



Rep. N. 51/2023 STROMBOLI

## STROMBOLI

### BOLLETTINO SETTIMANALE

#### SETTIMANA DI RIFERIMENTO 11/12/2023 - 17/12/2023

(data emissione 19/12/2023)

#### 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 stromboliana interrotta da un evento maggiore e da un trabocco lavico. La frequenza oraria totale è stata pressoché costante tra valori medi (12-14 eventi/h). L'intensità delle esplosioni è stata bassa e media all'area craterica N e variabile da bassa ad alta a quella CS.

**2) SISMOLOGIA:** I parametri sismologici monitorati non mostrano variazioni significative, ad eccezione dell'occorrenza dell'evento esplosivo maggiore del 14/12.

**3) DEFORMAZIONI DEL SUOLO:** Le reti di monitoraggio delle deformazioni del suolo non hanno mostrato variazioni significative nel periodo in esame.

**4) GEOCHIMICA:** Flusso di SO<sub>2</sub> su un livello medio

Flusso di CO<sub>2</sub> su valori medi

Rapporto C/S nel plume su valori medio-alti (ultima misura del 19/11/2023)

Rapporto isotopico dell'elio nella falda termale in incremento su valori alti-molto alti. (ultimo campionamento 11 dicembre 2023)

Flusso di CO<sub>2</sub> a Scari: i dati continuano a permanere su su valori medi intorno a 115 g/m<sup>2</sup>day

**5) OSSERVAZIONI SATELLITARI:** L'attività termica osservata da satellite è stata generalmente di livello basso con rare ed isolate anomalie di livello moderato.

#### 2. SCENARI ATTESI

---

Attività persistente di tipo stromboliano di intensità ordinaria accoppiata a colate laviche lungo la Sciara del Fuoco da tracimazione dai crateri. L'attività può essere accompagnata da crolli di roccia o valanghe di detrito lungo la Sciara del Fuoco e da potenziali esplosioni idro-magmatiche per interazione tra lava e mare con lancio di blocchi fino a qualche centinaio di metri dalla costa e dispersione di gas e/o cenere vulcanica. 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 periodo in osservazione, l'attività eruttiva dello Stromboli è stata caratterizzata attraverso le analisi delle immagini registrate dalle telecamere di sorveglianza dell'INGV-OE di quota 190 (SCT-SCV), del Pizzo (SPT) e di Punta dei Corvi (SPCT). L'attività esplosiva è stata prodotta, in prevalenza, da 3 (tre) bocche eruttive localizzate nell'area craterica Nord e da 2 (due) bocche poste nell'area centro meridionale (Fig.3.1).

Durante questo periodo è stato osservato un evento maggiore dall'area craterica centro-meridionale il giorno 14 dicembre e l'inizio di un trabocco lavico dall'area craterica settentrionale il giorno 17 dicembre.

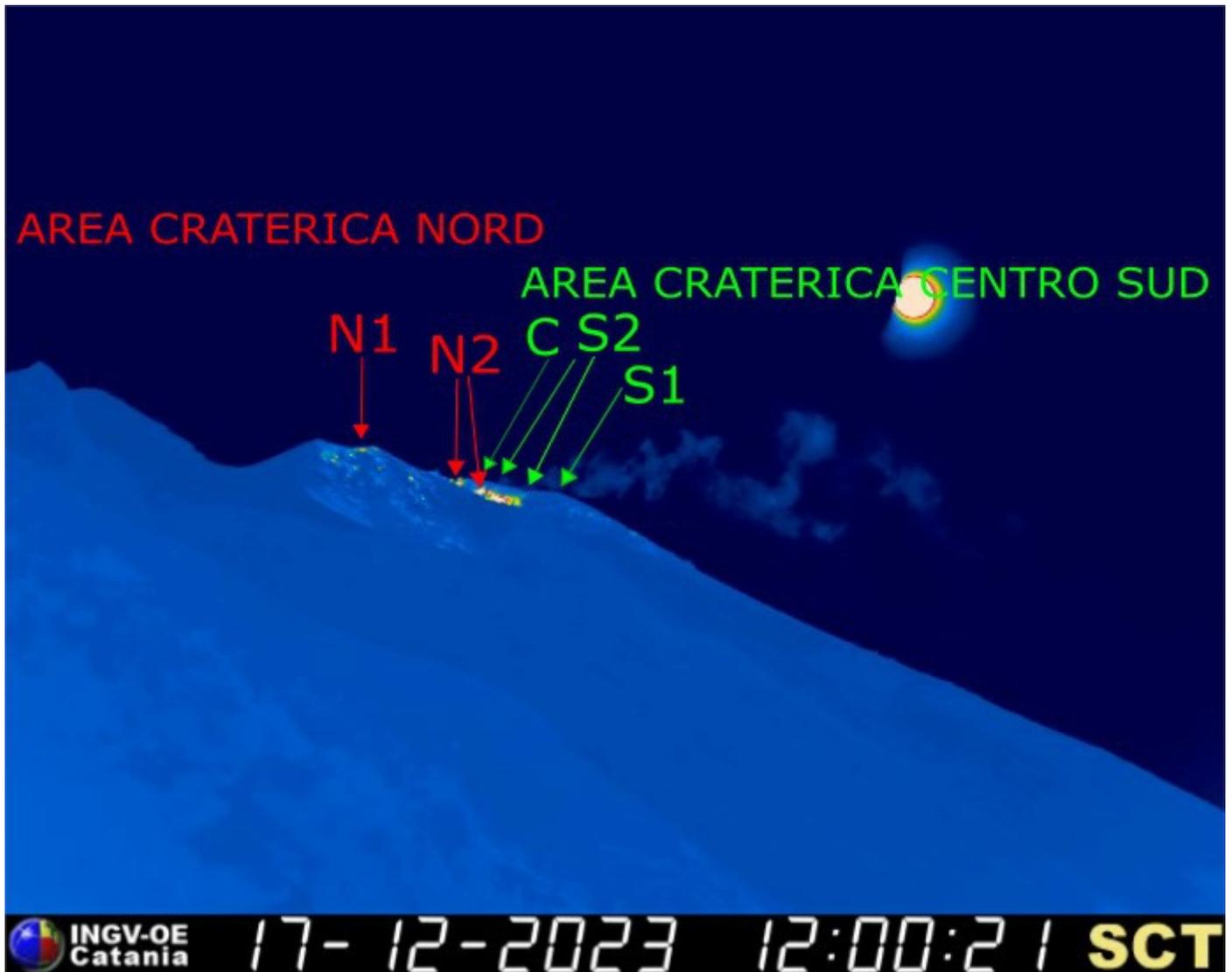


Fig. 3.1 Bocche attive della terrazza craterica viste dalla telecamera di quota 190 (SCT).

Osservazioni di campagna a seguito del sopralluogo del 13 dicembre.

Nella mattinata di giorno 13 dicembre personale tecnico dell'INGV-OE di Catania e ricercatori del progetto dipartimentale UNO hanno effettuato un sopralluogo in area sommitale per caratterizzare i cambiamenti morfo-strutturali della terrazza craterica e per eseguire manutenzioni ad alcune stazioni di acquisizioni dati.

La morfologia dei crateri è pressoché invariata dalle ultime osservazioni. Dal punto di osservazione del Pizzo:

il settore S2 è un unico grande cono ben strutturato (Fig. 3.2) con attività di intensità media in frequenza ed intensità con prevalenti esplosioni ricche di materiale fine e in minor presenza di materiale grossolano. Il forte vento ha trasportato i prodotti ceneritici in direzione dell'abitato di Stromboli.

Il settore S1 è debolmente fumarolizzato e non è stata osservata attività esplosiva.

Il settore C anche morfologicamente non è più visibile.

Il settore N2 ha mostrato un hornito con attività esplosiva di frequenza molto bassa prevalentemente di gas in pressione; mentre il settore N1, visto da quota 750 lato N, ha mostrato una struttura prospiciente e collassante sulla Sciara del Fuoco con attività esplosiva di materiale grossolano frammisto a fine di bassa intensità.

Purtroppo la stazione video del Pizzo SPT è stata danneggiata dal vento e non appena il meteo lo consentirà sarà effettuato il ripristino.



**Fig. 3.2** Foto scattata dal Pizzo del settore craterico S2, in evidenza, e dei settori adiacenti S1 e C.

Osservazioni dell'attività esplosiva ripresa dalle telecamere di sorveglianza

All'area craterica Nord (N), con una bocca posta nel settore N1 e due bocche poste nel settore N2, è stata osservata una attività esplosiva di intensità bassa (minore di 80 m di altezza) e media (minore di 150 m). I prodotti eruttati sono stati in prevalenza di materiale grossolano (bombe e lapilli). L'attività di spattering è stata osservata al settore N2 nella mattina di giorno 17 dicembre con una intensità maggiore dalla bocca prospiciente la Sciara del fuoco in seguito sede dell'inizio del trabocco lavico. La frequenza media delle esplosioni è stata pressoché costante con 6 e 7 eventi/h.

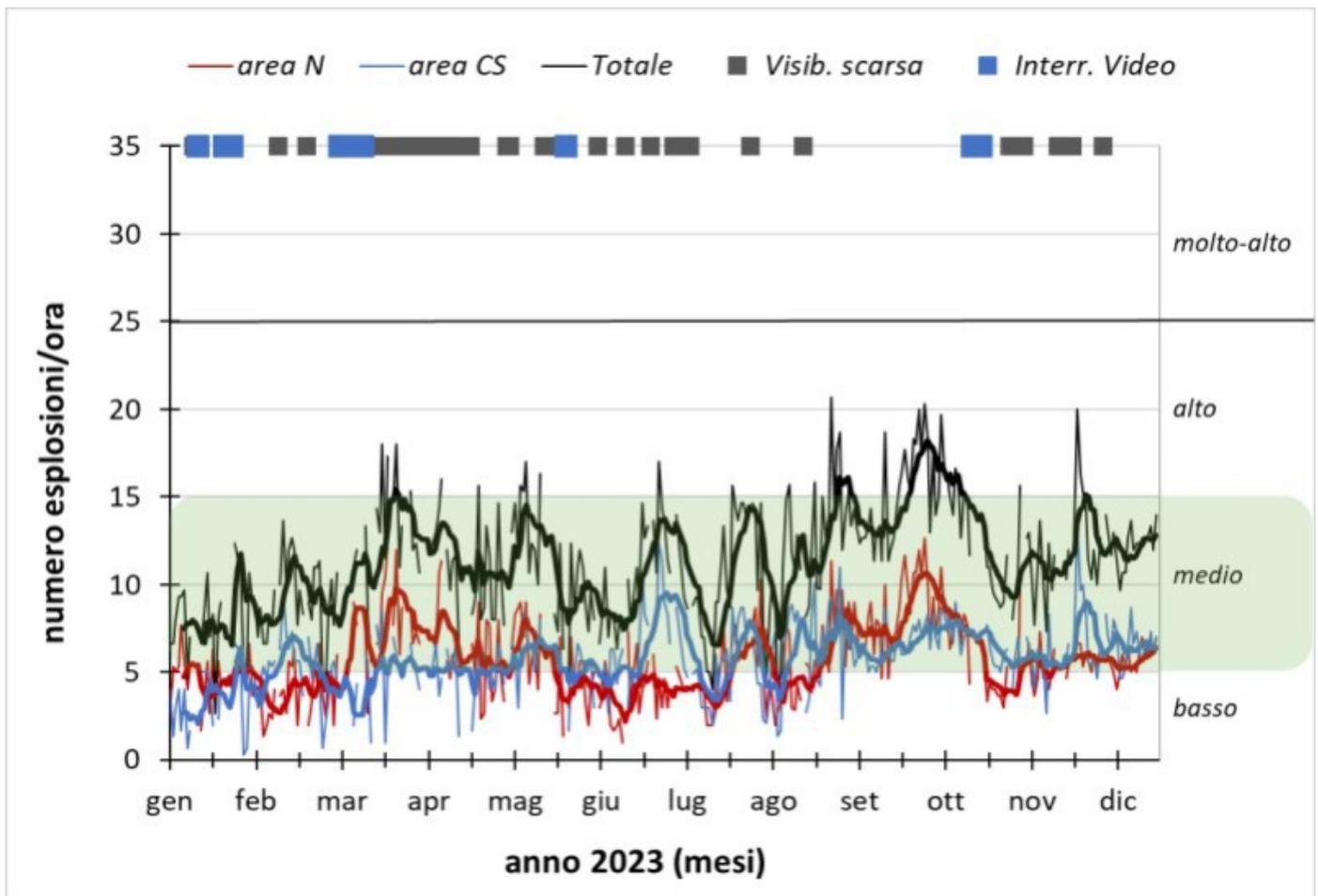
All'area Centro-Sud (CS) i settori S1 e C non ha mostrato attività significativa mentre il settore S2 con due bocche attive con intensità variabile da bassa ad alta (oltre i 150 m di altezza) di materiale grossolano frammisto a fine. La frequenza media delle esplosioni è stata pressoché costante con 6 e 7 eventi/h. (Fig.3.3).

Evento maggiore di giorno 14 dicembre.

Giorno 14 dicembre è stato osservato un evento maggiore all'area craterica centro meridionale.

Di seguito la descrizione dell'evento. Gli orari sono in standard UTC.

Alle ore 13:35:02 ha avuto inizio un evento esplosivo ad alta energia al settore S2 dell'area craterica centro meridionale (Fig. 3.4 a). I prodotti piroclastici hanno superato i 250 m di altezza al di sopra del punto di emissione (Fig. 3.4 b) e gran parte sono ricaduti lungo la Sciara del Fuoco raggiungendo la linea di costa dopo circa 1 min dall'inizio dell'evento (Fig. 3.4 c). A causa della copertura nuvolosa non è stato possibile descrivere l'intero evento e l'ultima esplosione visibile da attribuire all'evento è occorsa alle 13:41:31 (Fig. 3.4 d). In questa ultima esplosione i prodotti hanno raggiunto i 100 m di altezza e la durata dell'evento è di circa 6 s.



**Fig. 3.3** *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.*

Giorno 14 dicembre è stato osservato un evento maggiore all'area craterica centro meridionale.

Di seguito la descrizione dell'evento. Gli orari sono in standard UTC.

Alle ore 13:35:02 ha avuto inizio un evento esplosivo ad alta energia al settore S2 dell'area craterica centro meridionale (Fig. 3.4 a). I prodotti piroclastici hanno superato i 250 m di altezza al di sopra del punto di emissione (Fig. 3.4 b) e gran parte sono ricaduti lungo la Sciara del Fuoco raggiungendo la linea di costa dopo circa 1 min dall'inizio dell'evento (Fig. 3.4 c). A causa della copertura nuvolosa non è stato possibile descrivere l'intero evento e l'ultima esplosione visibile da attribuire all'evento è occorsa alle 13:41:31 (Fig. 3.4 d). In questa ultima esplosione i prodotti hanno raggiunto i 100 m di altezza e la durata dell'evento è di circa 6 s.

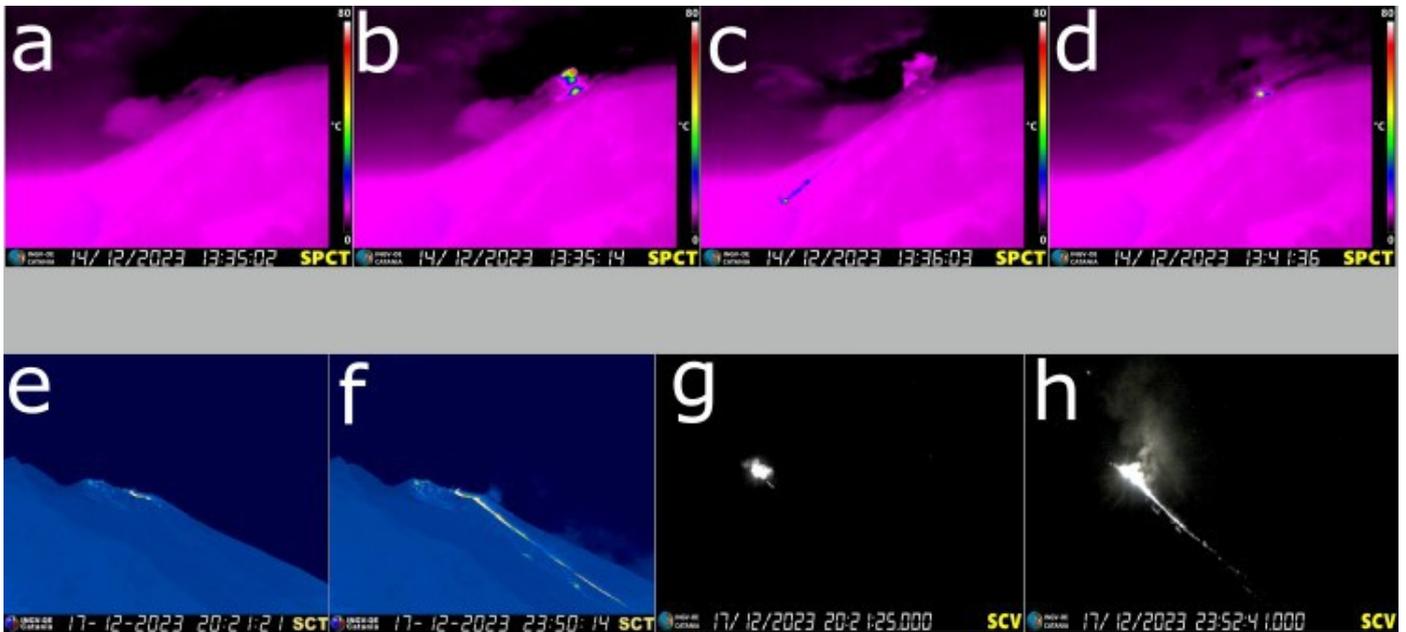
Trabocco lavico del 17 dicembre.

Giorno 17 dicembre è stato osservato un trabocco lavico all'area craterica settentrionale.

Di seguito la descrizione dell'evento. Gli orari sono in standard UTC.

Dalle ore 11:55 ha avuto inizio una intensa attività di spattering allo hornitos posto nel settore N2.

Dalle ore 20:21:21 ha avuto inizio il trabocco lavico (Fig. 3.4 e-g) costituito da blocchi incandescenti, che oltrepassando l'orlo craterico del settore N2 e rotolando sono stati depositi lungo la Sciara mostrando colate reomorfiche (Fig. 3.4 f-h). Alla fine del periodo osservato il trabocco è stato ancora attivo.



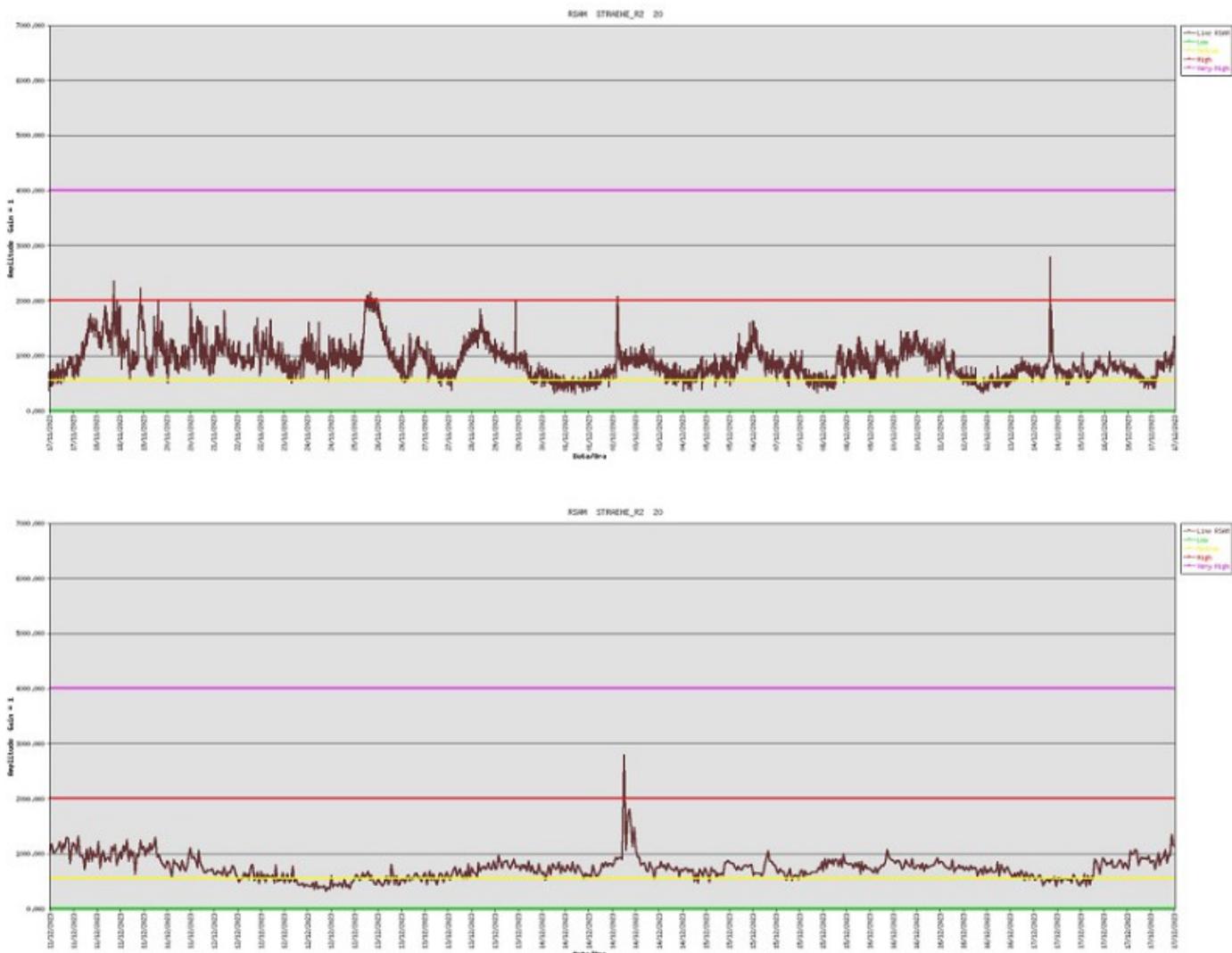
**Fig. 3.4** Fotogrammi (a-b-c-d) dell'evento maggiore del 14 dicembre ripresi dalla telecamera termica SPCT. Fotogrammi del trabocco lavico del 17 dicembre ripresi dalla telecamera termica SCT(e-f), mentre i fotogrammi (g-h) ripresi dalla telecamera visibile SCV.

#### 4. SISMOLOGIA

NOTA: Il bollettino viene realizzato con i dati acquisiti da un numero massimo di 8 stazioni.

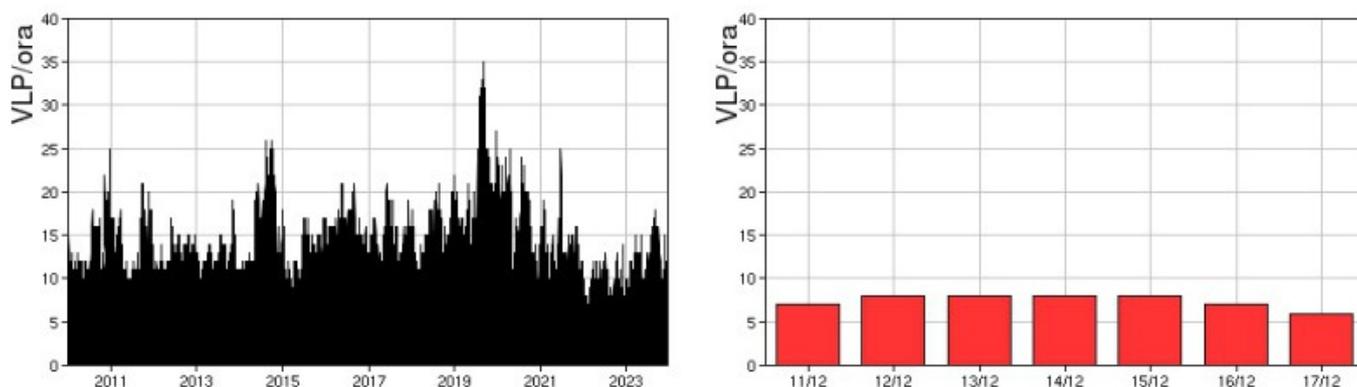
Si segnala l'occorrenza alle ore 13:34 UTC del 14/12 di un evento esplosivo maggiore. L'evento ha fatto registrare un aumento del tremore su valori alti. Il segnale VLP associato all'evento ha presentato un'ampiezza elevata.

Nel corso della settimana l'ampiezza del tremore ha avuto valori tra BASSI e MEDI. Il picco su valori alti visibile nel grafico è associato all'evento esplosivo maggiore del 14/12.



**Fig. 4.1** Media giornaliera dell'ampiezza del tremore alla stazione STRA dal 17/11/2023 (alto) e nell'ultima settimana (basso).

La frequenza di occorrenza dei VLP ha avuto valori compresi tra 6 e 8 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 generalmente BASSI, ad eccezione dell'ampiezza elevata del segnale VLP associato all'evento esplosivo del 14/12.

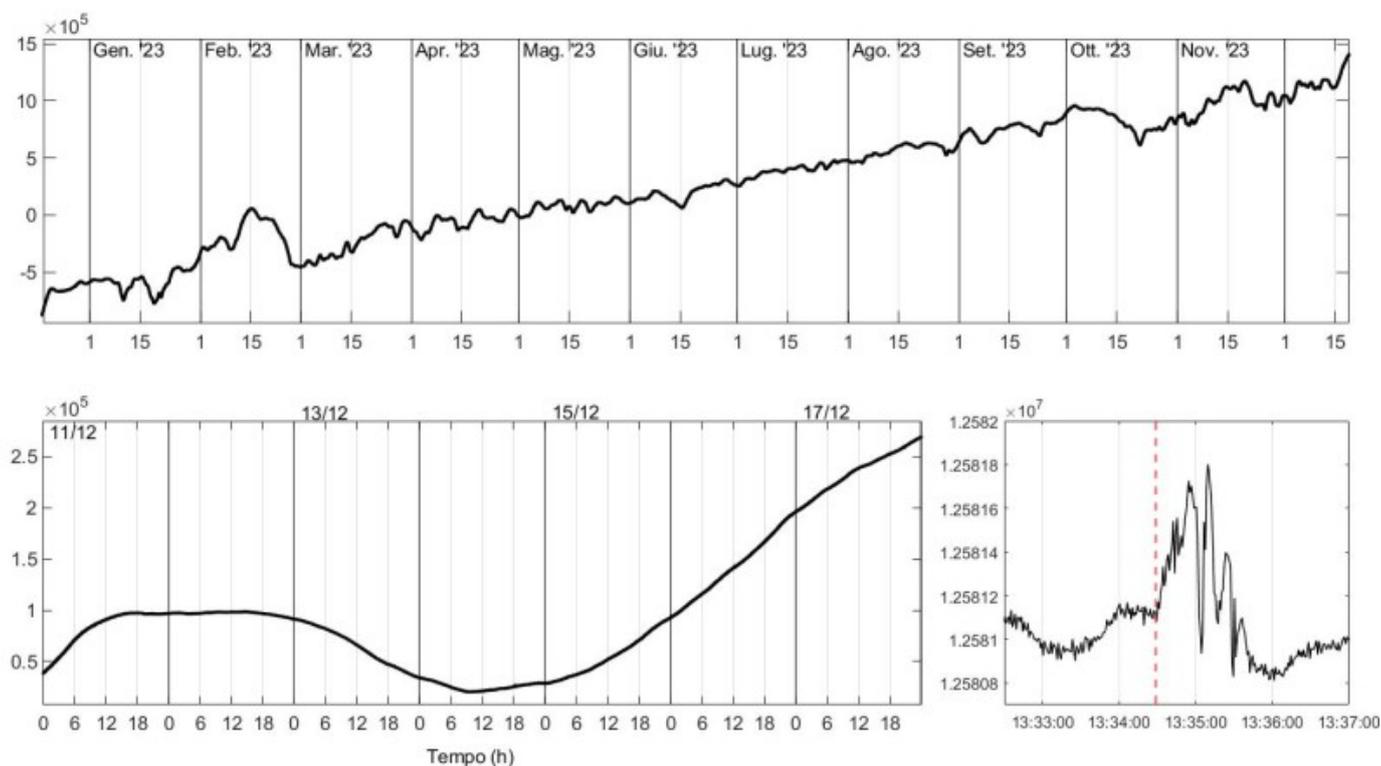
L'ampiezza degli explosion-quakes ha avuto valori generalmente BASSI, ad eccezione dell'ampiezza elevata dell'evento esplosivo del 14/12.

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 19/12/2022 alle 23:05 UTC del giorno 18/12/2023. In basso, a sinistra lo strain registrato nell'ultima settimana, dalle 00:00 UTC del giorno 11/12/2023 alle 24:00 UTC del giorno 17/12/2023; a destra, è riportato lo strain registrato in concomitanza dell'esplosione maggiore del 14/12, in cui si evince una variazione significativa del parametro a partire dalle 13:34:29 UTC (linea rossa tratteggiata).

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



**Fig. 4.3** Grafico relativo al dato dilatometrico registrato a SVO: in alto viene mostrato lo strain registrato dal 19/12/2022, in basso, a sinistra, quello nell'ultima settimana; a destra, lo strain registrato in concomitanza dell'esplosione maggiore del 14/12, in cui si evince una variazione significativa del parametro a partire dalle 13:34:29 UTC (linea rossa tratteggiata) .

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 ad alta frequenza della rete GNSS permanente non ha mostrato variazioni significative. Si

riporta come esempio la variazione della distanza tra le due stazioni poste agli opposti versanti dell'isola: San Vincenzo (SVIN) e Timpone del Fuoco (STDF).

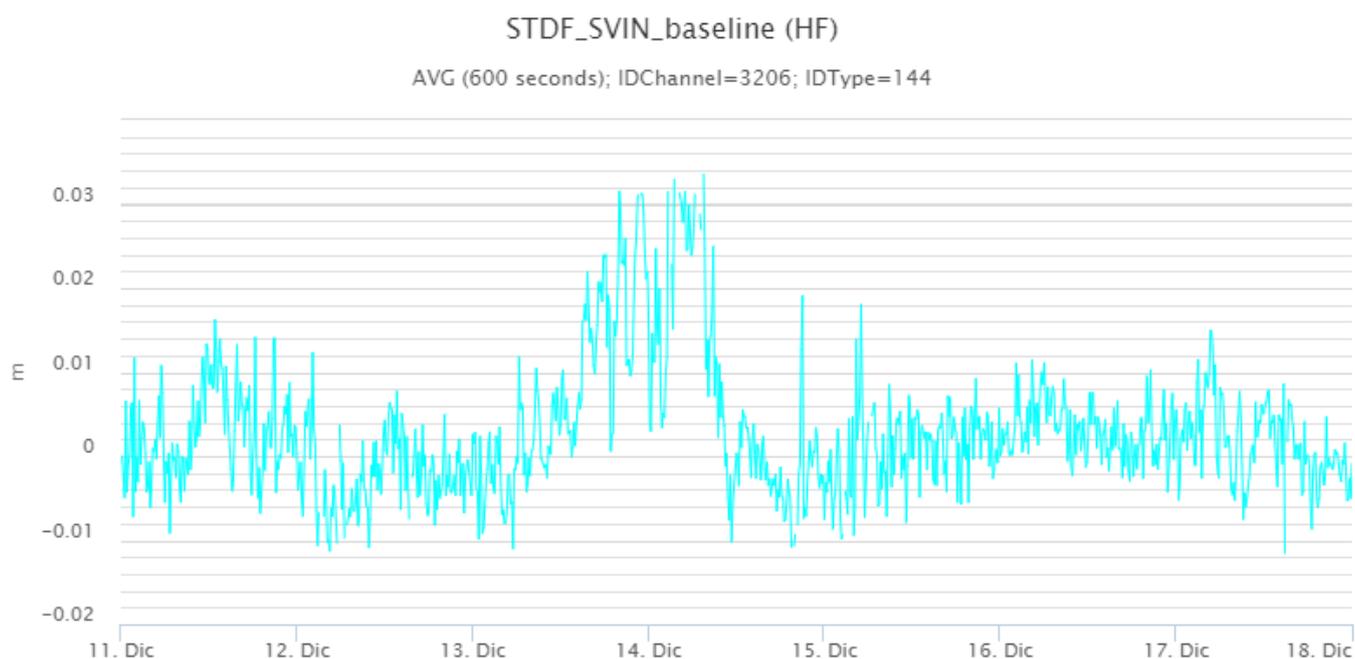


Fig. 5.1 Serie temporale della variazione di distanza tra le stazioni GNSS di SVIN e di STDF, nel corso dell'ultima settimana.

Per quanto riguarda i segnali clinometrici, la stazione di Timpone del Fuoco (TDF) non ha mostrato variazioni significative, solo alcuni disturbi di natura strumentale giorno 15 dicembre.

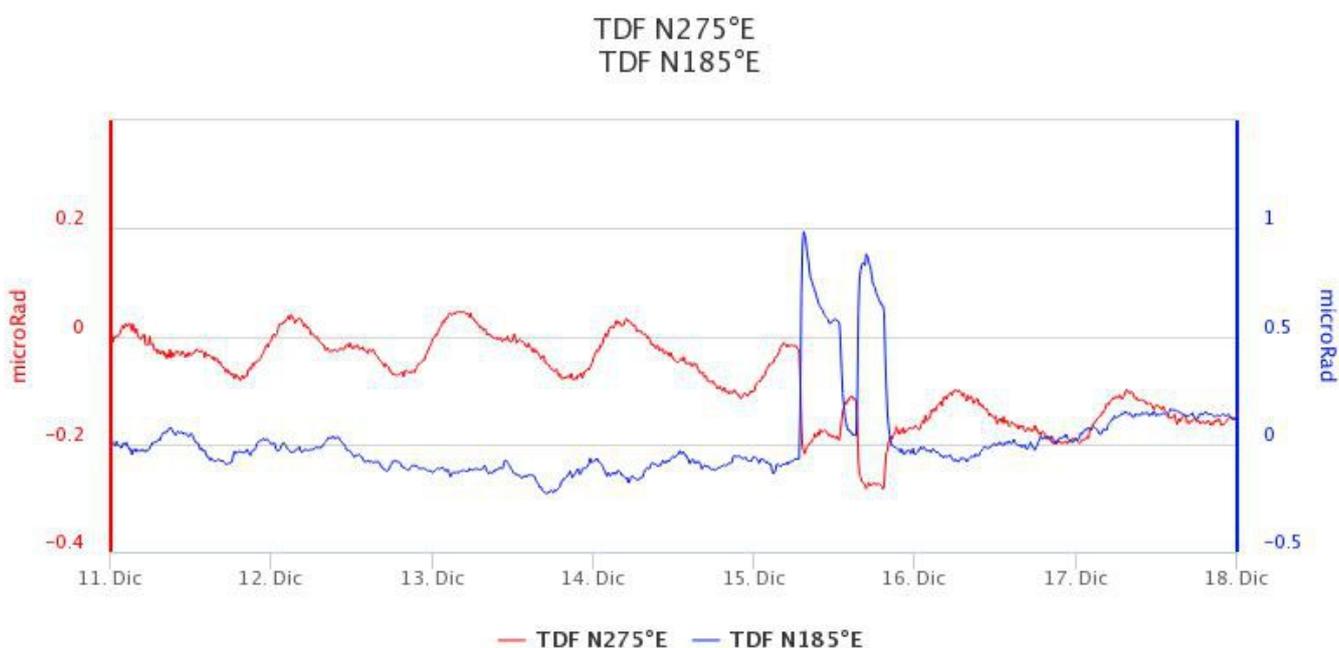


Fig. 5.2 Serie temporale delle componenti N275E e N185E della stazione clinometrica di TDF, nel corso dell'ultima settimana

## 6. GEOCHIMICA

Il flusso di SO<sub>2</sub> medio-giornaliero totale emesso dall'area craterica N e CS nel periodo è stabile su un livello medio.

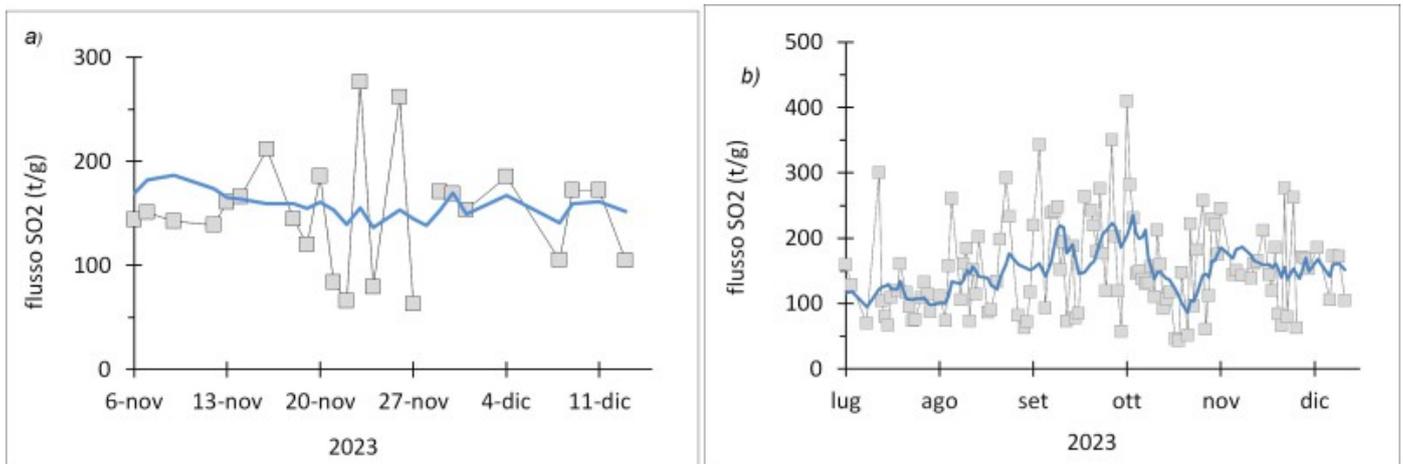


Fig. 6.1 Flusso di SO<sub>2</sub> medio-giornaliero nel corso dell'ultimo mese (a) e dell'ultimo semestre (b)

Flusso di CO<sub>2</sub> in area sommitale. I flussi di CO<sub>2</sub> nella settimana corrente si attestano su valori medio-bassi.

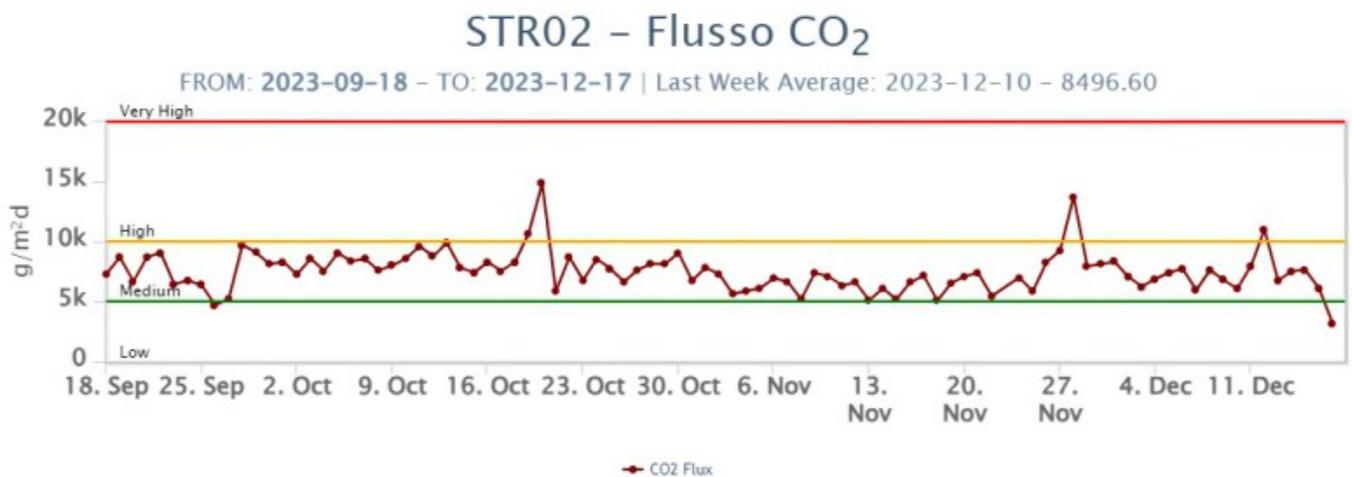


Fig. 6.2 Fig. 6.2 Andamento temporale del flusso di CO2 dal suolo: a) ultimi tre mesi; b) ultimo anno.

Rapporto CO2/SO2 nel plume (Rete StromboliPlume). L'ultimo valore misurato del 19/11/2023 si attestava su valori medio-alti.

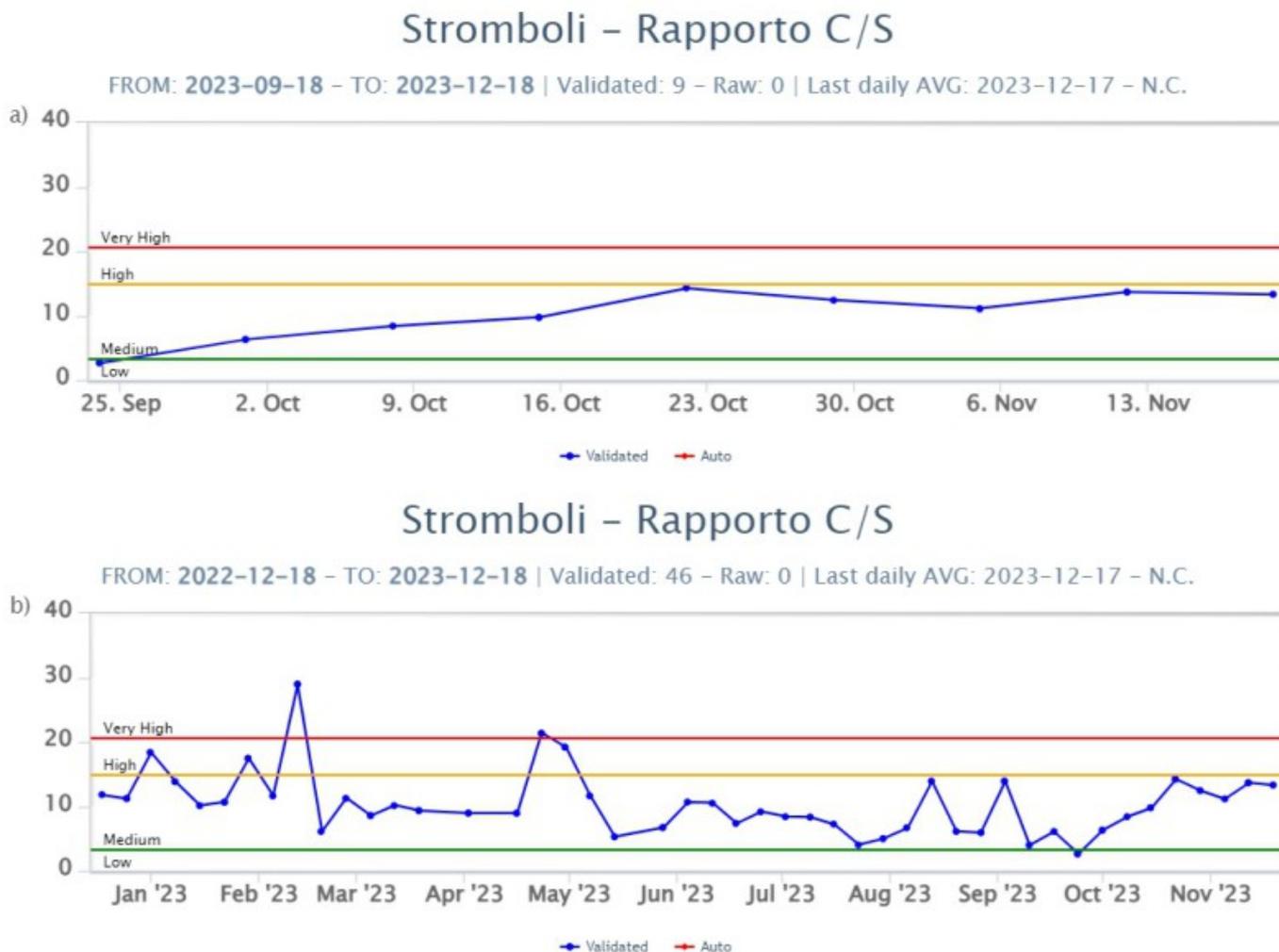


Fig. 6.3 Fig. 6.3 Andamento medio settimanale del rapporto CO2/SO2 nel plume: a) ultimi tre mesi; b) ultimo anno.

Rapporto isotopico di He disciolto nei pozzi termali. Si registra un incremento del rapporto isotopico dell'elio disciolto nella falda termale rispetto al campione precedente. Il valore, aggiornato al 11 dicembre 2023 si attesta su valori alti-molto alti.

## Stromboli – Rapporto Isotopico He – 1 Year

FROM: 2022-12-18 – TO: 2023-12-18 | Last Value: 4.43



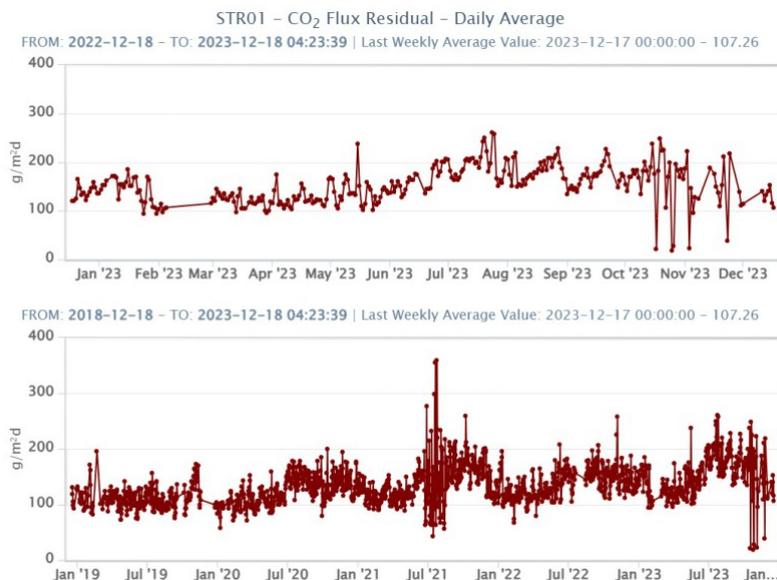
## Stromboli – Rapporto Isotopico He – 5 Years

FROM: 2018-12-18 – TO: 2023-12-18 | Last Value: 4.43



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

Flusso di CO<sub>2</sub> dal suolo nell'area di Scari. Nell'ultima settimana, il flusso di CO<sub>2</sub> emessa dal suolo nel sito STR01 si è mantenuto stabile su valori medi.



**Fig. 6.5** *Fig. 6.5 Flussi di CO<sub>2</sub> dal suolo misurati in STR01 a) nell'ultimo anno; b) negli ultimi 5 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 30 giugno al 18 dicembre 2023 calcolate usando immagini multispettrali MODIS, VIIRS e SENTINEL-3 SLSTR. Nell'ultima settimana l'attività termica in area sommitale è stata generalmente di livello basso con rare ed isolate anomalie di livello moderato associate al trabocco lavico del 17 dicembre 2023. Il valore massimo delle anomalie di flusso termico è stato di 34 MW (VIIRS) il 18 dicembre alle ore 01:00 UTC. L'ultima anomalia di flusso termico (8 MW, VIIRS) è stata registrata il 18 dicembre 2023 alle ore 11:30 UTC. Tuttavia, nell'ultima settimana le cattive condizioni meteorologiche possono aver condizionato l'analisi delle immagini satellitari.

In Figura 7.2 viene mostrata l'immagine ad alta risoluzione spaziale SENTINEL 2-MSI del 18 dicembre 2023 alle ore 09:53 UTC analizzata per identificare la mappa delle anomalie termiche associate al trabocco lavico del 17 dicembre 2023. La stima dell'estensione totale dell'area delle anomalie (che giunge in prossimità della costa) è pari a circa 0.069 kmq, mentre la colata ancora attiva osservata il 18 dicembre 2023 da SENTINEL-2 MSI raggiunge una quota stimata di 500 m s.l.m.

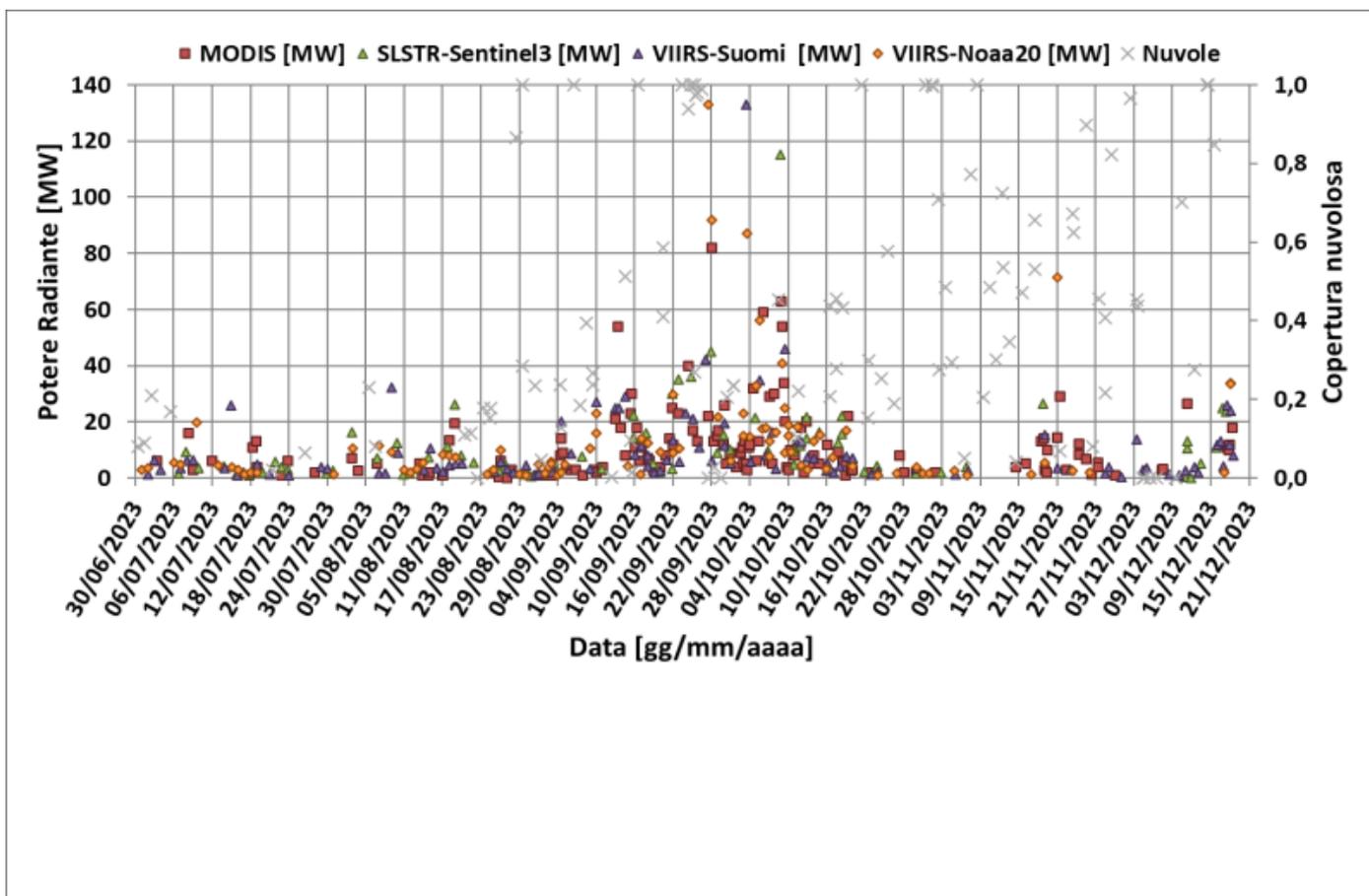


Fig. 7.1 Potere radiante calcolato da dati MODIS (quadrato rosso), SENTINEL-3 SLSTR (triangolo verde) e VIIRS (triangolo viola e rombo giallo) dal 30 giugno al 18 dicembre 2023. Per l'intero periodo analizzato è anche riportato l'indice di nuvolosità.

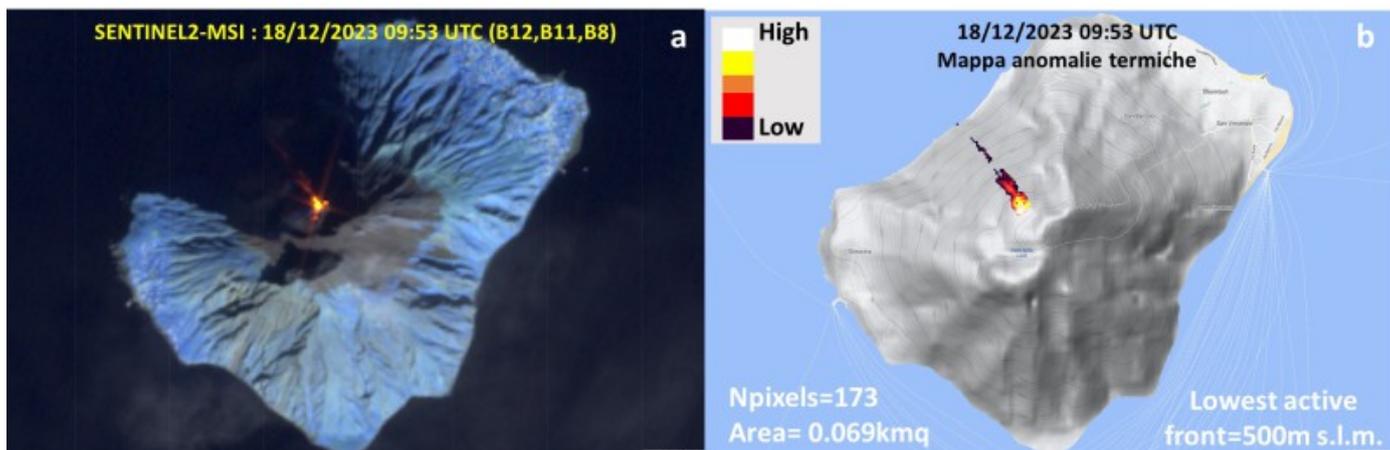


Fig. 7.2 Analisi dell'immagine satellitari multispettrale Sentinel 2-MSI del 18 dicembre 2023 alle ore 09:53 UTC. a) L'immagine False RGB (B12, 2.19  $\mu\text{m}$ -B11 1.6 $\mu\text{m}$ , B8-0.8 $\mu\text{m}$ , risoluzione spaziale 20m), b) Mappa delle anomalie termiche identificato con algoritmo Xmeans usando l'indice Normalized Hotspot Index (NHI) calcolato con le bande B11 e B12.

## 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	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.**