



Rep. N. 20/2022 STROMBOLI

STROMBOLI

BOLLETTINO SETTIMANALE

SETTIMANA DI RIFERIMENTO 09/05/2022 - 15/05/2022
(data emissione 17/05/2022)

1. SINTESI STATO DI ATTIVITA'

Alla luce dei dati di monitoraggio si evidenzia:

- 1) OSSERVAZIONI VULCANOLOGICHE:** In questo periodo è stata osservata una normale attività esplosiva di tipo stromboliano interrotta da una sequenza esplosiva maggiore il 13 maggio. La frequenza oraria totale delle esplosioni è stata medio bassa (6-10 eventi/h) fino al giorno 13 maggio, nei successivi giorni la frequenza è stata bassa (2-3 eventi/h). L'intensità delle esplosioni è stata bassa e media all'area craterica Nord e bassa all'area craterica Centro-Sud.
- 2) SISMOLOGIA:** I parametri sismologici monitorati non mostrano variazioni significative, ad eccezione della sequenza di esplosioni di ampiezza maggiore rispetto all'attività ordinaria registrata il 13/05.
- 3) DEFORMAZIONI DEL SUOLO:** Nel periodo in esame le reti di monitoraggio delle deformazioni del suolo dell'isola hanno rilevato delle variazioni temporanee in occasione della sequenza esplosiva del 13 maggio (14:42-14:43 UTC), particolarmente sui segnali clinometrici.
- 4) GEOCHIMICA:** Flusso di SO₂ su un livello medio-basso, Flussi di CO₂ al suolo craterico (Pizzo) su valori medi, Rapporto C/S nel plume su valori molto alti. Rapporto isotopico dell'He disciolto nella falda termale su valori alti (campionamento del 26 Aprile 2022).
- 5) OSSERVAZIONI SATELLITARI:** L'attività termica osservata da satellite è stata di livello basso.

2. SCENARI ATTESI

Attività persistente di tipo stromboliano di intensità ordinaria accoppiata ad attività di spattering. Non è possibile escludere il verificarsi di esplosioni di intensità maggiore rispetto all'ordinario.

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 lo Stromboli, possono verificarsi senza preannuncio o evolvere in maniera imprevista e rapida, implicando quindi un livello di pericolosità mai nullo.

3. OSSERVAZIONI VULCANOLOGICHE

Nel periodo in osservazione, l'attività eruttiva dello Stromboli è stata caratterizzata attraverso le analisi delle immagini registrate dalle telecamere di sorveglianza dell'INGV-OE (quota 190, Punta Corvi, quota 400 e Pizzo). L'attività esplosiva è stata prodotta, in prevalenza, da 3 (tre) bocche eruttive localizzate nell'area craterica Nord e da 2 (due) bocche eruttive localizzate nell'area craterica Centro-Sud. Tutte le bocche sono poste all'interno della depressione che occupa la terrazza craterica (Fig. 3.1).

Il giorno 13 maggio alle ore 14:43 UTC un evento esplosivo maggiore è stato registrato nell'area craterica centro-meridionale.

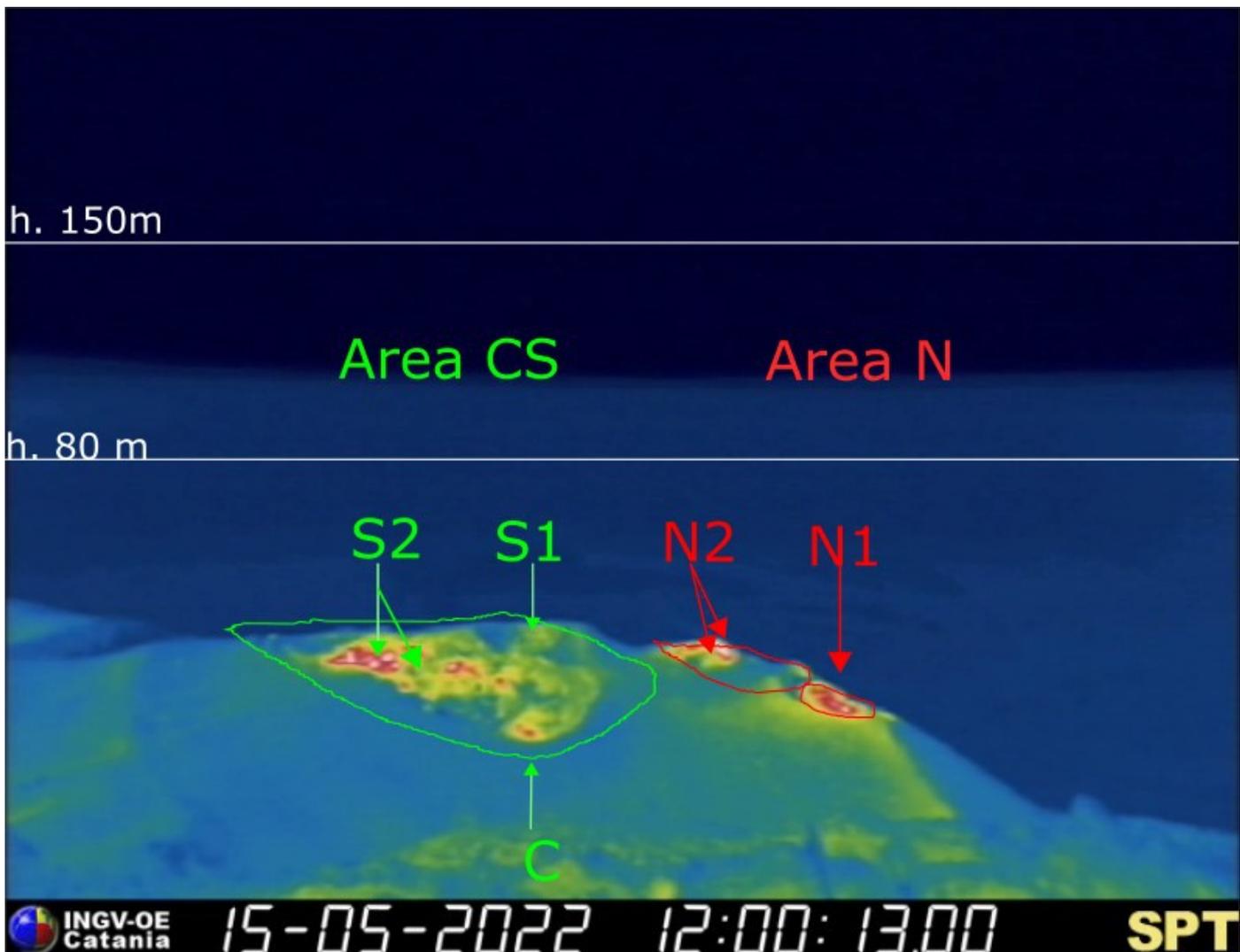


Fig. 3.1 La terrazza craterica vista dalla telecamera termica posta sul Pizzo sopra la Fossa con la delimitazione delle aree crateriche Area Centro-Sud e Area Nord (rispettivamente AREA N, AREA C-S). Le sigle e le frecce indicano i nomi e le ubicazioni delle bocche attive, l'areale soprastante la terrazza craterica è divisa in tre intervalli di altezze relative all'intensità dell'esplosioni.

Osservazioni dell'attività esplosiva ripresa dalle telecamere di sorveglianza

Il settore N1 situato nell'area craterica Nord ha prodotto esplosioni in prevalenza di intensità bassa (minore di 80 m di altezza) e media (minore di 150 m di altezza) di materiale grossolano (lapilli e bombe) frammisto a fine (cenere) fino al 13 maggio. Dopo l'evento maggiore le esplosioni sono state di bassa intensità e di jet di gas in pressione. Il settore N2 ha mostrato una attività esplosiva d'intensità bassa (minore di 80 m di altezza) di materiale grossolano. La frequenza media delle esplosioni è stata variabile tra 2 e 4 eventi/h.

All'area Centro-Sud i settori C e S1 non hanno mostrato attività esplosiva significativa esclusa la sequenza maggiore del giorno 13 maggio. Il settore S2, con due punti di emissione, ha mostrato esplosioni di intensità prevalentemente bassa (minore di 80 m di altezza) e media (minore di 150 m) di materiale grossolano frammisto a fine, sino a giorno 13 maggio. Dopo l'evento maggiore l'attività esplosiva è cessata per il resto del periodo di osservazione. La frequenza delle esplosioni è stata variabile tra zero e 5 eventi/h.

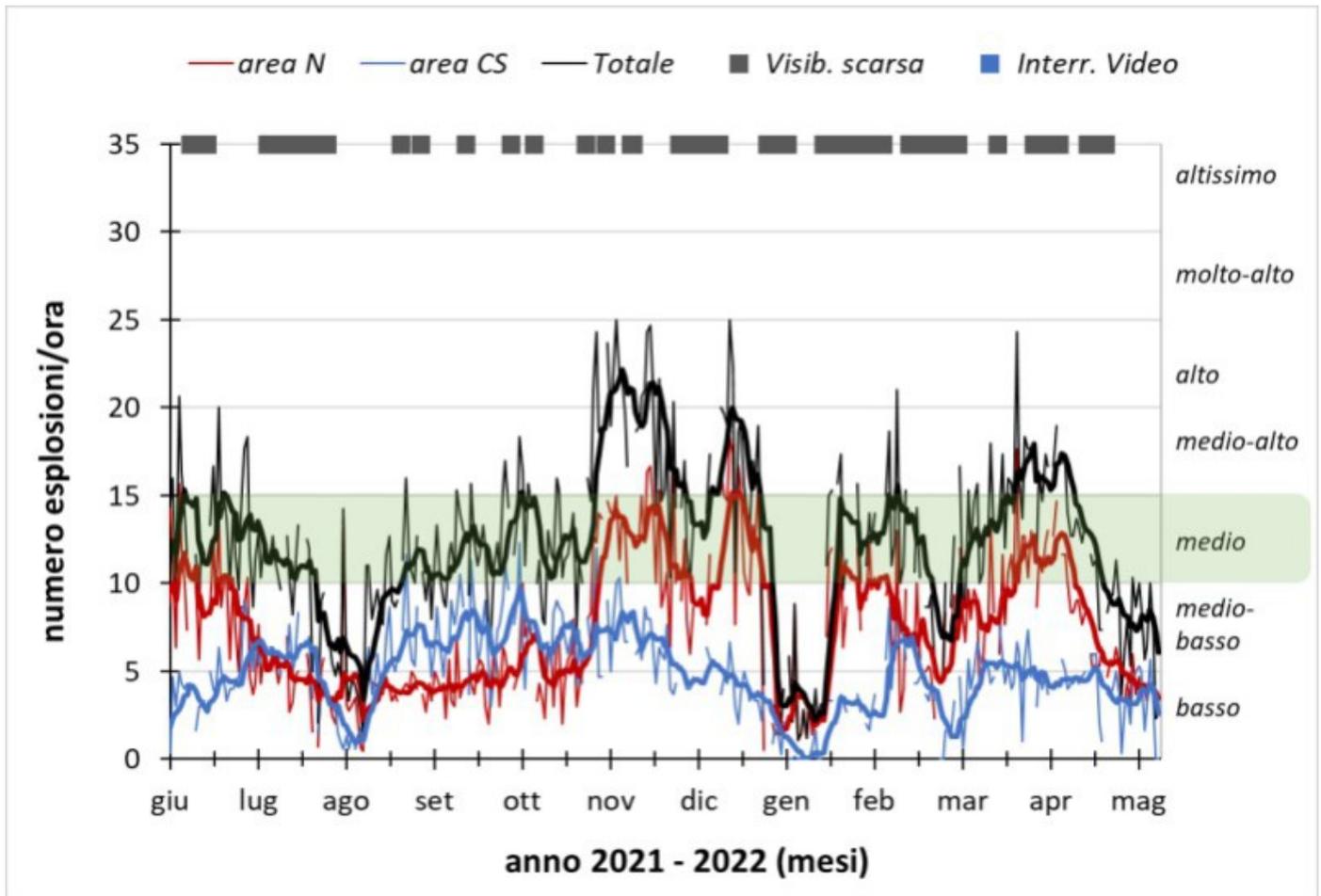


Fig. 3.2 *Frequenza media oraria giornaliera e settimanale per area craterica ed in totale dell'attività esplosiva dello Stromboli (rispettivamente linea sottile ed in grassetto). Al top del grafico è riportata la condizioni di osservazione del dato e a destra i livelli di attività; la barra verde indica il livello medio tipico dell'attività esplosiva dello Stromboli.*

Descrizione dell'evento maggiore del 13 maggio.

Il giorno 13 maggio alle ore 14:43:12 (tutti i tempi sono in UTC) una sequenza esplosiva maggiore è stata prodotta nell'area craterica centro meridionale. Sono stati individuati 6 esplosioni principali, di seguito la descrizione cronologica della sequenza esplosiva:

- (i) ore 14:43:12 il primo impulso, il più energetico ha inizio dalla bocca meridionale del settore S2 e rapidamente coinvolge il settore S1. La durata di questo impulso è di circa 8 s, i prodotti hanno superato i 300 m di altezza e sono ricaduti abbondantemente in direzione E e SE ricadendo anche sul Pizzo. (Fig.3.3 a-b)
- (ii) Ore 14:43:22 una seconda esplosione emerge dal settore S1 di intensità minore al primo della durata di circa 10 s.
- (iii) Ore 14:43:45 una terza esplosione emerge dal settore S2 della durata di circa 10 sec
- (iv) Ore 14:44:15 – ore 14:44:57 due esplosioni della durata rispettivamente di 6 e 20 sec probabilmente localizzati al settore S1 (fig.3.3 c-d)
- (v) Ore 14:47:03 l'esplosione che pone fine all'evento maggiore viene prodotto dal settore S1 della durata di circa 15 s. (Fig.3.3 e-f)

L'evento maggiore è durato in totale circa 4 minuti e dopo i primi due impulsi in prevalenza di materiale grossolano, i seguenti impulsi hanno mostrato un arricchimento della componente fine (cenere). Non è stato possibile valutare l'apporto del settore C all'evento a causa dell'abbondante ricaduta dei prodotti, tranne che per il primo impulso che è stato caratterizzato da una modesta esplosione.

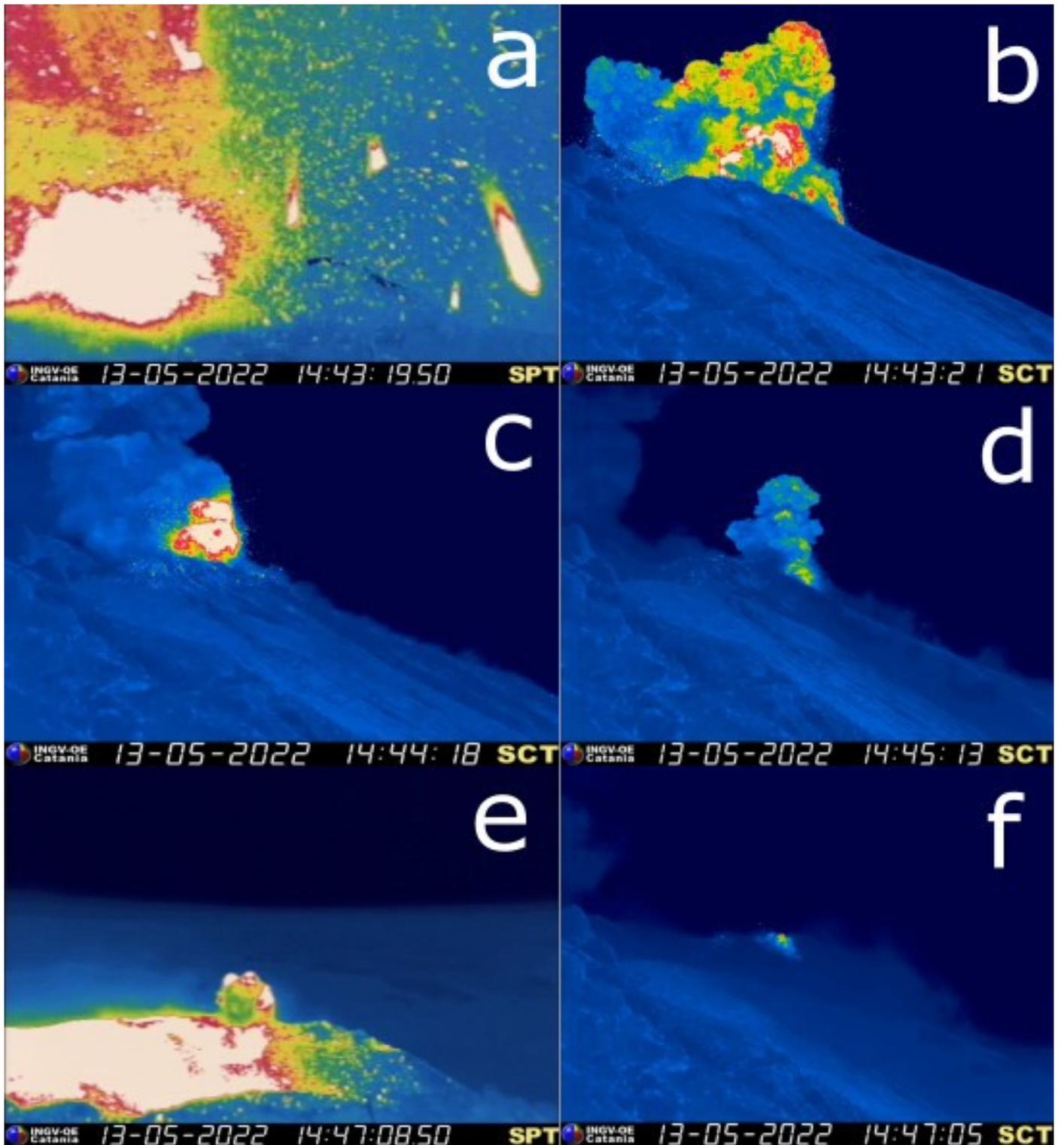


Fig. 3.3 Fotogrammi significativi dell'evento maggiore del 13 maggio 2022. a) b) fotogrammi della prima esplosione dalle telecamere infrarosse del Pizzo (SPT) e quota 190 (SCT). c) d) Fotogrammi di due esplosioni da quota 190 (SCT). e) f) Fotogrammi dell'ultima esplosione dalle telecamere del Pizzo (SPT) e di quota 190 (SCT).

Osservazioni di campagna a seguito dell'evento maggiore del 13 maggio 2022.

Giorno 14 maggio è stato eseguito un sopralluogo in area sommitale nell'ambito delle attività della convenzione DPC/INGV All. A, al fine di eseguire il rilievo del deposito di ricaduta e campionare i prodotti emessi e definire i cambiamenti morfo-strutturale della terrazza craterica a seguito dell'evento maggiore del 13 maggio. La quota più bassa in cui sono stati osservati i prodotti si attesta a 450 m s.l.m., all'interno del canneto. La presenza di crateri da impatto in traiettoria lascia dedurre che i prodotti impattando al suolo siano rotolati verso il basso. Infatti i primi chiari impatti di caduta primaria, di

materiale esclusivamente litico, sono stati ritrovati lungo i tornanti che risalgono al Liscione a una quota compresa tra circa 700 e 830 m s.l.m. (Fig.3.4 a-b). Bombe di natura litica, di dimensione da decimetrica a metrica, sono state osservate nei pressi della piazzola di quota 850 m (Fig.3.4 c-d).

Salendo verso il Pizzo non si rilevano evidenti impatti, presenti invece in numero esiguo e di dimensioni decimetriche in prossimità della Stazione video SPT, colpita in pieno da un litico, ma ancora perfettamente funzionante. Sulla zona del Pizzo si ritrovano le prime scorie di materiale juvenile molto leggero e di forma allungata. La copertura è sporadica e la dimensione di queste scorie è da centimetrica a decimetrica. Scendendo verso la zona dei "fortini" sul versante meridionale (non oltre gli 890 m s.l.m.), sono presenti scorie di materiale juvenile di dimensioni e caratteristiche paragonabili a quelle ritrovate sul Pizzo. L'osservazione dall'alto dell'area della Fossetta non ha permesso l'individuazione di impatti evidenti.

Per quanto riguarda i cambiamenti morfologici della terrazza craterica (Fig.3.4 e), questi sono stati evidenti rispetto al precedente sopralluogo effettuato il 10 Maggio, ed hanno interessato solamente l'area centro meridionale. La sequenza di bocche all'interno dell'area craterica CS è più approfondita e allungata in direzione della porzione più centrale. Sul bordo SE della depressione centro meridionale è presente un deposito lenticolare.

Durante il periodo di osservazione, circa ore 10-11, non è stata prodotta nessuna esplosione, solo due emissioni di gas al settore N1 e all'area Centro meridionale.

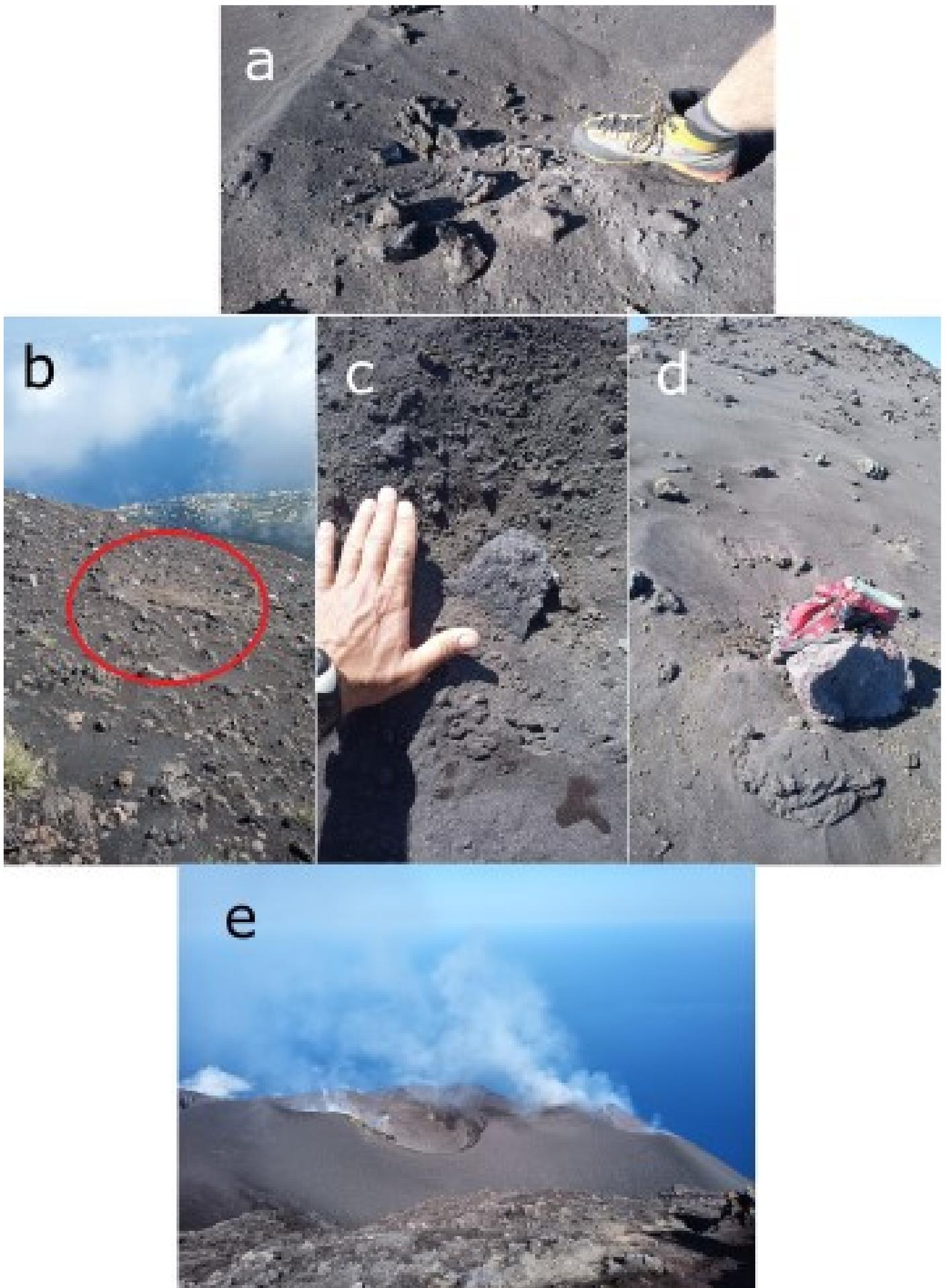


Fig. 3.4 Zone interessate dalla ricaduta di prodotti del 13 maggio: a) 830 m s.l.m. b) 700 m s.l.m., il cerchio rosso evidenzia

un cratere d'impatto. c) d) litici nei pressi della piazzola di quota 850 m s.l.m. e) la terrazza craterica ripresa dal Pizzo.

4. SISMOLOGIA

NOTA: Il bollettino viene realizzato con i dati acquisiti da un numero massimo di 7 stazioni.

Si segnala l'occorrenza alle ore 14:43 UTC del 13/05 di una sequenza di esplosioni di intensità maggiore rispetto alla attività ordinaria. Il segnale VLP associato presenta un'ampiezza elevata.

Nell'ultima settimana sono stati registrati 13 segnali sismici associabili ad eventi franosi, dei quali alcuni di moderata entità nei giorni 11-12/05.

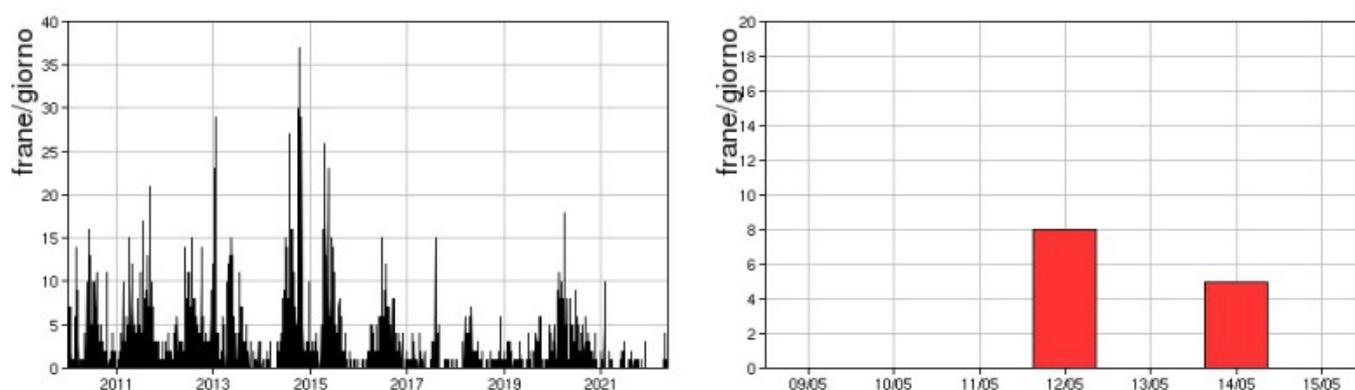


Fig. 4.1 *Frequenza giornaliera dei segnali di frana dal 1/1/2010 (sinistra) e nell'ultima settimana (destra).*

L'ampiezza del tremore ha avuto valori generalmente bassi con qualche oscillazione su valori medio-bassi.

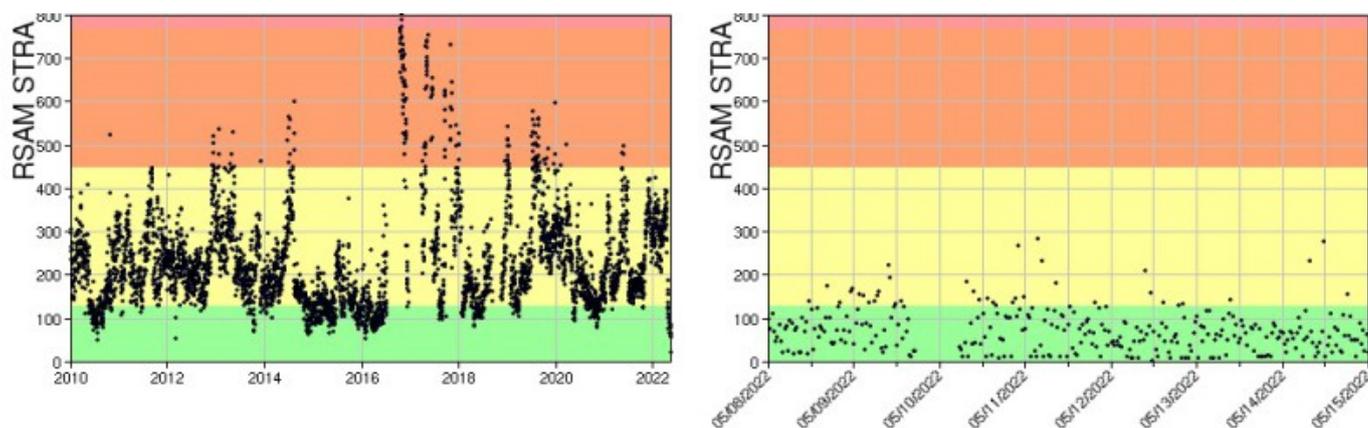


Fig. 4.2 *Media giornaliera dell'ampiezza del tremore alla stazione STRA dal 1/1/2010 (sinistra) e nell'ultima settimana (destra).*

La frequenza di occorrenza dei VLP ha avuto valori compresi tra 8 e 10 eventi/ora.

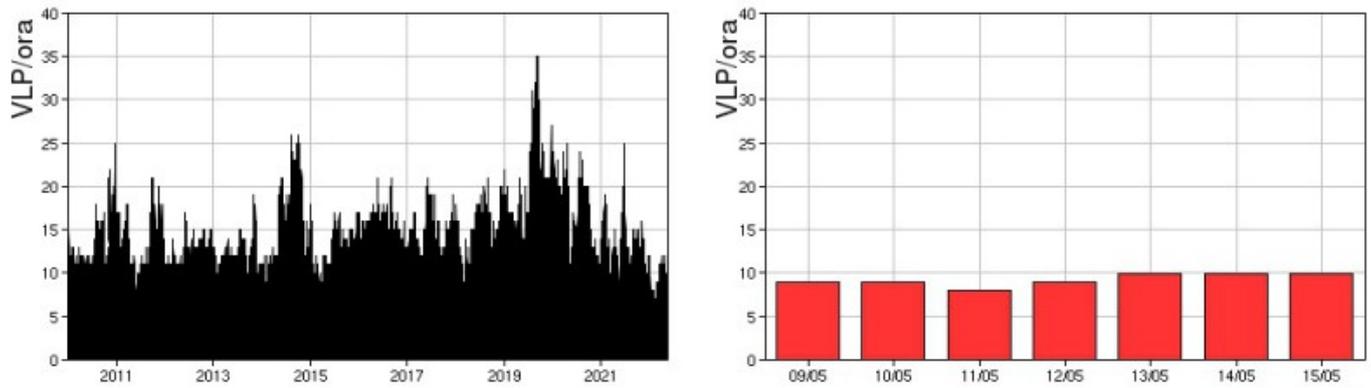


Fig. 4.3 Frequenza di accadimento degli eventi VLP dal 1/1/2010 (sinistra) e nell'ultima settimana (destra).

L'ampiezza degli eventi VLP ha avuto valori bassi, ad eccezione dell'ampiezza elevata del segnale VLP associato alla sequenza di esplosioni del giorno 13/05.

L'ampiezza degli explosion-quake ha avuto valori generalmente bassi, ad eccezione della sequenza di esplosioni di ampiezza maggiore registrata il giorno 13/05.

NB: Per problemi tecnici non è stato possibile stimare la localizzazione e la polarizzazione dei segnali VLP.

Informazioni relative ai dati dilatometrici.

I dati nel grafico in alto sono relativi al periodo che va dalle 00:00 UTC del 17/05/2021 alle 24:00 UTC del giorno 16/05/2022. In basso viene riportata l'ultima settimana di dati, dalle 00:00 UTC del giorno 09/05/2022 alle 24:00 UTC del giorno 15/05/2022.

Nel dato dilatometrico, durante l'ultima settimana, non si verificano variazioni significative nel trend a lungo periodo dello strain.

Si segnala che il dilatometro SVO ha registrato una variazione dello strain il 13/05/2022, relativa all'esplosione maggiore avvenuta in tale data. Da una analisi preliminare, eliminando la pressione atmosferica, il dilatometro ha registrato una prima variazione nel rate dello strain a partire dalle ore 14:33:27 UTC. Successivamente, a partire dalle ore 14:40:43 UTC, i parametri hanno subito una rapida variazione, culminata con l'onset eruttivo attorno alle ore 14:42:30 UTC.

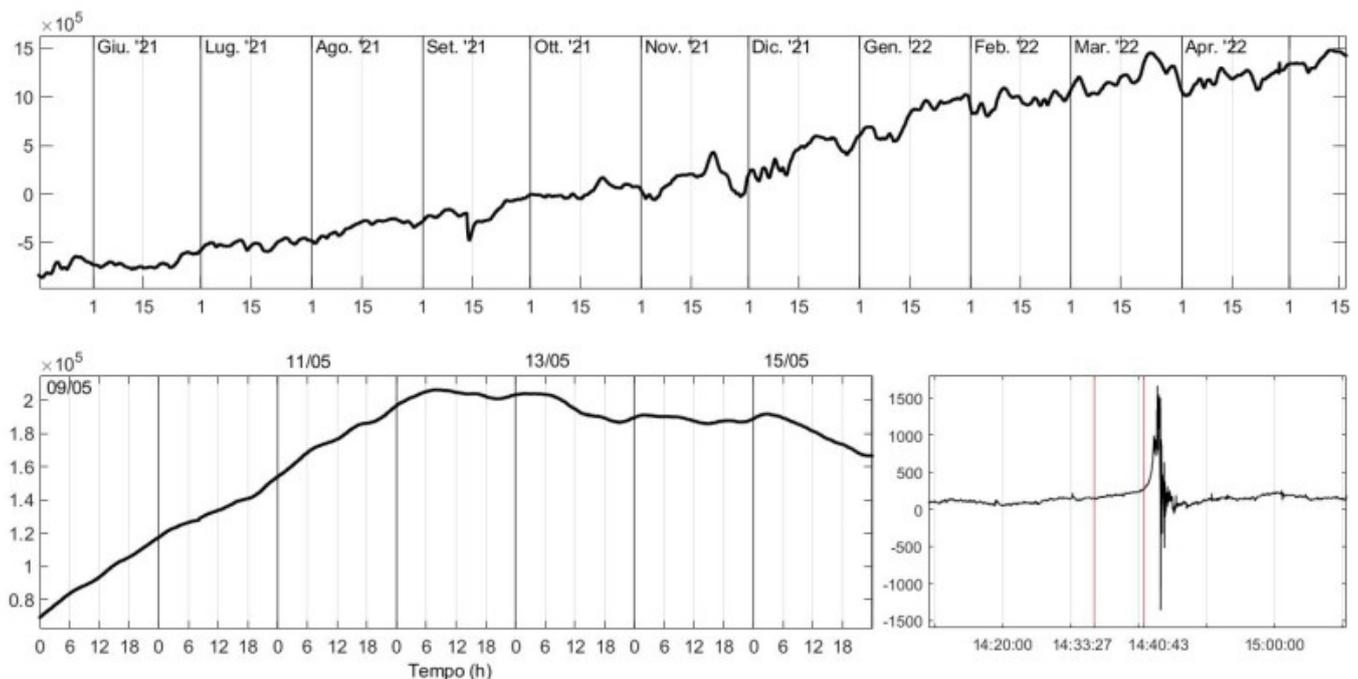


Fig. 4.4 Grafico relativo al dato dilatometrico registrato a SVO: in alto viene mostrato lo strain registrato dal 17/05/2021, in basso a sinistra quello nell'ultima settimana, mentre in basso a destra viene mostrata l'esplosione del 13/05.

5. DEFORMAZIONI DEL SUOLO

GNSS: L'analisi dei dati della rete di stazioni GNSS permanenti, acquisiti ad alta frequenza, ha rilevato solo un modesto spostamento verso S-SO di circa 2 cm delle stazioni di Timpone del Fuoco (STDF) e Punta Lena (SPLN), rientrato prima della sequenza esplosiva del 13 maggio, che ha prodotto un temporaneo allungamento delle baseline che attraversano in vulcano. Si riportano come esempio la variazione della distanza, misurata in alta frequenza, tra le due stazioni poste agli opposti versanti dell'isola (San Vincenzo, SVIN, e Punta Lena, SPLN), e le componenti Nord-Sud e Est-Ovest della stazione di Punta Lena (SPLN).

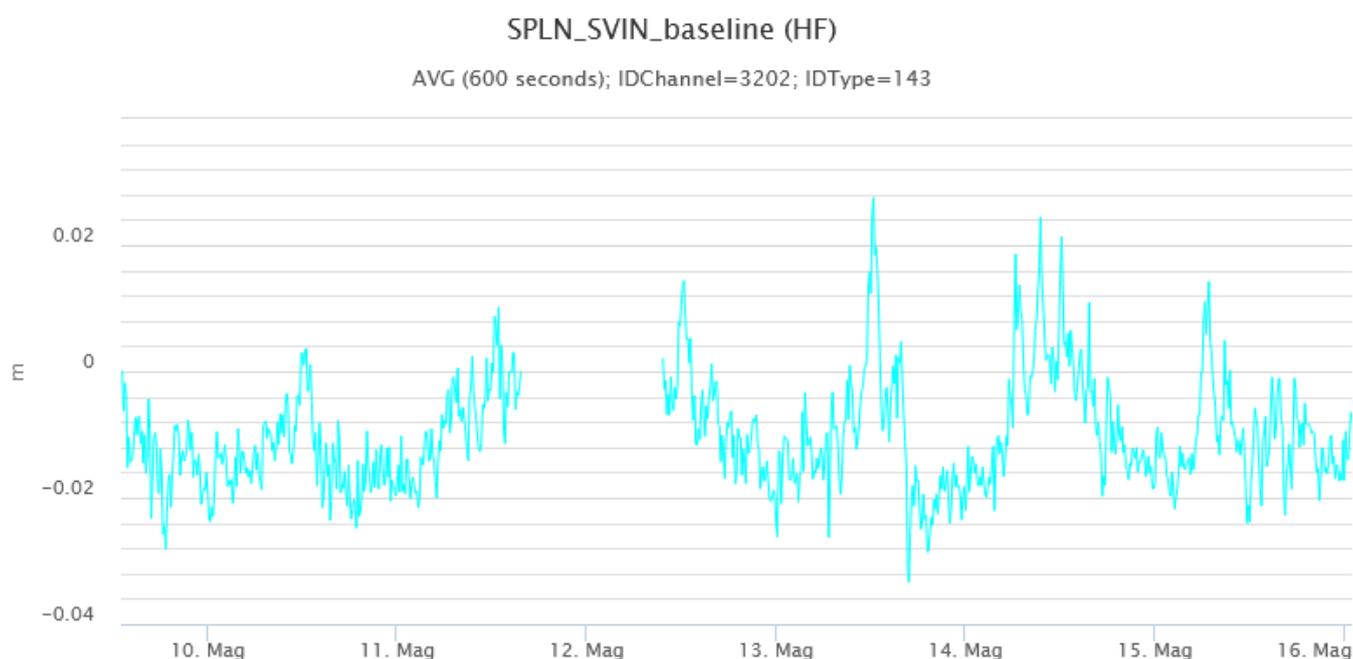


Fig. 5.1 Serie temporale della variazione di distanza tra le stazioni GNSS di SVIN e di SPLN, nel corso dell'ultima settimana.

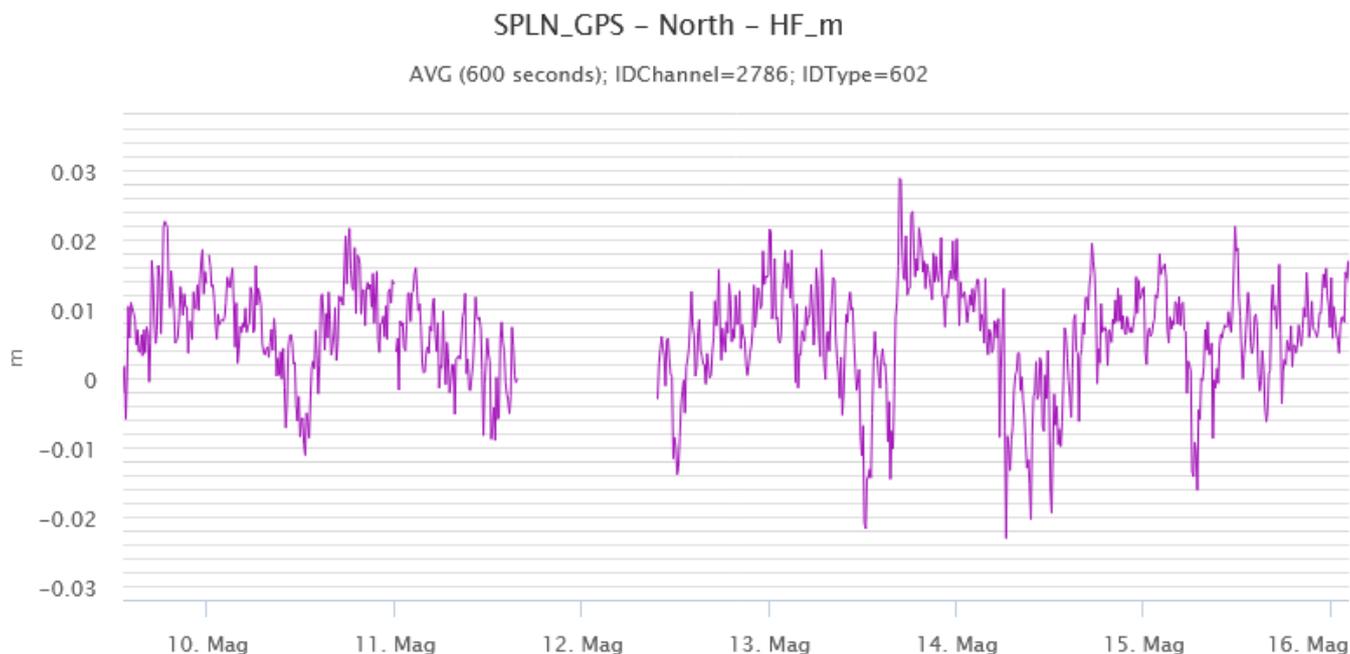


Fig. 5.2 Serie temporale della variazione della componente Nord della stazione di SPLN, nel corso dell'ultima settimana.

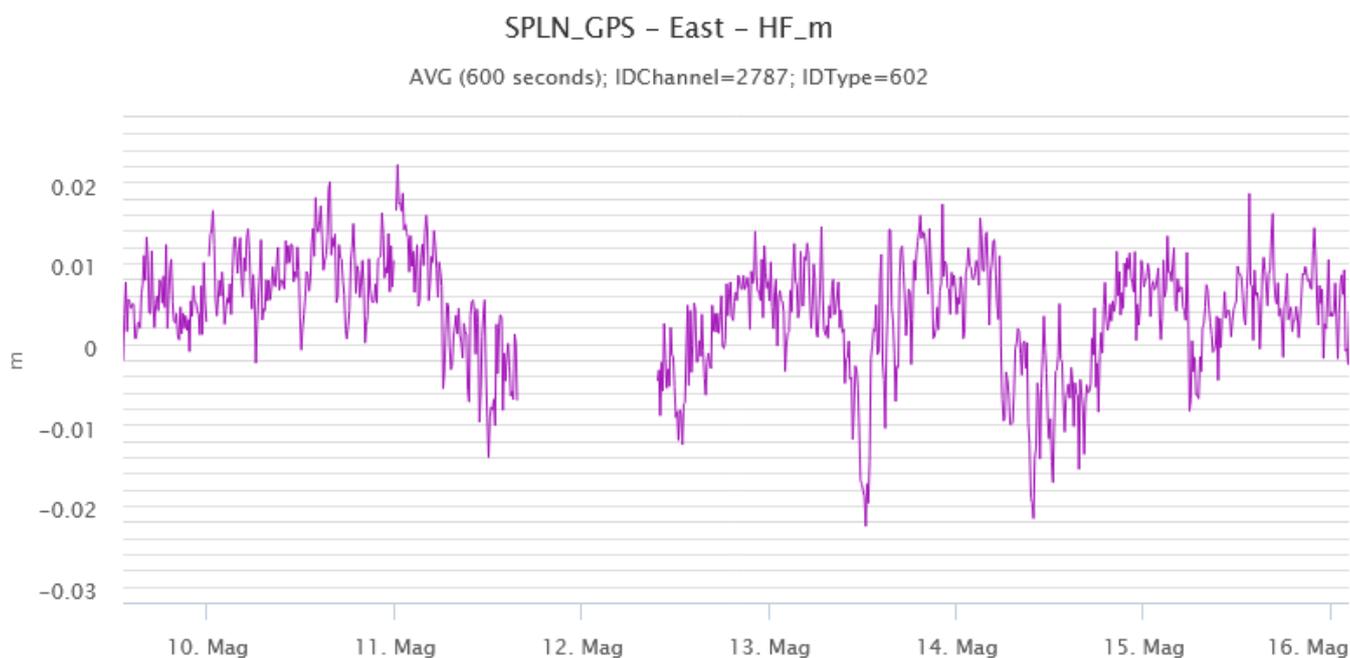


Fig. 5.3 Serie temporale della variazione della componente Est della stazione di SPLN, nel corso dell'ultima settimana.

CLINOMETRIA: L'analisi del segnale clinometrico della stazione di Timpone del Fuoco mostra un transiente di circa 0.2 microradianti durante la sequenza esplosiva del 13 maggio, preceduto da un graduale cambio di trend della componente N185°E di circa 0.2 microradianti, che rientra successivamente la fase esplosiva. Intorno le 13:00 UTC del 15 maggio la componente N185°E mostra una variazione di circa 1 microradiante che si stabilizza intorno le 20:00 UTC dello stesso giorno.

TDF N275°E
TDF N185°E

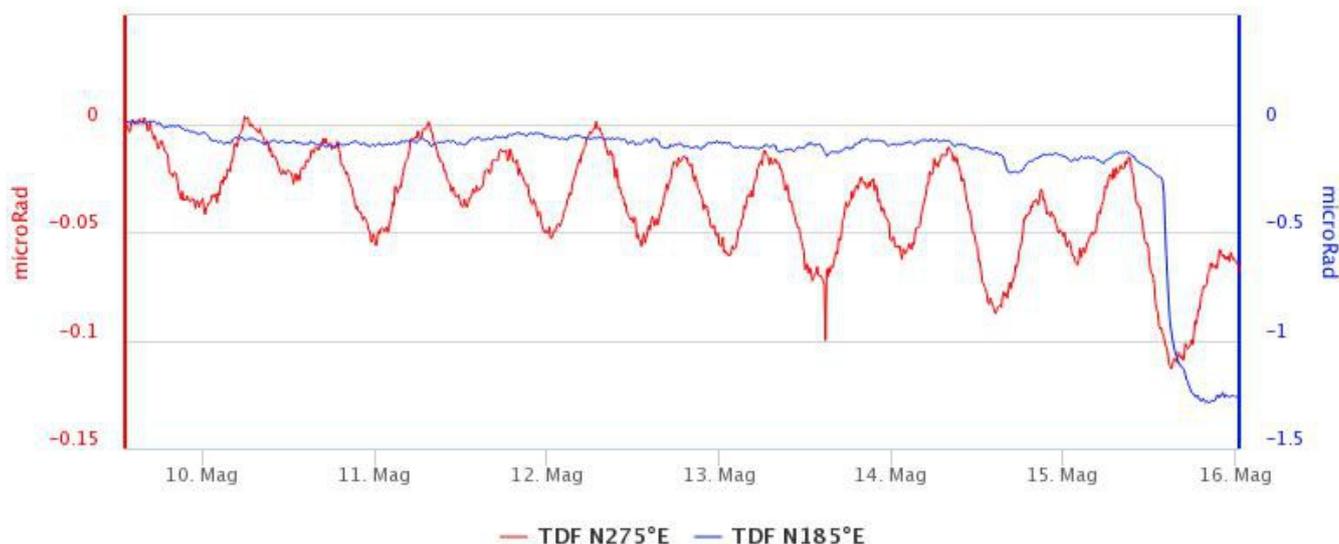


Fig. 5.4 Serie temporale delle componenti N275°E e N185°E della stazione clinometrica di TDF nel corso dell'ultima settimana.

6. GEOCHIMICA

Il flusso di SO₂ medio-settimanale emesso dall'area craterica N e CS ha indicato un valore in linea con il dato registrato la settimana precedente. I valori medi giornalieri indicano che l'emissione del flusso di SO₂ permane su livelli medio bassi-bassi.

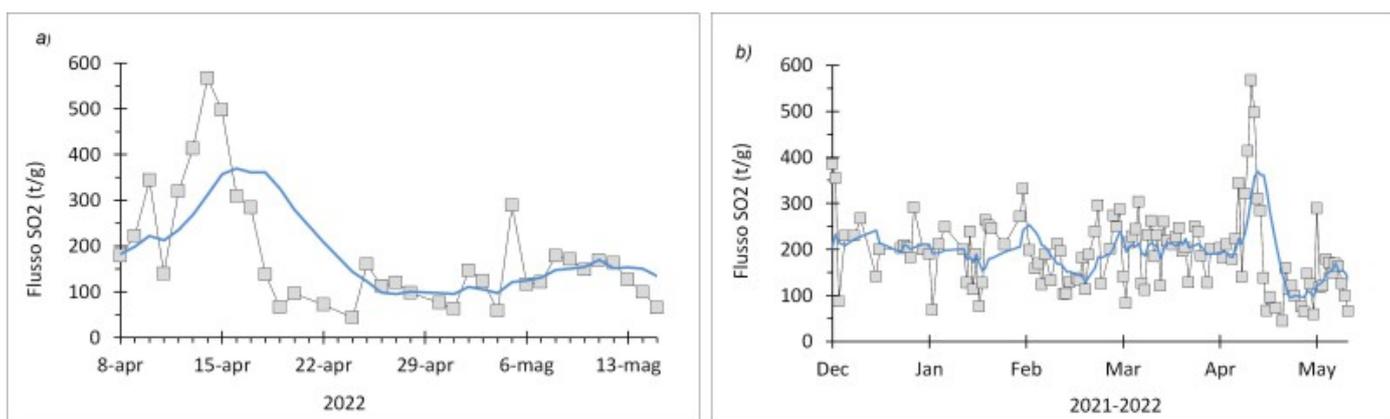


Fig. 6.1 Flusso di SO₂ medio-giornaliero nel corso dell'ultimo mese (a) e dell'ultimo semestre (b)

C/S nel plume (Rete Stromboli Plume). Il valore medio settimanale del rapporto C/S nel plume si attesta su livelli molto alti (C/S = 21.4, valore validato).

Stromboli – Rapporto C/S

FROM: 2022-02-16 – TO: 2022-05-16 | Validated: 6 – Raw: 0 | Last daily AVG: 2022-05-15 – N.C.



Stromboli – Rapporto C/S

FROM: 2021-05-16 – TO: 2022-05-16 | Validated: 37 – Raw: 0 | Last daily AVG: 2022-05-15 – N.C.



Fig. 6.2 Andamento medio settimanale del rapporto CO_2/SO_2 nel plume: a) ultimi tre mesi; b) ultimo anno.

I flussi di CO_2 in area sommitale, STR02 sono diminuiti, assestandosi su valori medi ($7,800 \text{ g/m}^2 \cdot \text{g}$).

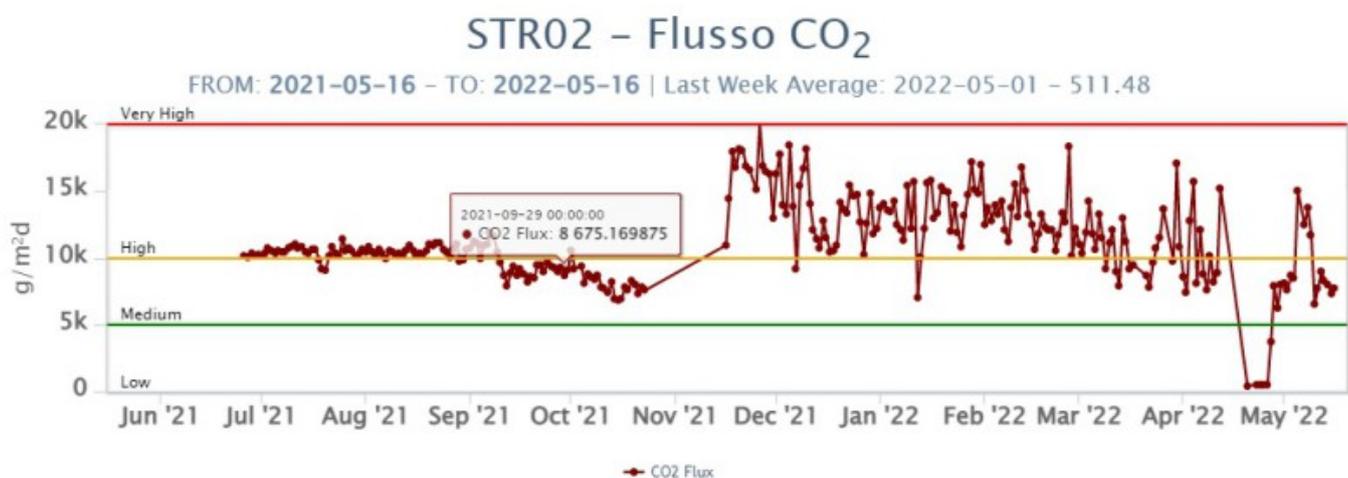
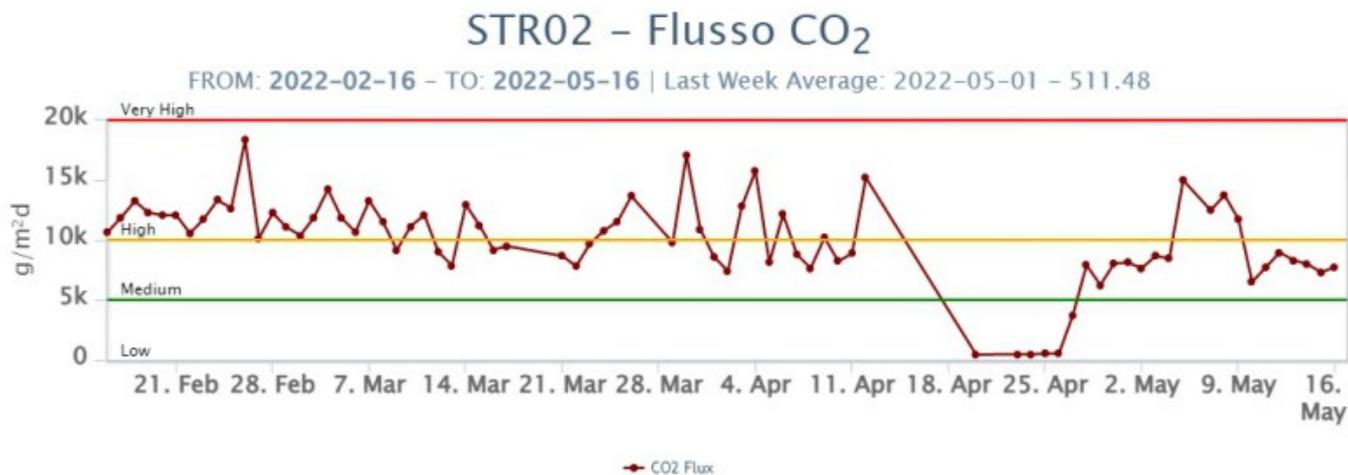


Fig. 6.3 Andamento temporale del flusso di CO₂ dal suolo in area sommitale (stazione STR02).

Il rapporto isotopico di He disciolto nei pozzi termali si attesta su valori alti ($R/R_a = 4.38$ nel campionamento del 26/04/2022).

7. OSSERVAZIONI SATELLITARI

L'attività termica dello Stromboli è stata seguita tramite l'elaborazione di immagini satellitari multispettrali acquisite dai sensori MODIS, SENTINEL-3 SLSTR e VIIRS. Le elaborazioni dei dati satellitari sono state eseguite con il sistema FlowSat. In Figura 7.1 sono mostrate le stime del potere radiante calcolato da dati MODIS, SENTINEL-3 e VIIRS dal primo dicembre 2021 al 15 maggio 2022. L'attività termica osservata da satellite è stata di livello basso. Nel corso di questa settimana sono state rilevate anomalie termiche poco significative.

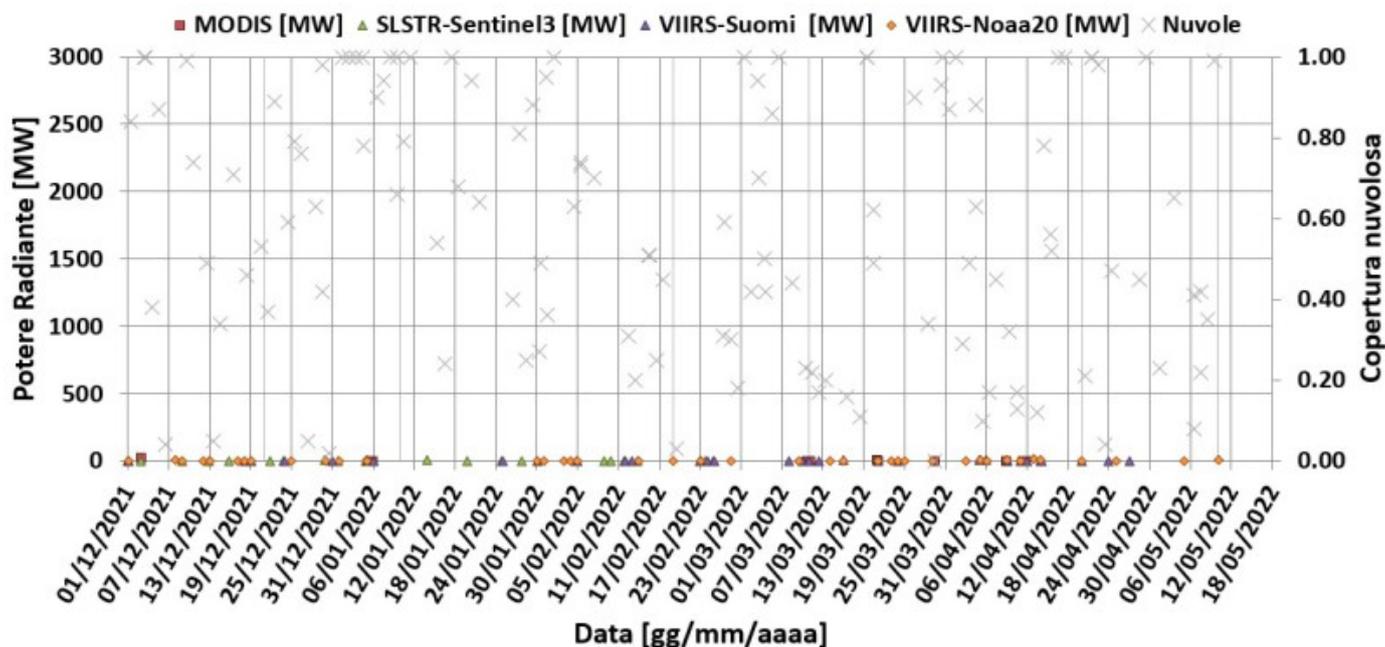


Fig. 7.1 Potere radiante calcolato da dati MODIS (quadrato rosso), SENTINEL-3 (triangolo verde) e VIIRS (triangolo viola e rombo giallo) dal primo dicembre 2021 al 15 maggio 2022. Per l'intero periodo analizzato è anche riportato l'indice di nuvolosità.

8. STATO STAZIONI

Tab.8.1 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
Geochimica - CO2/SO2	-	-	1	2
Geochimica - Flussi CO2 suolo	-	-	-	1
Geochimica Flussi SO2	2	0	2	4
Rete dilatometrica	1	0	1	2
Sismologia	1	0	7	7
Telecamere	2	-	3	5

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.