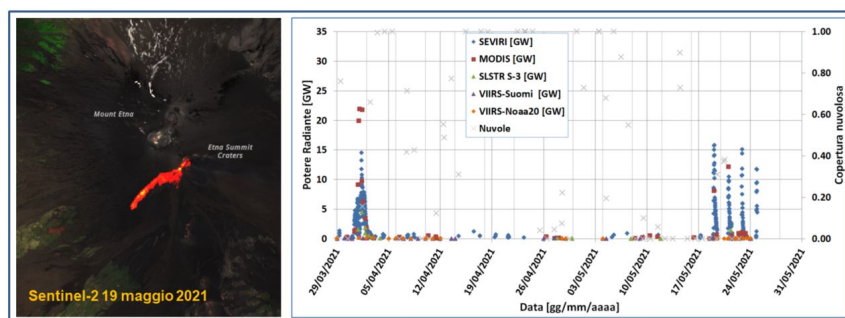


Fig. 8.1 - (a sinistra) Campo lavico rilevato del 19 maggio 2021 dall'immagine Sentinel-2 True Color + IR highlights (risoluzione 20 m). (a destra) Flusso radiante calcolato da dati SEVIRI (rombo blu), MODIS (quadrato rosso), SENTINEL-3 (triangolo verde) e VIIRS (rombo giallo e triangolo viola) dal 29 marzo al 24 maggio 2021. Per l'intero periodo analizzato è anche riportato l'indice di nuvolosità.

9. ALTRE OSSERVAZIONI

Analisi di Laboratorio

La composizione del vetro vulcanico (elementi maggiori) nei prodotti emessi durante i parossismi del 19, 21 e 22 maggio 2021 al Cratere di Sud-Est (CSE) è stata determinata presso i laboratori dell'OE mediante il SEM-EDS (microscopio elettronico a scansione con associata microanalisi).

Le misure effettuate mostrano (Fig. 8.1) che la composizione del vetro nei prodotti emessi durante i parossismi del 19, 21 e 22 maggio 2021 è complessivamente più evoluta (ossia meno primitiva) di quella dei prodotti eruttati durante il parossismo dell'1 aprile (vedi Bollettino settimanali Rep. N° 14/2021), che è il diciassettesimo, ed ultimo, degli episodi avvenuti a partire dal 16 febbraio 2021. In particolare, il magma emesso a maggio 2021 è il più evoluto (ossia meno primitivo) di quello eruttato durante l'attività parossistica del CSE iniziata a dicembre 2020.

Questa evidenza suggerisce che, ad oggi, non si registrano significativi apporti di nuovo magma più primitivo all'interno del "reservoir" (serbatoio) del Cratere di Sud-Est che sta alimentando l'attività parossistica in corso.

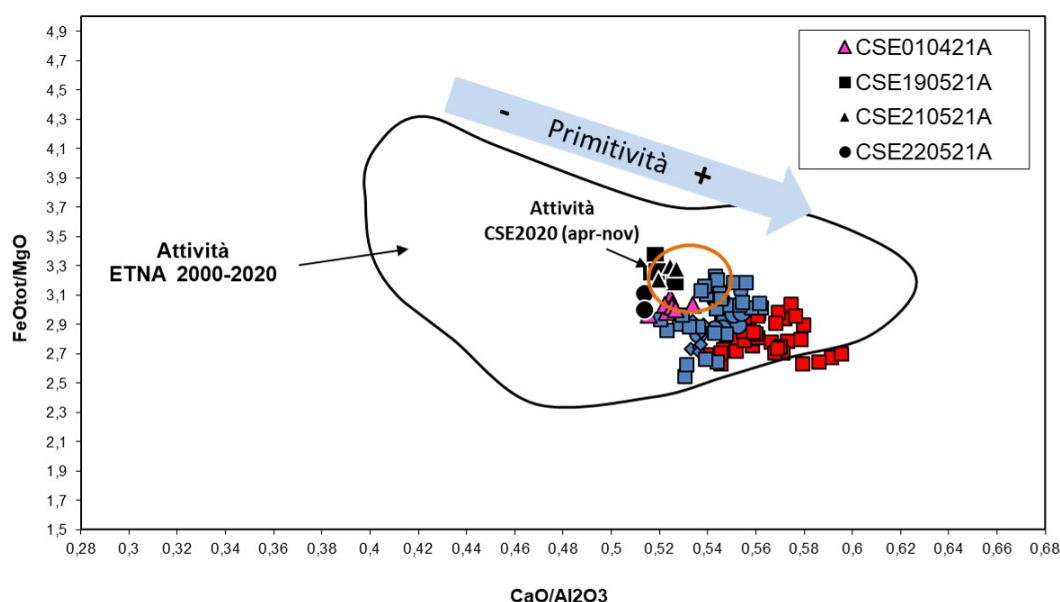


Fig. 9.1 - Misure dei rapporti $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ e $\text{FeO}_{\text{tot}}/\text{MgO}$ nei vetri dei prodotti dei parossismi del 19 (quadrato nero), 21 (triangolo nero) e 22 (cerchio nero) maggio 2021. Sono riportate le composizioni dei vetri dei precedenti parossismi dell'1 aprile (triangoli rosa), marzo (simboli azzurri), gennaio-febbraio 2021 (quadrati rossi) e dell'attività del CSE di aprile-novembre 2020 (curva arancione). La freccia indica la direzione seguendo la quale la composizione del magma aumenta il grado di primitività.

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
Sismologia	3	0	26	29
Telecamere	1	1	12	14
Geochemica Etna Acque	1	0	9	10

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	6	0	6	14
Infrasonica	2	0	8	10
FLAME-Etna	2	0	8	10
Geochimica - Etna Plume	1	0	0	1

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 dall'Accordo di programma decennale stipulato tra lo stesso INGV e il DPC in data 2 febbraio 2012 (Prot. INGV 2052 del 27/2/2012), alle attività previste nell'ambito del Sistema Nazionale di Protezione Civile.

In particolare, questo documento, redatto in conformità all'Allegato A 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 recati 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.