



Rep. N. 29/2024 STROMBOLI

STROMBOLI

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 effusiva con colate laviche da frattura eruttiva lungo la Sciara del Fuoco ed evento esplosivo parossistico; arresto dell'attività effusiva dall'11 luglio ed assenza di attività esplosiva ordinaria.

2) SISMOLOGIA: I parametri sismologici monitorati non mostrano variazioni significative, ad eccezione dell'evento parossistico del 11/07 a cui ha fatto seguito un incremento del tremore su valori MOLTO ALTI.

3) DEFORMAZIONI DEL SUOLO: Le reti di monitoraggio delle deformazioni del suolo dell'isola, in particolare la rete clinometrica, hanno mostrato variazioni legate all'attività eruttiva avvenuta nel periodo in esame.

4) GEOCHIMICA: flusso di SO₂ su un livello medio-alto
I valori dei flussi di CO₂ mostrano valori stabili, su valori alti (10000 g/m²/day).
Non ci sono nuovi dati sul rapporto isotopico di He
Il rapporto C/S si attesta su valori bassi.
Flusso di CO₂ alla Mofeta in zona San Bartolo: in lieve aumento, su valori alti.
Flusso di CO₂ a Scari: valori in lieve aumento su livelli medio-alti.

5) OSSERVAZIONI SATELLITARI: L'attività termica osservata da satellite è stata generalmente di livello da moderato ad alto in corrispondenza dell'attività effusiva e del parossismo.

2. SCENARI ATTESI

Attività di tipo stromboliano di intensità molto alta accompagnata da aperture di bocche effusive con colate laviche e movimenti di versante di porzioni emerse e/o sommerse nel settore della Sciara del Fuoco. L'attività può essere accompagnata, inoltre, da ricaduta di prodotti vulcanici di varie dimensioni e possibile innesco di incendi, crolli di roccia o valanghe di detrito lungo la Sciara del Fuoco, onde di maremoto, esplosioni idro-magmatiche con diffusione di gas tossici lungo la linea di costa. Non è possibile escludere il verificarsi di esplosioni di intensità maggiore dell'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 corso della settimana l'attività dello Stromboli è stata osservata attraverso le telecamere di sorveglianza dell'INGV e tramite differenti sopralluoghi ed acquisizione di dati in campo da parte di personale INGV nell'ambito delle attività di Allegato A e progettuali UNO e Dynamo.

In particolare, nel periodo è continuata l'attività effusiva iniziata il 4 luglio prodotta dalle due bocche eruttive apertesesi lungo la Sciara del Fuoco ad una quota ~500 m slm; contestualmente con l'inizio dell'attività effusiva era cessata l'attività esplosiva ordinaria prodotta dalle aree crateriche Nord e Centro-Sud. Come indicato nel precedente bollettino settimanale (bollettino settimanale, Rep. N. 28/2024 STROMBOLI), il regime effusivo nei giorni successivi all'inizio dell'attività eruttiva ha mostrato una complessiva stabilità con la confluenza dei due flussi lavici prodotte dalle due bocche in un'unica colata che progredendo lungo la Sciara del Fuoco raggiungevano la linea di costa formando un delta lavico (fig. 3.1a, b).

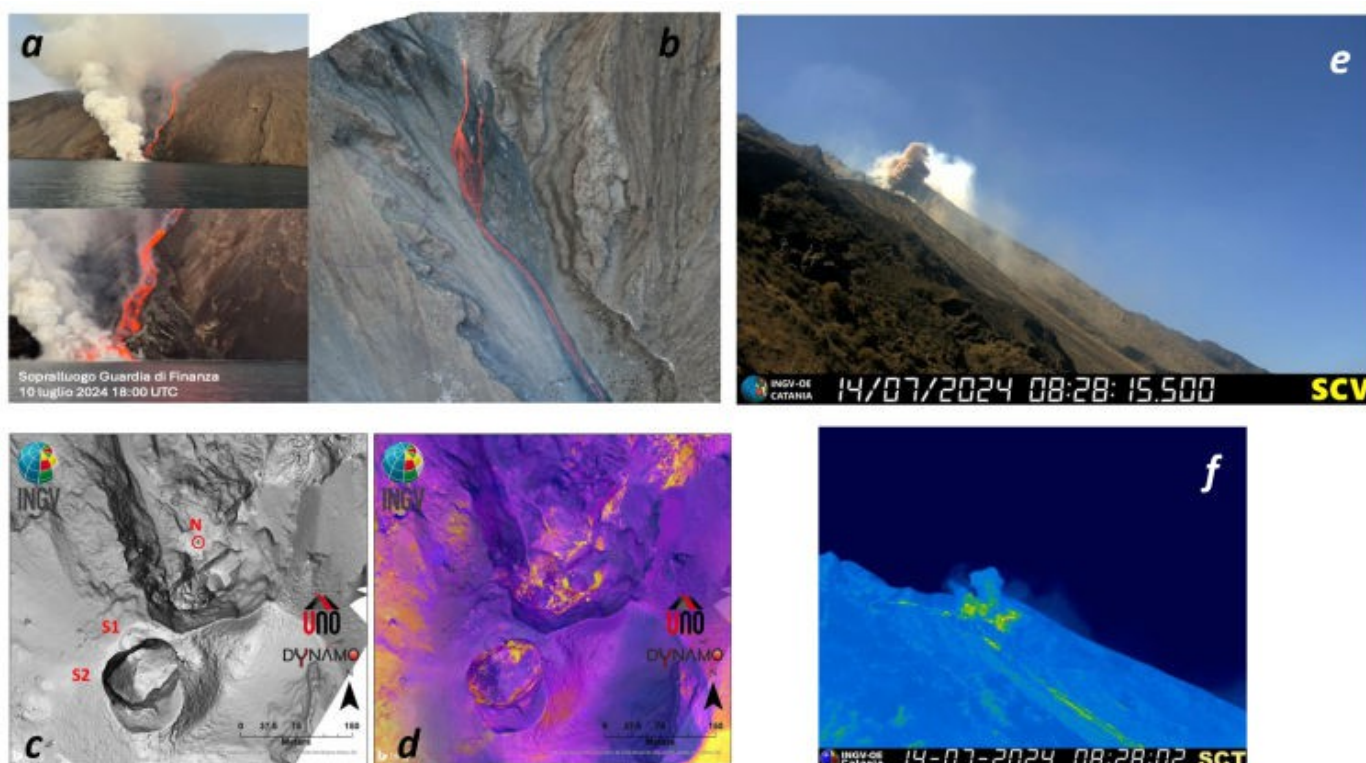


Fig. 3.1 L'attività effusiva lungo la sciara del fuoco con la formazione del delta lavico in seguito alla propagazione delle colate a mare (a, b). Modello ombreggiato sul visibile e termico dell'area craterica ottenuti elaborando le immagini acquisite da drone il 14 luglio (ce d) e fotogrammi dell'episodica esplosione avvenuta giorno 14 luglio alle 08:28 UTC all'area nord (e, f).

Giorno 11 luglio alle 12:08 UTC circa si verifica un'esplosione superiore all'ordinario e classificabile come un evento esplosivo parossistico prodotto dall'area craterica settentrionale della terrazza craterica, con sviluppo di flussi piroclastici con rapida ed estesa espansione a mare (fig 3.2e). La fenomenologia si sviluppa come una sequenza di eventi (Fig 3.2 a-d):

- ~12:08:52: prima modesta esplosione dall'area craterica centro-meridionale con prevalente componente di cenere moderatamente calda (fig 3.2a),
- ~12:08:54: esplosione parossistica dall'area settentrionale con uno sviluppo a rosa, produzione di un colonna eruttiva di circa 5 km slm e dispersione verso i quadranti Sud-Ovest dell'isola (fig. 3.2 c, b, e) ;
- ~12:09:08: flusso piroclastico con rapida espansione lungo la sciara e raggiungimento della linea di costa in ~23 secondi alla velocità di ~58 m/s (fig 3.2 d)
- ~tra 12:10 e 12:15: il parossisma si chiude con una serie di flussi piroclastici secondari e di energia nettamente minore rispetto al primo.

Nelle ore successive all'evento si osserva l'interruzione dell'attività effusiva ed il perdurare dell'assenza dell'attività esplosiva ordinaria ad esclusione di un unico modesto evento esplosivo all'area craterica nord accaduto giorno 12 luglio alle h 08:28 utc (fig 3.1 e, f). All'evento segue un lieve franamento della porzione basale ed esterna dell'area craterica Nord.

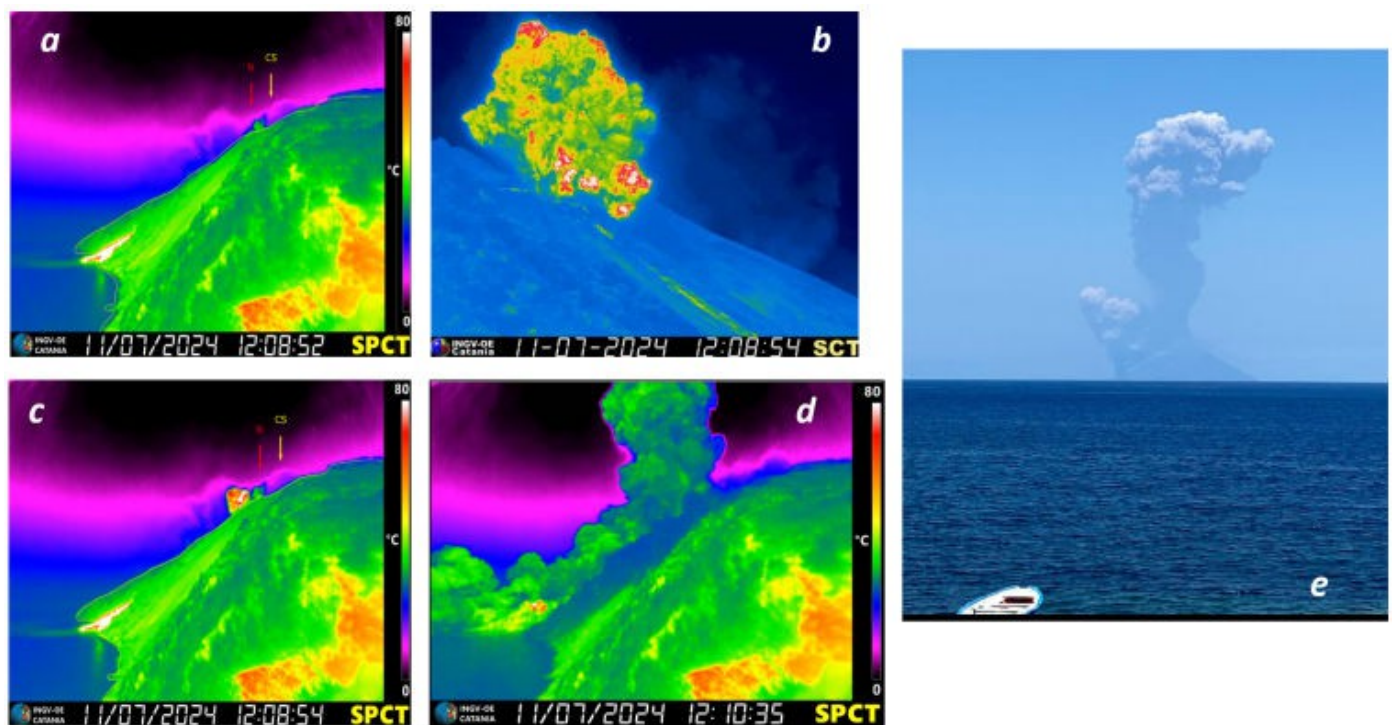


Fig. 3.2 fotogrammi ripresi dalla telecamera di sorveglianza site a 190 e Punta dei Corvi sulle principali fasi evolutive dell'evento esplosivo parossistico del 11 luglio (a-d). L'esplosione produce una colonna eruttiva che si innalza sino a circa 5 km slm con dispersione verso i quadranti Sud-Ovest dell'isola (Immagine del parossisma da Santa Marina di Salina alle 12:10 UTC da parte di personale Liberty Lines)

4. SISMOLOGIA

Si segnala l'occorrenza alle ore 12:07 UTC del 11/07 di un transiente sismico associato ad una sequenza di eventi esplosivi durata circa 8 minuti, il più energetico dei quali alle ore 12:08:50 UTC è associabile all'evento parossistico ai crateri sommitali. Il segnale VLP associato all'evento ha mostrato un'ampiezza molto alta. L'ampiezza media del tremore ha raggiunto in corrispondenza dell'evento parossistico valori molto alti seguito da un rapido decremento.

Nell'ultima settimana, l'ampiezza del tremore ha avuto valori generalmente tra BASSI e MEDI, ad eccezione del picco su valori MOLTO ALTI del giorno 11/07 relativo al parossisma delle ore 12:07 UTC. Altri due picchi a valori MEDI e ALTI rispettivamente si sono avuti nei giorni 12 e 13/07. Attualmente l'ampiezza è su valori generalmente BASSI.

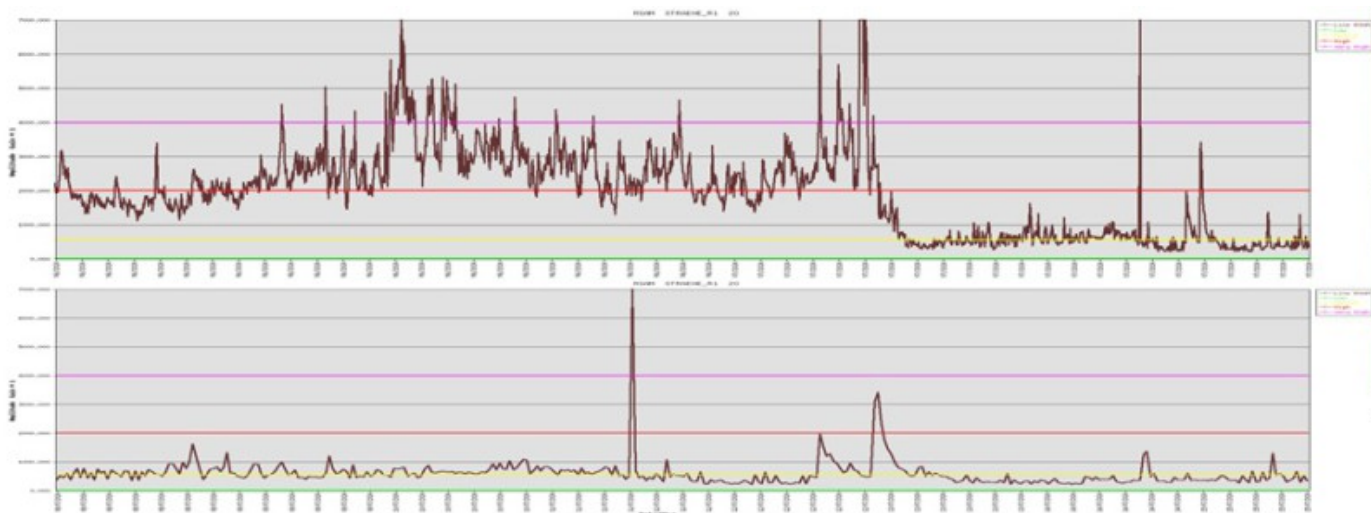


Fig. 4.1 Media giornaliera dell'ampiezza del tremore alla stazione STRA dal 15/06/2024 (in alto) e nell'ultima settimana (in basso).

La frequenza di occorrenza dei VLP ha avuto valori compresi tra 7 e 12 eventi/ora.

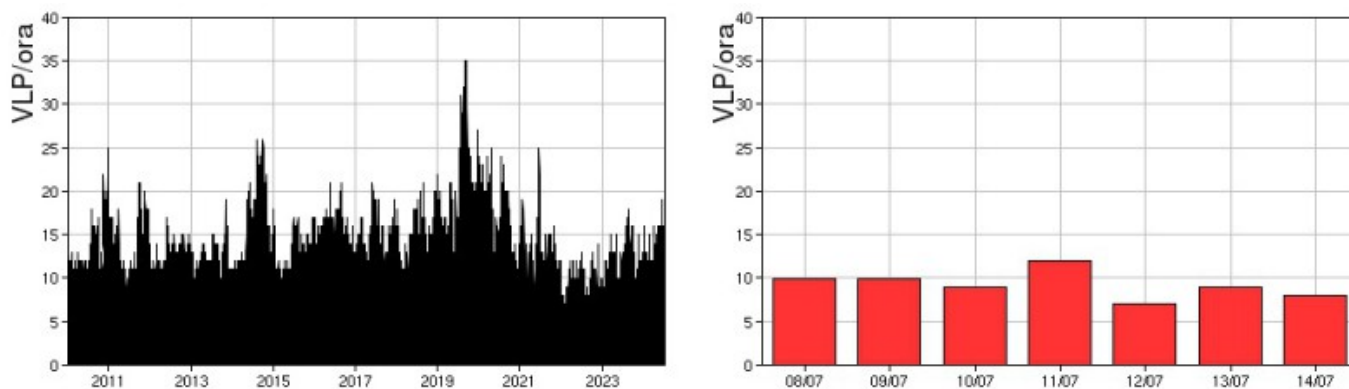


Fig. 4.2 Frequenza di accadimento degli eventi VLP dal 1/1/2010 (sinistra) e nell'ultima settimana (destra).

L'ampiezza degli eventi VLP ha avuto valori BASSI, ad eccezione dell'evento di ampiezza Molto ALTA relativa all'evento parossistico del 11/07.

L'ampiezza degli explosion-quakes ha avuto valori BASSI, ad eccezione dell'evento di ampiezza Molto ALTA relativa all'evento parossistico del 11/07.

Si segnala l'occorrenza di possibili eventi ibridi registrati il giorno 14/07, che non hanno la componente VLP e che sono difficilmente localizzabili.

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

Informazioni relative ai dati dilatometrici

In alto, lo strain registrato nell'ultimo anno, dalle 00:00 UTC del 17/07/2023 alle 23:05 UTC del giorno 15/07/2024. In basso, a sinistra lo strain registrato nell'ultima settimana, dalle 00:00 UTC del giorno 08/07/2024 alle 24:00 UTC del giorno 14/07/2024; a destra, il parametro monitorato, in cui viene messa in evidenza la variazione di strain concomitante al parossismo del giorno 11/07/2024, e dove si evince una significativa variazione dello strain a partire dalle 11:56 UTC circa.

I dati dello strain non mostrano variazioni significative nell'ultima settimana.

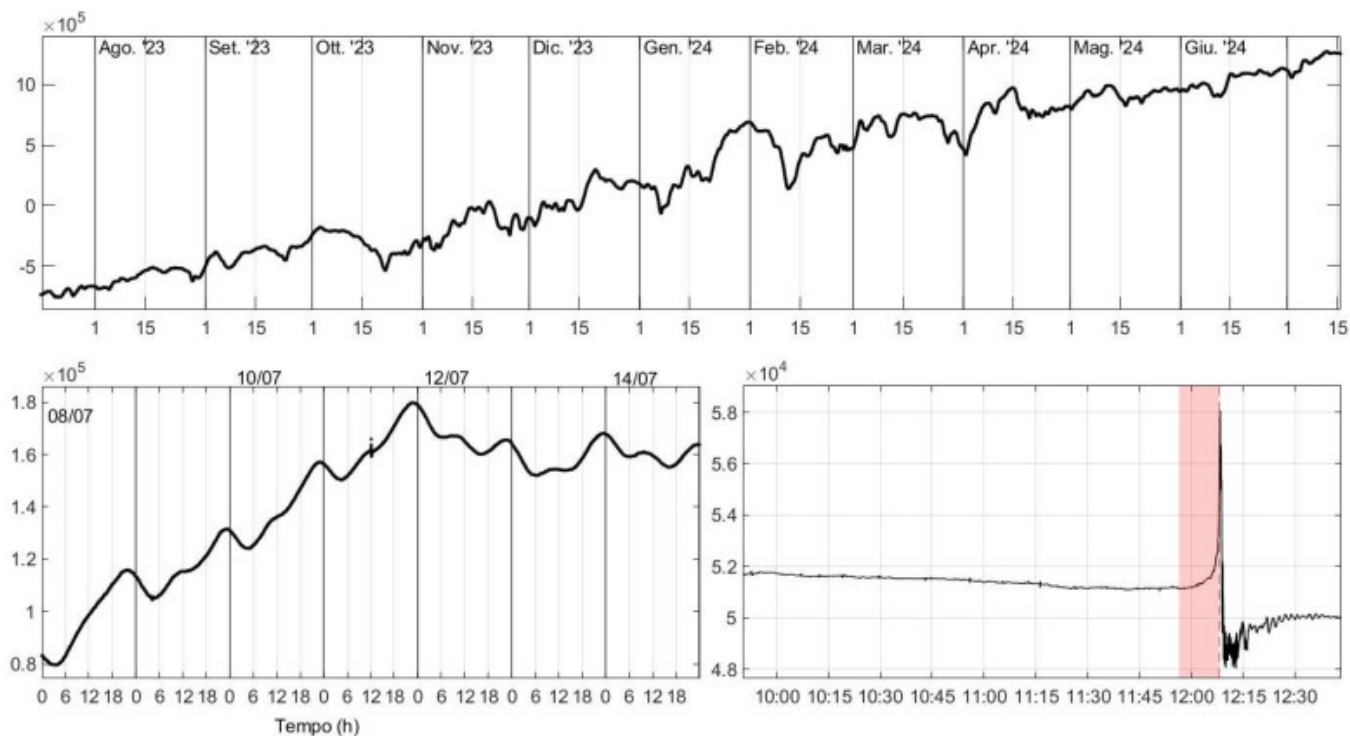


Fig. 4.3 Grafico relativo al dato dilatometrico registrato a SVO: in alto viene mostrato lo strain registrato dal 17/07/2023, in basso quello nell'ultima settimana.

Informazioni relative ai Terremoti.

Nel corso della settimana in oggetto nessun terremoto con $M_l \geq 1.0$ è stato localizzato nell'area dell'isola di Stromboli.

5. DEFORMAZIONI DEL SUOLO

L'analisi dei dati della rete di stazioni GNSS permanenti, acquisiti ad alta frequenza, non ha mostrato variazioni significative. Comunque si osserva un leggero graduale allungamento della baseline tra San Vincenzo (SVIN) e Timpone del Fuoco (STDF) durante il tardo pomeriggio - sera di giorno 11, dopo gli eventi eruttivi.

I segnali registrati della rete clinometrica ha mostrato una variazione transiente registrata durante l'evento

parossistico di giorno 11 luglio.

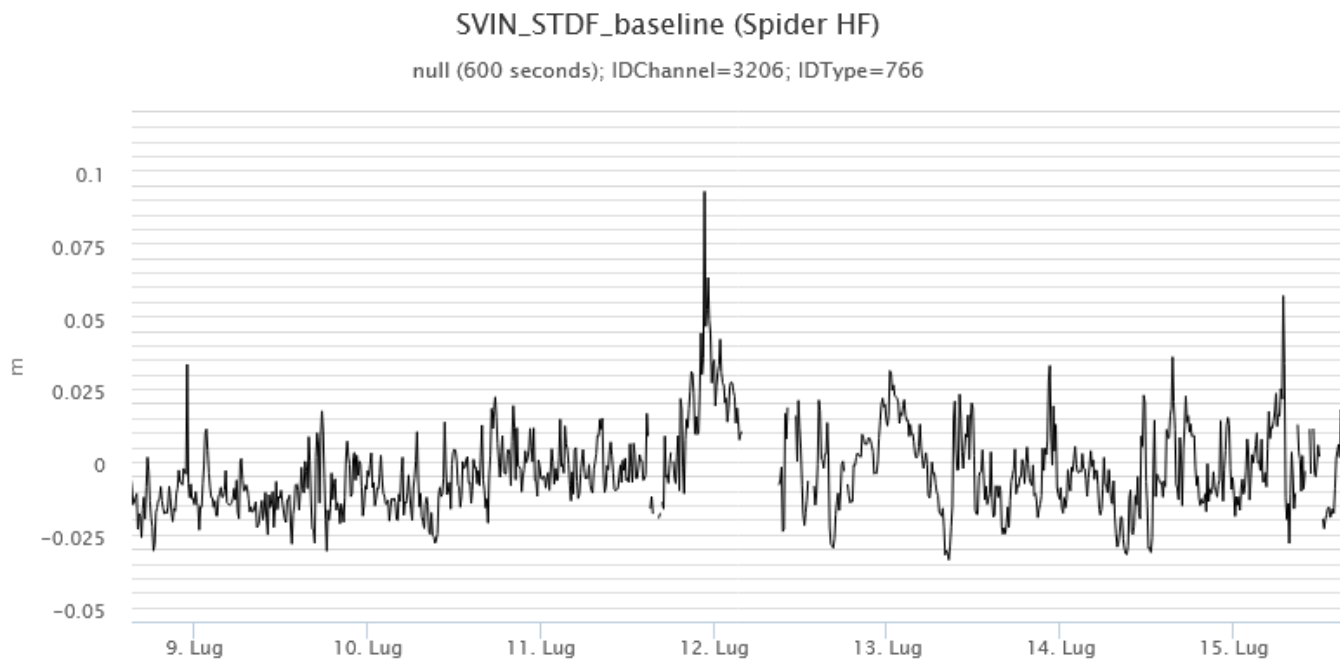


Fig. 5.1 Serie temporale della variazione di distanza (in m) tra le stazioni GNSS di SVIN e di STDF, nel corso dell'ultima settimana

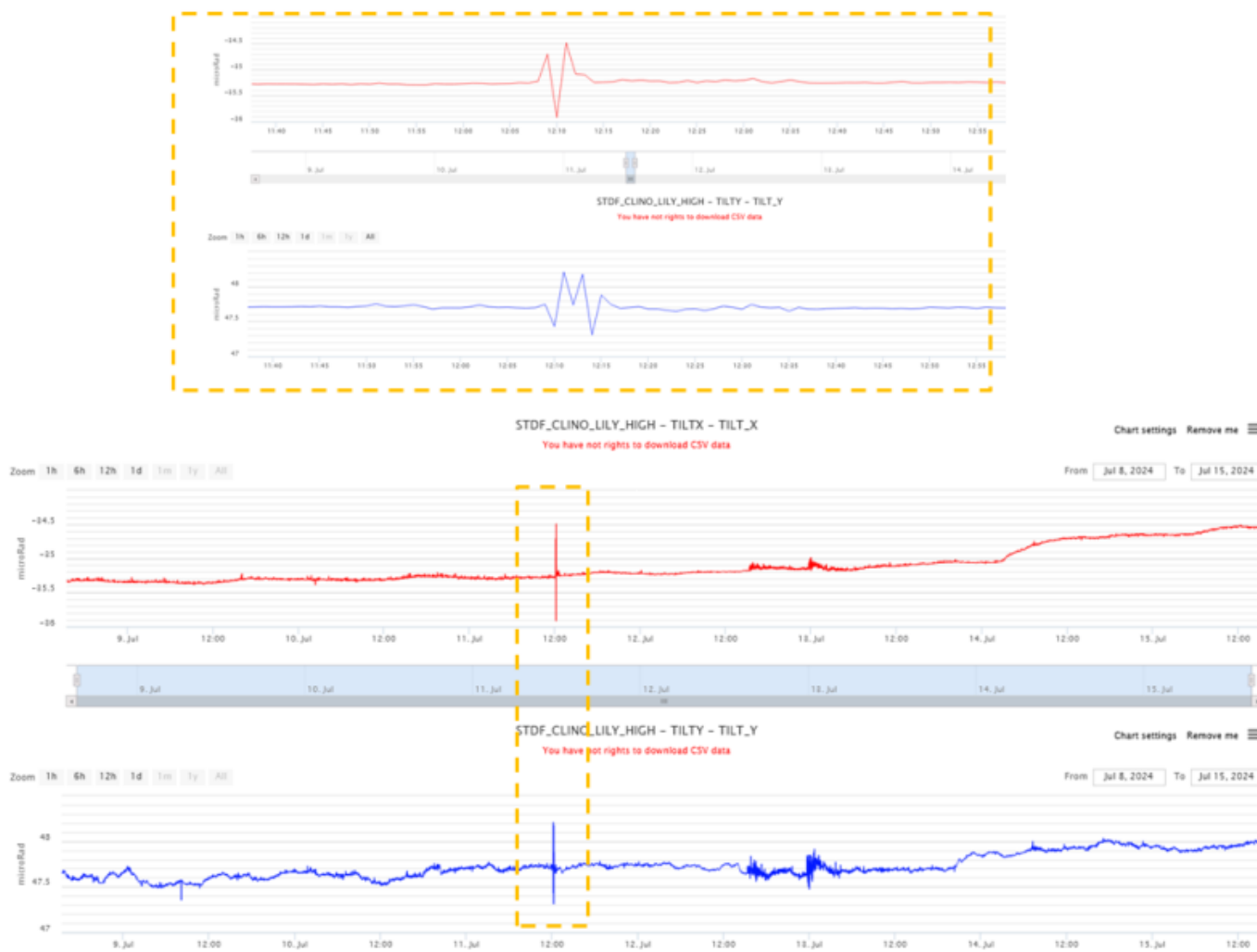


Fig. 5.2 Serie temporale delle componenti N275E e N185E della stazione clinometrica di TDF nel corso dell'ultima settimana. In alto è riportato lo zoom del segnale registrato durante l'evento parossistico di giorno 11 luglio.

6. GEOCHIMICA

Il flusso di SO₂ medio-giornaliero totale emesso dall'area craterica Nord e CS, nel periodo successivo all'incremento registrato tra il 24 giugno ed il 5 luglio, ha indicato valori in decremento che al momento si pongono su un livello medio-alto.

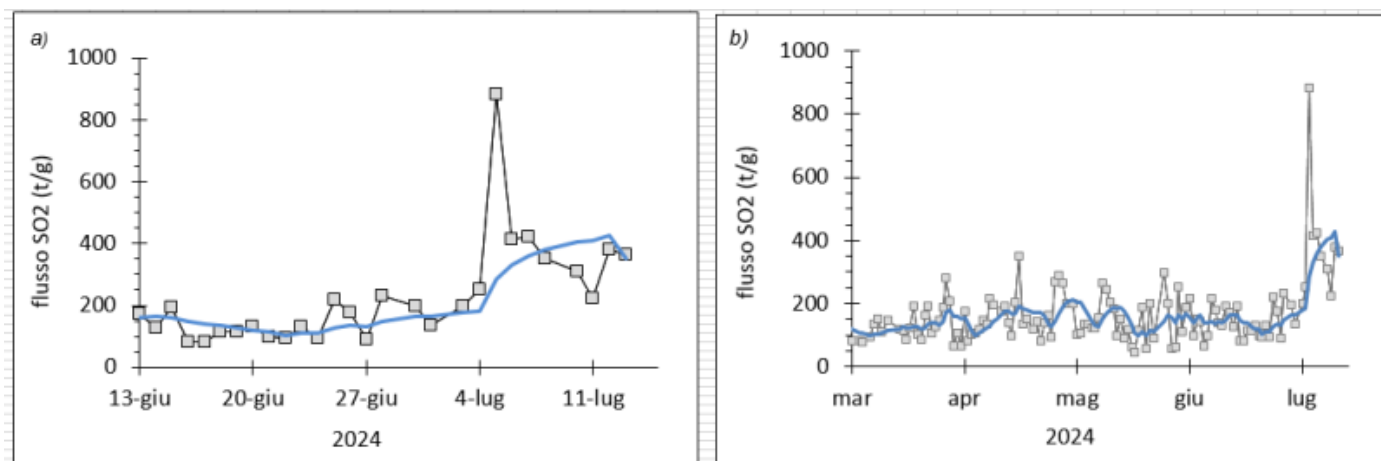


Fig. 6.1 Flusso di SO₂ medio-giornaliero nel corso dell'ultimo mese (a) e dell'ultimo semestre (b)

Il flusso di CO₂ dal suolo nell'area del Pizzo, dopo il significativo incremento registrato il 6 luglio (19000 g/m²/day), mostra valori medi di 10000 g/m²/day, stabili su un livello alto.

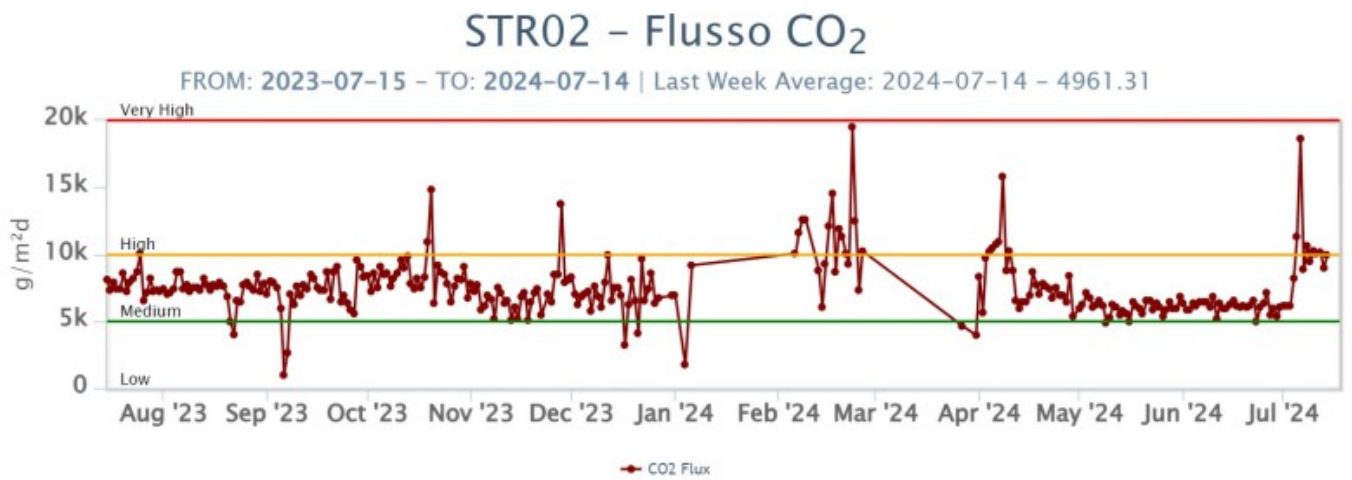
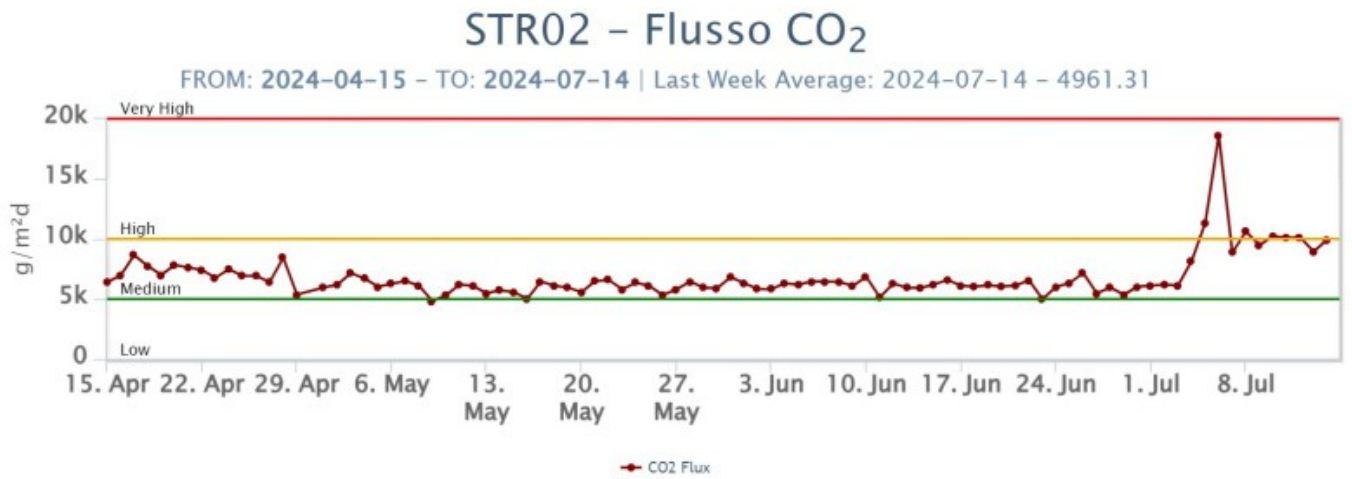


Fig. 6.2 Andamento del flusso CO₂ misurato sul Pizzo sopra la fossa, negli ultimi tre mesi e nell'ultimo anno.

Rapporto CO₂/SO₂ nel plume (Rete StromboliPlume). La media dell'ultima settimana è pari a 2,9 nell'intervallo dei valori medi.

Stromboli – Rapporto C/S

FROM: 2024-04-15 – TO: 2024-07-15 | Validated: 13 – Raw: 0 | Last daily AVG: 2024-07-14 – N.C.



Stromboli – Rapporto C/S

FROM: 2023-07-15 – TO: 2024-07-15 | Validated: 50 – Raw: 0 | Last daily AVG: 2024-07-14 – N.C.

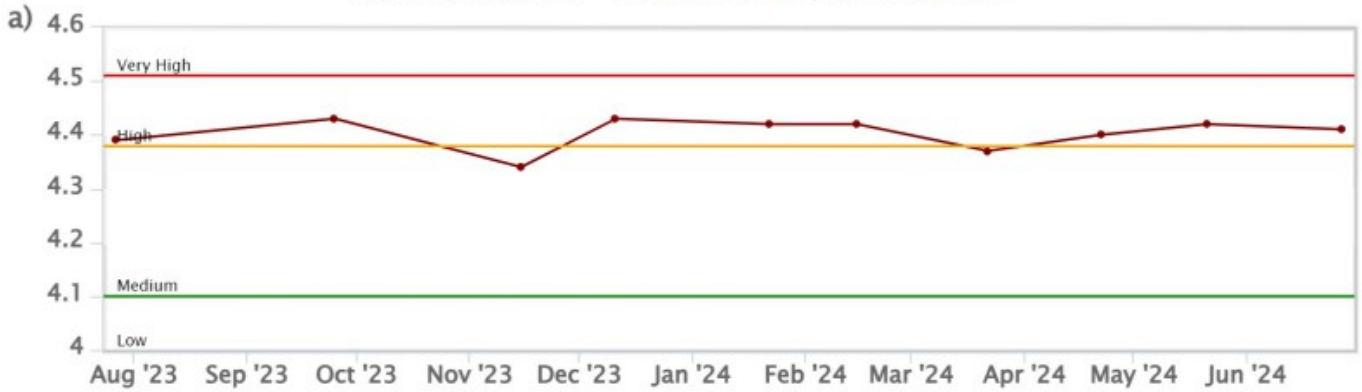


Fig. 6.3 Andamento medio settimanale del rapporto CO_2/SO_2 nel plume: a) ultimi tre mesi; b) ultimo anno.

Rapporto isotopico dell'elio (R/Ra): Non ci sono aggiornamenti rispetto all'ultimo campionamento, già riportato nel precedente bollettino. L'ultimo dato del 27 giugno, con un valore medio di 4.41, si attestava su valori alti.

Stromboli – Rapporto Isotopico He – 1 Year

FROM: 2023-07-15 – TO: 2024-07-15 | Last Value: 4.41



Stromboli – Rapporto Isotopico He – 5 Years

FROM: 2019-07-15 – TO: 2024-07-15 | Last Value: 4.41



Fig. 6.4 Rapporto isotopico di He disciolto nei pozzi termali a) ultimo anno, b) ultimi 5 anni dall'ultimo campionamento

Flusso di CO₂ dal suolo nell'area di San Bartolo. Il flusso di CO₂ emesso dal suolo nel sito Mofete è in ulteriore lieve aumento e si attesta nel campo dei valori alti; l'ultimo dato medio giornaliero del 14/07/2024 è di circa 140 g/m²/day.

Flusso di CO₂ dal suolo nell'area di Scari. Il flusso di CO₂ emesso dal suolo nel sito STR01 è in leggero aumento, con valori medio-alti che si attestano intorno a 190 g/m²/day.

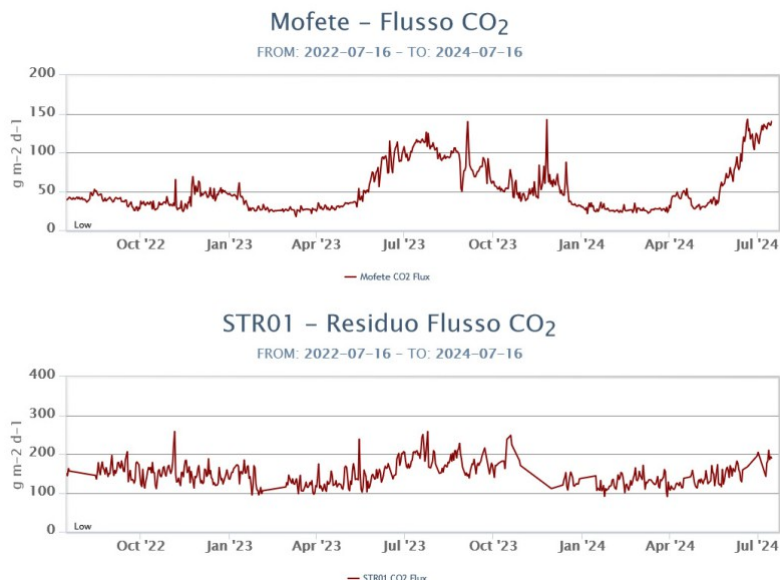


Fig. 6.5 *Andamento temporale del flusso medio giornaliero di CO₂ dal suolo misurati in a) Mofete; b) STR01 negli ultimi due anni.*

7. OSSERVAZIONI SATELLITARI

L'attività termica dello Stromboli è stata seguita tramite l'elaborazione di una varietà di immagini satellitari con differenti risoluzioni temporale, spaziale e spettrale.

In Figura 7.1 sono mostrate le stime del potere radiante dal 9 gennaio al 15 luglio 2024 calcolate usando immagini multispettrali MODIS, VIIRS, SENTINEL-3 SLSTR. Nell'ultima settimana l'attività termica in area sommitale osservata da satellite è stata contrassegnata da anomalie con flusso termico di livello alto (> 100 MW) in corrispondenza dell'attività effusiva e del parossismo. 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 dell'attività eruttiva dal 4 luglio 2024 al 15 luglio 2024 (Figura 7.2a). Alle ore 15:57 UTC del 4 luglio 2024, SEVIRI ha registrato il valore massimo delle anomalie di flusso termico pari a 1915 MW (SEVIRI). La fase iniziale dell'attività effusiva è stata caratterizzata da cattive condizioni di visibilità che hanno impedito di stimare con continuità il tasso effusivo (TADR) e gran parte dei valori ottenuti sono sottostimati (valore max 11.6 m³/sec). Per stimare il volume totale di lava eruttata è stato usato il metodo di interpolazione descritto in Torrisi et al. [2022, *Annals of Geophysics*; doi:10.4401/ag-8823] nell'intervallo di bassa visibilità (area grigia) che ha prodotto i risultati mostrati in Figura 7.2b.

In corrispondenza del fenomeno parossistico dell'11 luglio 2024, è stato registrato un lieve incremento termico prima dell'inizio dell'evento seguito da un crollo registrato tra le 11:57 UTC e le 13:42 UTC del 11 luglio 2024. Al termine dell'evento, si registra un graduale decremento dell'attività effusiva con tasso effusivo medio che si è assestato stabilmente a zero in data 12/07/2024 alle ore 02:42. Il volume medio cumulato per l'intera durata dell'attività effusiva è stimato pari a circa 2 Mm³. L'ultima anomalia di flusso termico stimata da SEVIRI è stata di circa 3.5 MW in data 15 luglio 2024 alle ore 22:57 UTC.

Dall'immagine termica ad alta risoluzione ASTER (90 m) del 09/07/2024 ore 09:26 UTC, è possibile osservare oltre alla colata ben alimentata, gli effetti termici dell'interazione del flusso lavico con il mare, dell'accumulo di materiale incandescente che si riversa in mare, e della formazione del delta lavico causato dal raggiungimento della lava alla linea di costa, in espansione dal 07/07/2024 (Figure 7.3 a). L'estensione areale delle anomalie termiche associate alla colata aggiornata all'ultima acquisizione SENTINEL-2 MSI disponibile del 10 luglio 2024 alle ore 10:00 UTC (Figura 7.3b) è stata stimata pari 0.086 km² usando un algoritmo di Machine Learning. Si osserva che il fronte lavico si propaga a mare oltre la linea di costa (Figura 7.3c).

In Figura 7.4a è mostrata la sequenza di immagini SEVIRI Ash RGB, combinazione delle bande 8.7, 10.8 e 12.0 μm nell'infrarosso, dalle 12:12 UTC alle 14:27 UTC del 11 luglio 2024. Le immagini mostrano l'emissione e dispersione verso sud-ovest della nube vulcanica. L'altezza della nube è stata stimata usando l'acquisizione VIIRS NOAA-20 di giorno 11 luglio alle ore 12:36 UTC (Figura 7.4b) pari a 4.2 km s.l.m. considerando l'area limitrofa alla zona sommitale (rettangolo rosso).

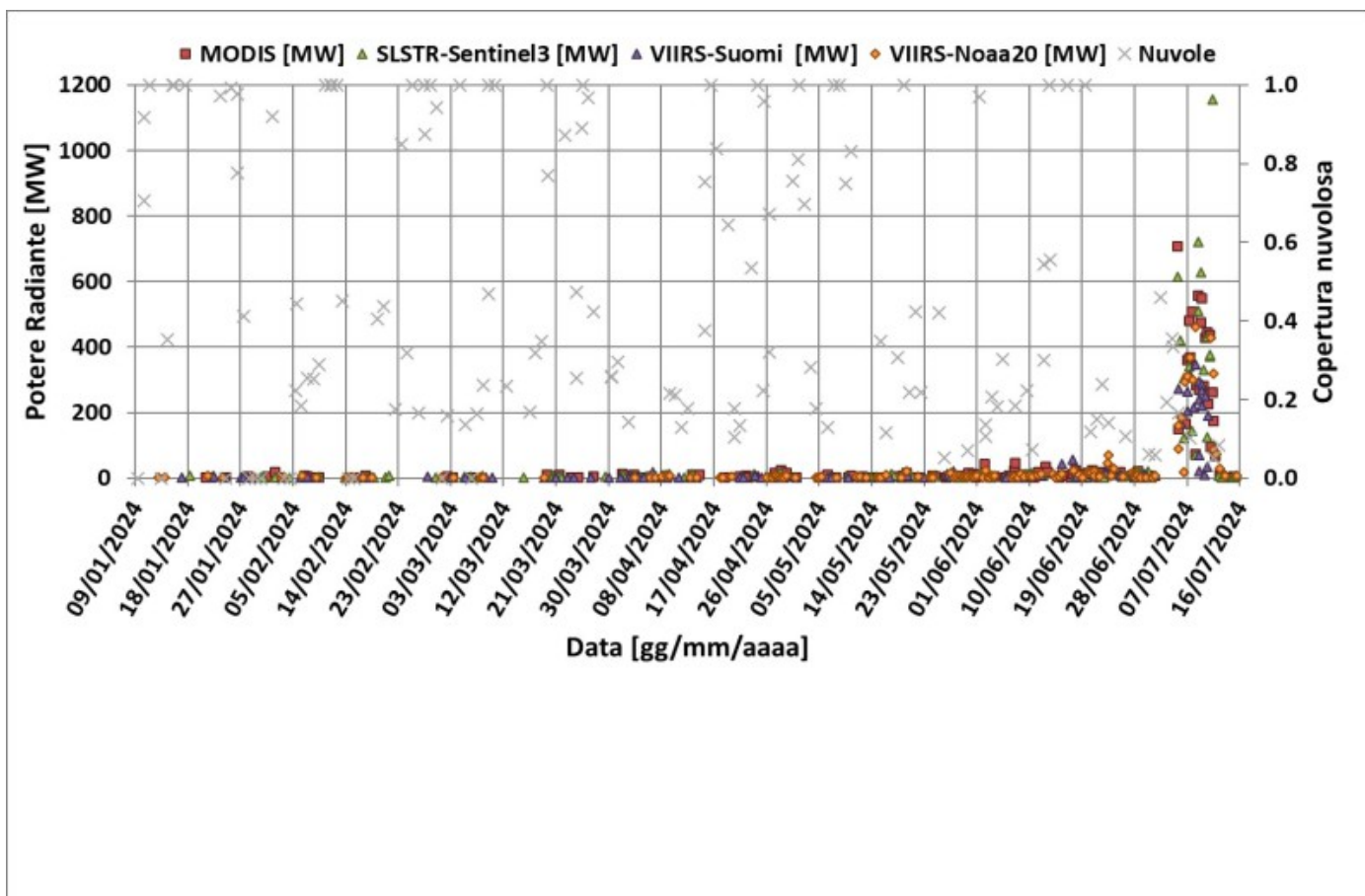


Fig. 7.1 Potere radiante calcolato da dati MODIS (quadrato rosso), SENTINEL-3 SLSTR (triangolo verde) e VIIRS (triangolo viola e rombo giallo) dal 9 gennaio al 15 luglio 2024.

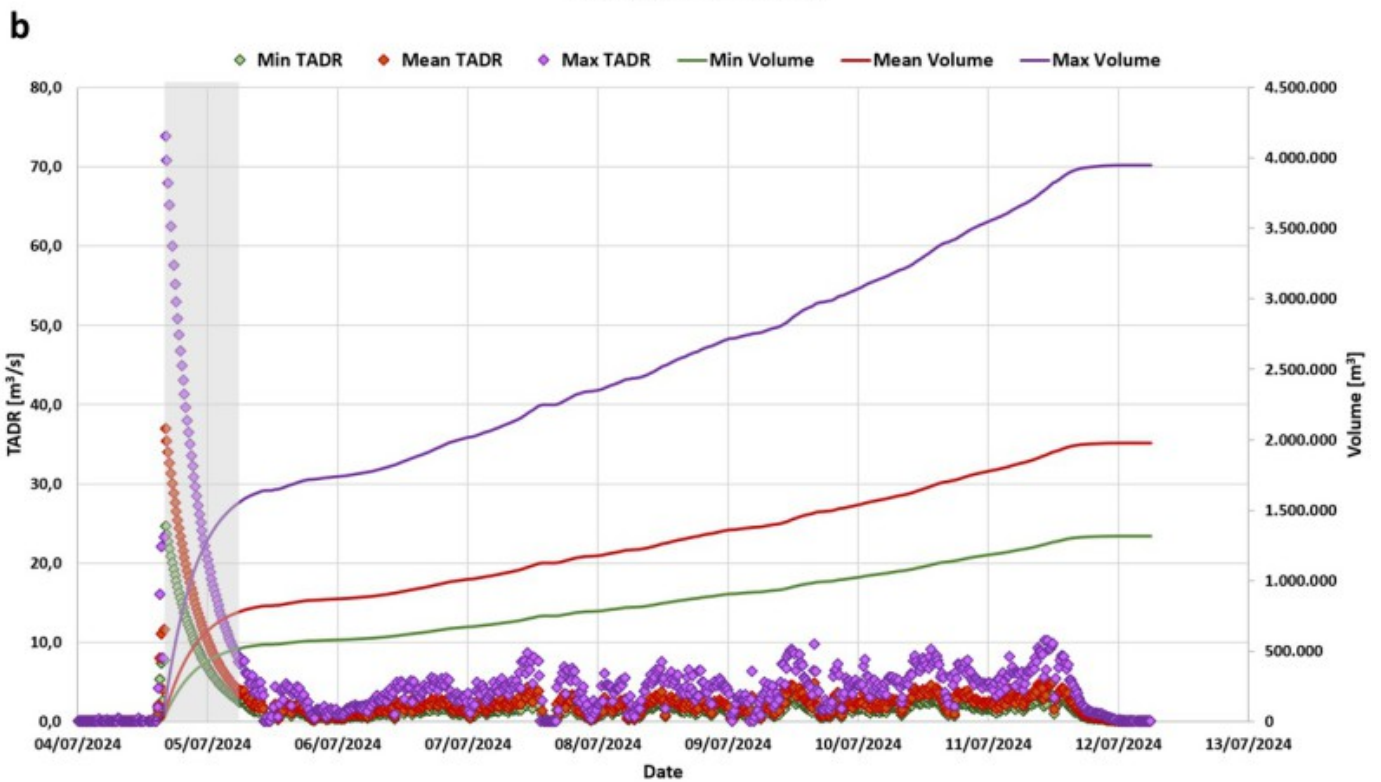
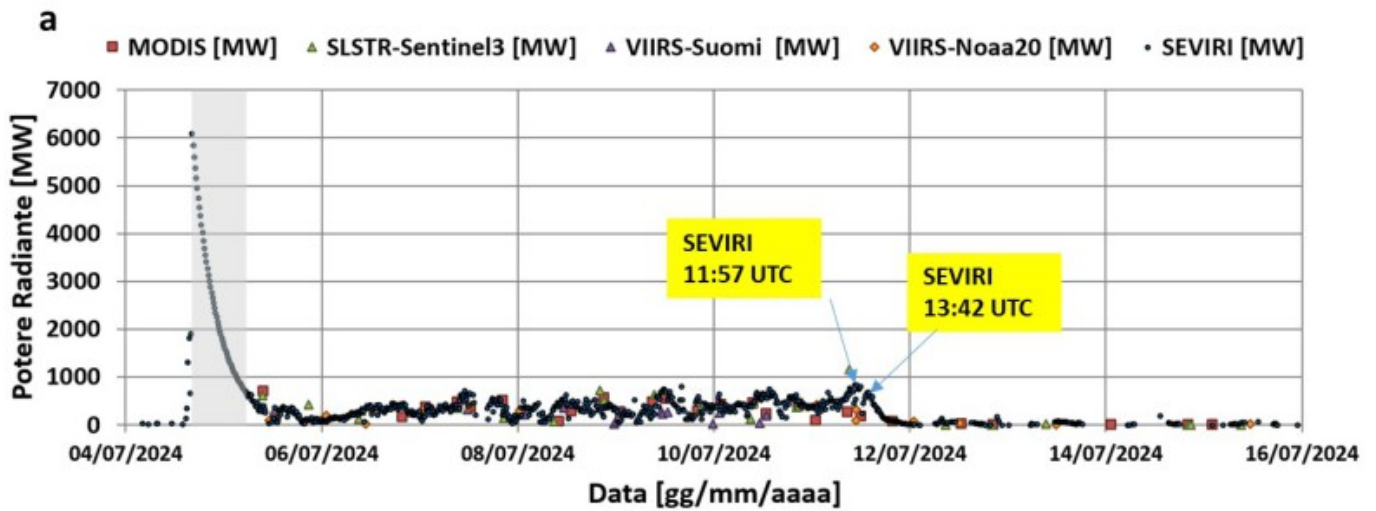


Fig. 7.2 Potere radiante dal 4 luglio al 15 luglio 2024 (a) e TADR e volume cumulativo (b) stimato da dati SEVIRI dal 4 luglio al 12 luglio 2024. Le aree grigie evidenziano i valori interpolati.

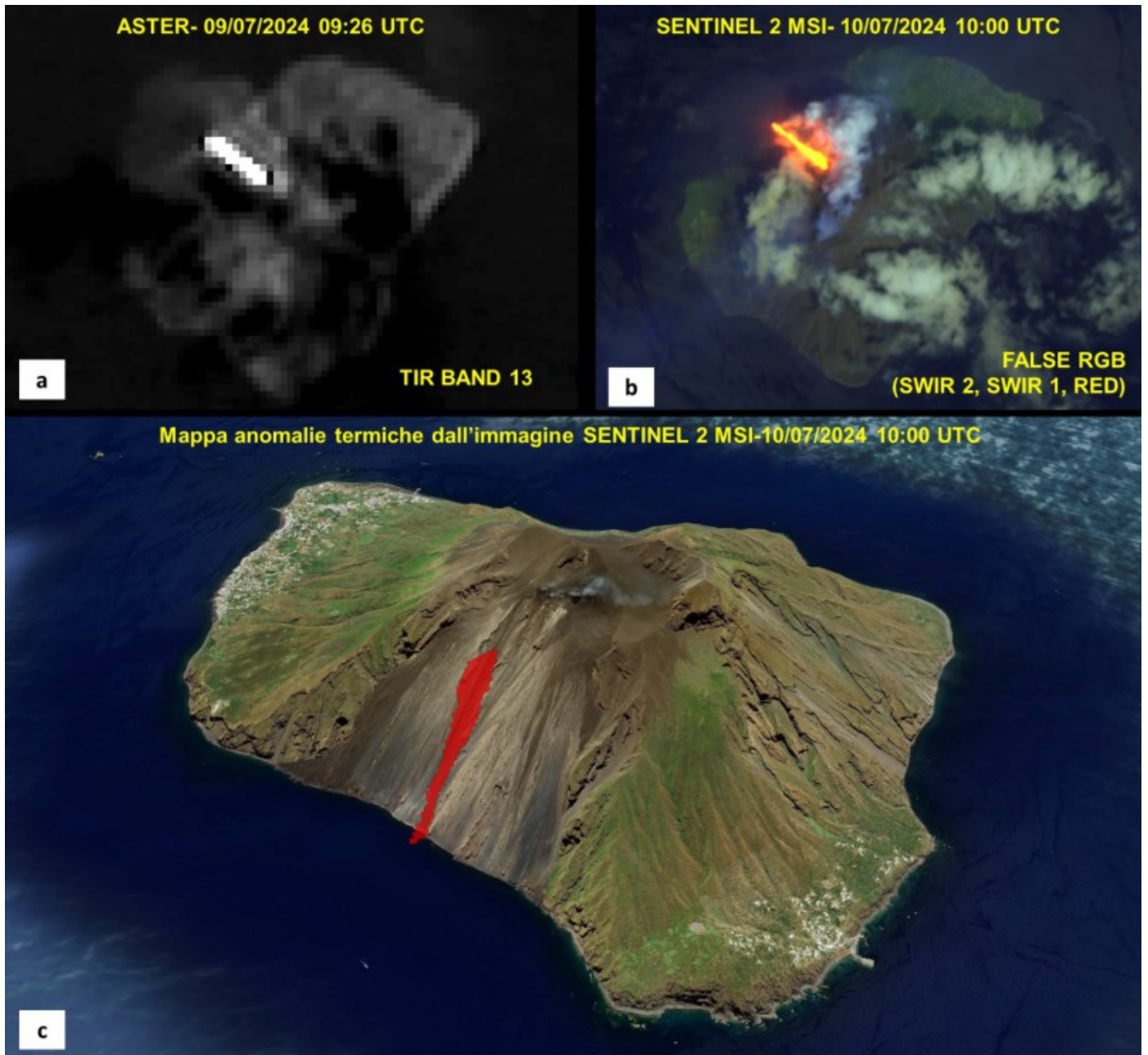


Fig. 7.3 (a) ASTER TIR BAND 13 del 09/07/2024 con risoluzione spaziale 90m che mostra sia il campo lavico che il delta lavico (b) SENTINEL 2 MSI False RGB (Band SWIR2, Band SWIR1 e Band RED) del 10/07/2024 con risoluzione spaziale 20m che mette in evidenza le anomalie termiche associate a campo lavico attivo. (c) Mappa del campo lavico identificato usando un algoritmo ML (Corradino et al., 2023).

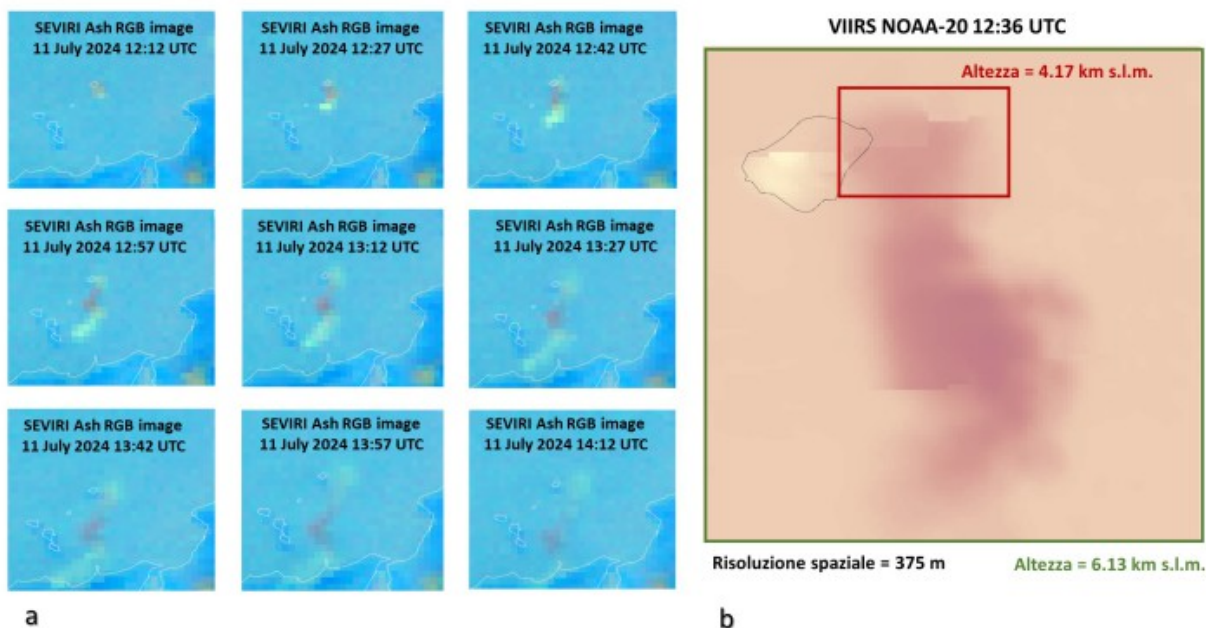


Fig. 7.4 a) Sequenza di immagini SEVIRI Ash RGB, combinazione delle bande 8.7, 10.8 e 12.0 μm nell'infrarosso, dalle 12:12 UTC alle 14:12 UTC del 11 luglio 2024. b) Immagine VIIRS NOAA-20 del 11/07/2024 ore 12:36 UTC Banda I5: Stime di altezza della nube nelle regioni limitrofe alla zona sommitale e di dispersione, rettangoli rosso e verde rispettivamente.

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 - CO ₂ /SO ₂	-	-	2	2
Geochimica - Flussi CO ₂ suolo	-	-	3	3
Geochimica Flussi SO ₂	0	0	4	4
Rete dilatometrica	1	0	1	2
Sismologia	1	0	6	7
Telecamere	0		4	4

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.