



ISTITUTO NAZIONALE
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

**RAPPORTO TECNICO-SCIENTIFICO SUL DEGASSAMENTO
DIFFUSO DI CO₂ DAL SUOLO A VULCANO
CAMPAGNA DEL 6-9 GIUGNO 2022**

SEZIONE DI ROMA 1

IN COLLABORAZIONE CON SEZIONI DI PALERMO, PISA, CATANIA



20 GIUGNO 2022

Nei giorni 6-9 giugno 2022 è stata eseguita la campagna periodica di monitoraggio geochimico di Vulcano. Sono state ripetute le misure del flusso diffuso di CO₂ dal suolo nelle quattro aree target di Palizzi, Camping Sicilia, CS1, Spiaggia di Levante e lungo la linea che si estende alla base del cono di La Fossa, da Palizzi a Forgia Vecchia.

1. Campagne di misura del flusso di CO₂ dal suolo nelle aree target di Vulcano Porto e alla base del cono di La Fossa

Tra il 6 e il 9 giugno 2022 è stato eseguito un totale di 501 misure su un'area complessiva di circa 240.000 m². La distribuzione dei punti di misura è riportata in Fig. 1.

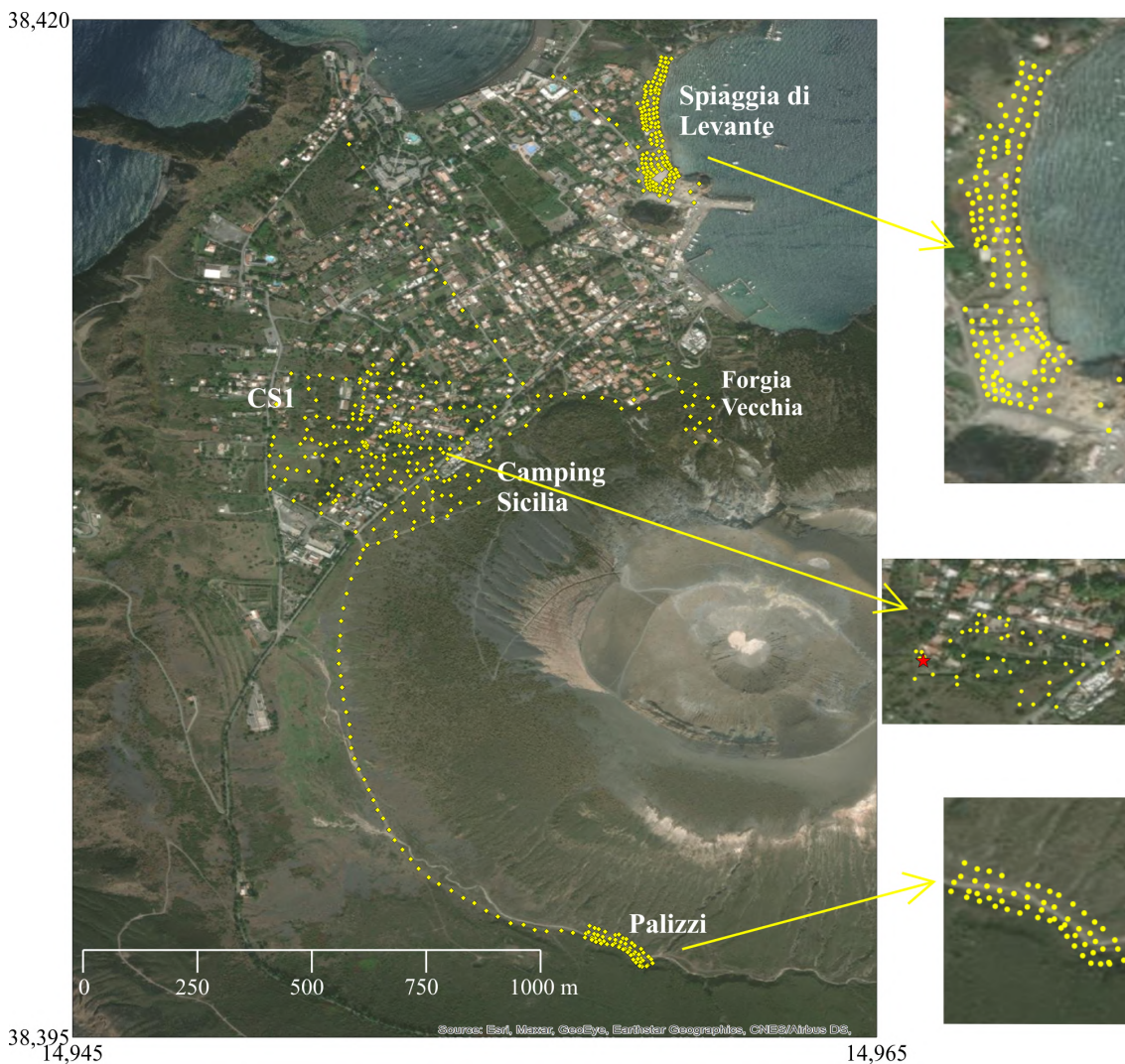


Fig. 1. Ubicazione delle misure del flusso di CO₂ dal suolo eseguite nella campagna di maggio 2022. CS1: area target allargata di Camping Sicilia. Stella rossa: stazione di monitoraggio della concentrazione di CO₂ nel suolo.

1.1. Area target di Palizzi

La nuova prospezione del flusso di CO₂ dal suolo a Palizzi è stata eseguita il 7 giugno 2022, con 56 misure sull'area target di 5.324 m². Le mappe elaborate con il metodo Geostatistical Gaussian Simulation in ArcGis 10.6 sono riportate in Fig. 2, dove per confronto si riportano anche le mappe di marzo e maggio 2022, oltre che la variazione temporale del flusso di CO₂ nel corso della crisi.

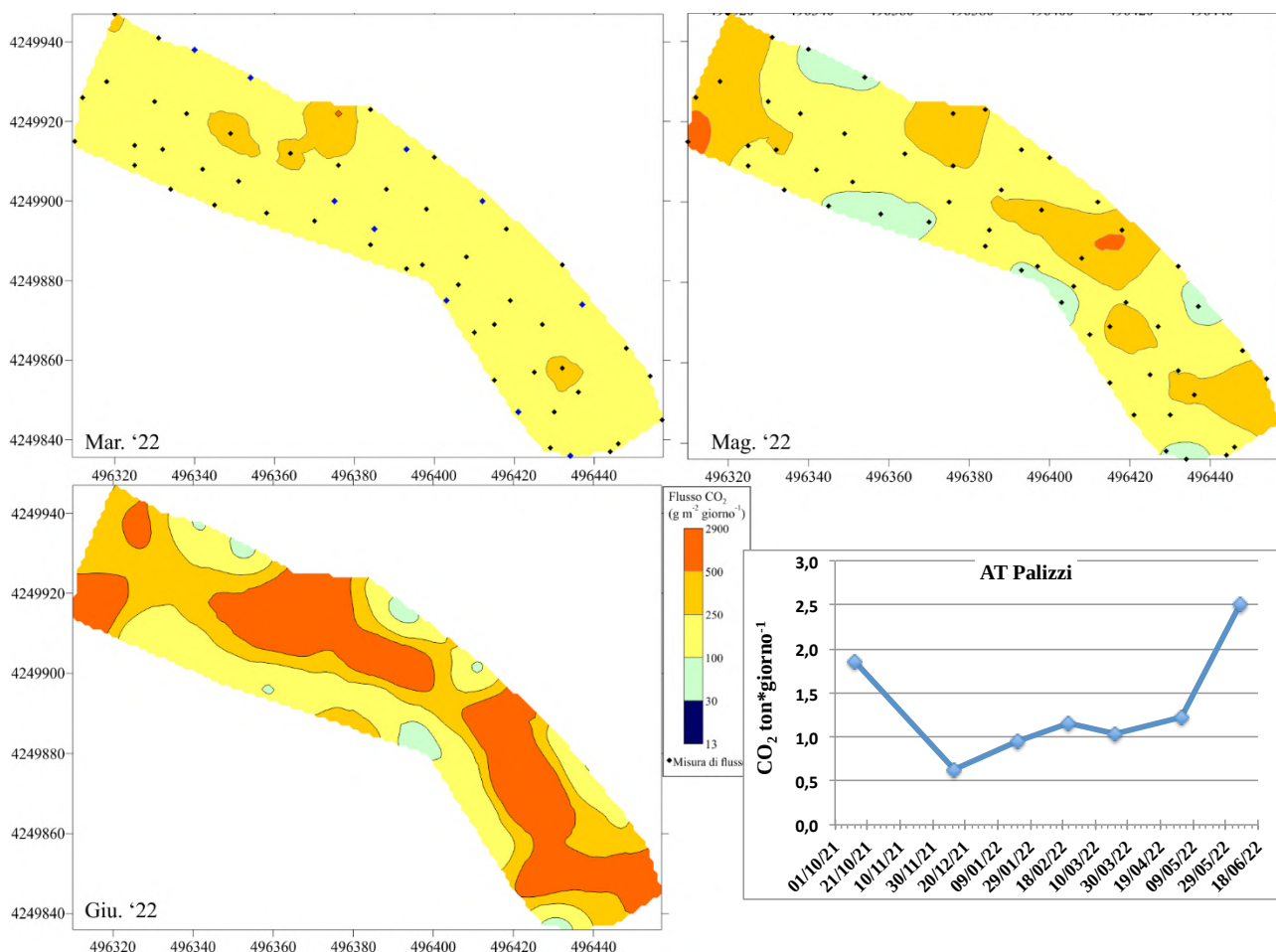


Fig. 2. Mappe del flusso diffuso di CO₂ dal suolo dall'area target di Palizzi da marzo a giugno 2022. In basso a destra: variazione nel tempo del flusso totale di CO₂ stimato dall'area target di Palizzi.

A giugno 2022 l'emissione totale di CO₂ dal suolo è stata stimata in 2,51 ton*giorno⁻¹. Dopo il consistente decremento registrato a dicembre 2021, il flusso totale ha mostrato un trend in leggera crescita e un forte incremento nel mese di giugno (Fig. 2).

1.2 Linea Palizzi-Forgia Vecchia

Il 9 giugno sono state eseguite le misure di flusso di CO₂ dal suolo, lungo la linea di punti che si estende alla base del cono di La Fossa, da Palizzi a Forgia Vecchia (70 punti; spaziatura 35 m; lunghezza ~2.300 m).

In Tab. 1 sono riportati i risultati delle misure ripetute da novembre 2021 a giugno 2022. Dalla tabella si può notare che i valori medi e massimi, che da marzo a maggio erano rimasti medio-bassi, mostrano a giugno un leggero incremento.

Tab. 1. Risultati delle campagne di misura del flusso diffuso di CO₂ dal suolo, transetto base del cono

	Punti di misura n.	Lunghezza m	Minimo g*m ⁻² giorno ⁻¹	Media g*m ⁻² giorno ⁻¹	Massimo g*m ⁻² giorno ⁻¹
Novembre '21	67	2.305	3,92	335,88	9.363,90
Dicembre '21	80	2.361	4,58	135,27	2.928,20
Gennaio '22	70	2.330	3,01	124,73	1.521,65
Febbraio '22	68	2.321	4,79	198,10	1.604,40
Marzo '22	68	2.298	0,42	69,47	632,66
Maggio '22	69	2.368	4,42	70,18	642,54
Giugno '22	70	2.368	5,04	109,74	1.138,20

Nei mesi di marzo e maggio i due settori anomali (n. 1 e 2 in Fig. 3), mostravano valori debolmente anomali.

A giugno 2022, i valori sono cresciuti con massimi superiori a 1000 g*m⁻² giorno⁻¹ in entrambi i settori.

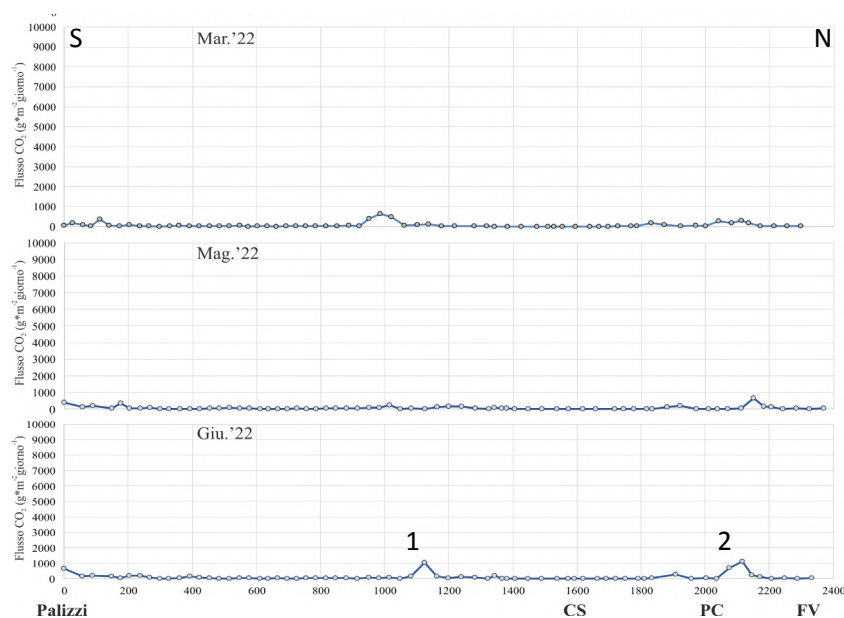


Fig. 3. Variazione spaziale del flusso di CO₂ dal suolo lungo la linea alla base del cono, da Palizzi a Forgia Vecchia (vedi Fig. 1). I numeri 1 e 2 indicano i due settori con principale rilascio anomalo di gas lungo il transetto. CS: Camping Sicilia; PC: Pietre Cotte; FV: Forgia Vecchia.

Il settore sotto il cratere della Forgia Vecchia (vedi Fig. 1 per ubicazione) è stato investigato con 17 punti su 13.000 m². A novembre 2021 vi era stato misurato un valore medio di flusso di CO₂ di 117,02 g*m⁻² giorno⁻¹. Il valore medio di flusso di CO₂ dal suolo a giugno 2022 è leggermente inferiore (63,65 g*m⁻² giorno⁻¹).

1.3 Area target di Camping Sicilia

Il 7 giugno 2022 è stata eseguita la prospezione del flusso di CO₂ dal suolo sull'area target di Camping Sicilia-Casa Lombardo, con 49 misure su 18.213 m². Le relative mappe elaborate (con il metodo Geostatistical Gaussian Simulation in ArcGis 10.6) da marzo 2021 a giugno 2022 sono riportate in Fig. 4, insieme alla variazione del flusso totale nel tempo dall'inizio della crisi.

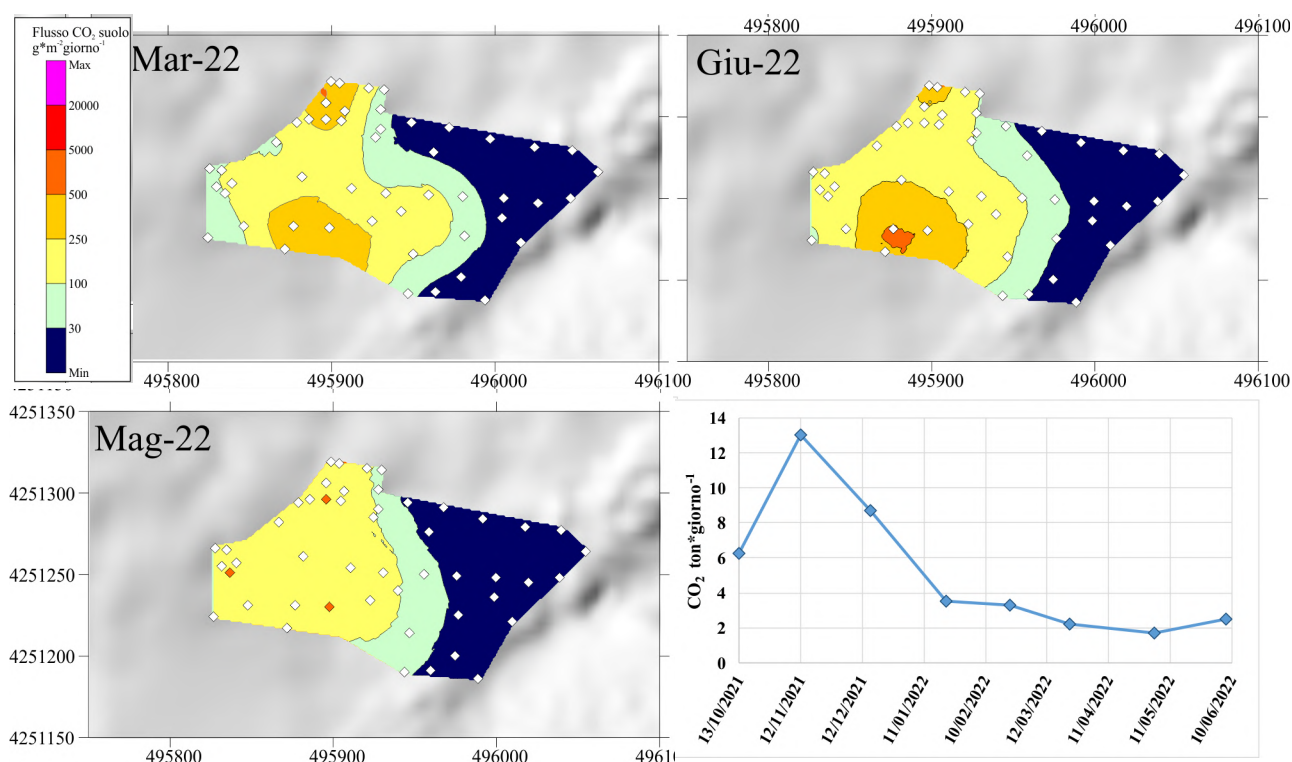


Fig. 4. Mappe del flusso diffuso di CO₂ dal suolo dall'area target di Camping Sicilia-Casa Lombardo delle campagne da marzo a giugno 2022. In basso a destra variazione nel tempo del rilascio totale di CO₂ dal suolo.

Le mappe della Fig. 4 evidenziano che il degassamento principale avviene nel settore occidentale, da un'area che permane circa costante nel tempo. Ciò che varia è invece il tasso di emissione come mostrato nel grafico di Fig. 4.

I risultati indicano la persistenza di un degassamento anomalo in questa zona.

1.3.1 Monitoraggio continuo della concentrazione di CO₂ nel suolo e in aria nel giardino di casa Lombardo

In Fig. 5 si riporta il grafico della concentrazione di CO₂ nel suolo e in aria misurata in continuo nel giardino di casa Lombardo, dal 12 novembre 2021 al 13 giugno 2022.

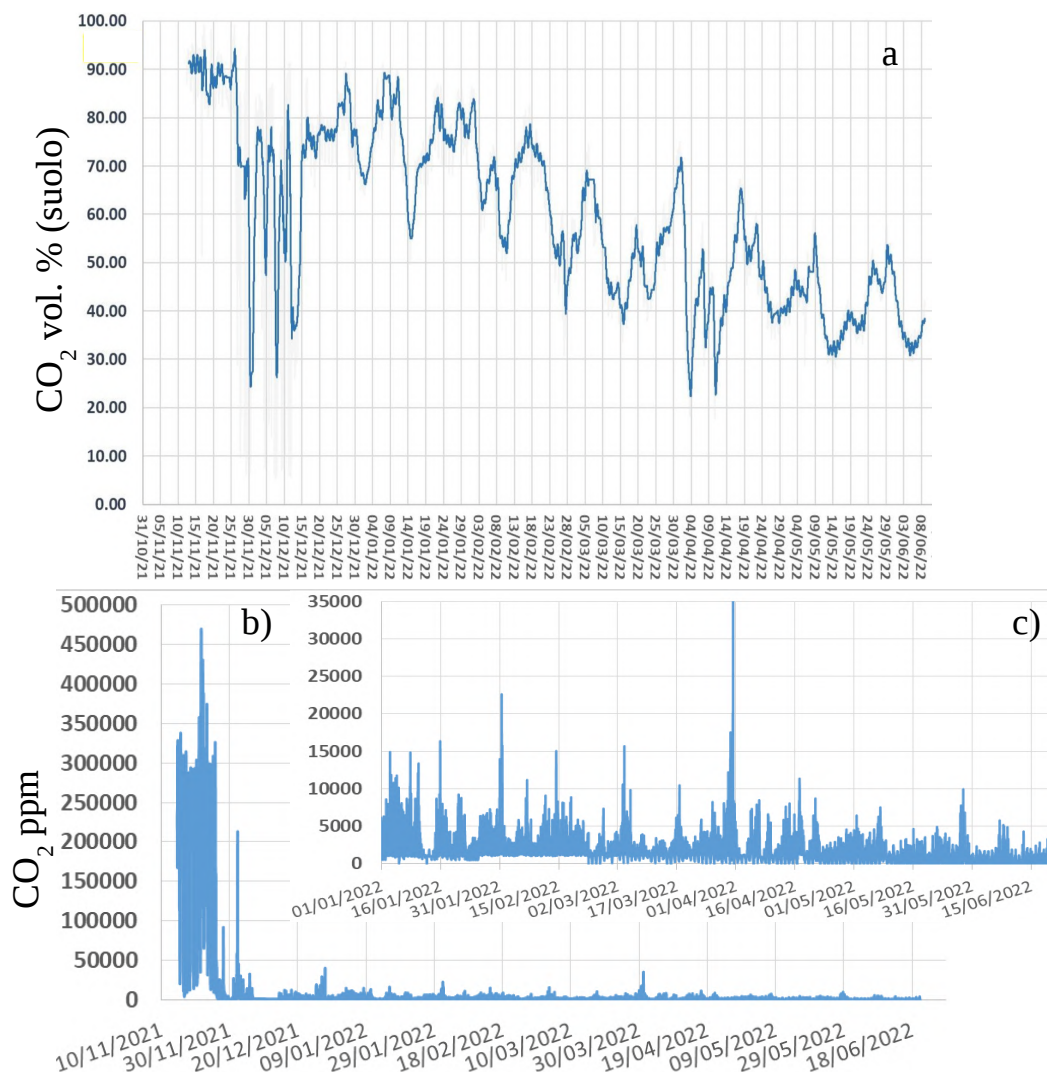


Fig. 5. (a) Concentrazione della CO₂ nel suolo a 50 cm di profondità e (b) concentrazione della CO₂ in aria a 1m di altezza misurata dal 5 gennaio al 5 giugno 2022.

La concentrazione di CO₂ nel suolo nell'ultimo mese è rimasta sugli stessi valori tra 30 e 50 vol.% (Fig. 5a); perdura la condizione fortemente anomala nel sito di Casa Lombardo.

La concentrazione di CO₂ in aria aveva mostrato a novembre 2021 valori immediatamente letali (Fig. 5b). Da gennaio 2022 i valori sono molto più bassi, al di sotto dell'1 % vol.. Nel mese di giugno i valori di CO₂ non superano 5.000 ppm (Fig. 5c).

1.4 Area target di Camping Sicilia allargata

Questa zona, indicata con l'acronimo CS1 in Fig. 1, si estende su un'area di 194.000 m² e viene investigata con circa 200 punti di misura. In Tab. 2 si riportano i principali risultati delle campagne del flusso di CO₂ dal suolo e il flusso totale stimato. Dopo il picco di novembre (145,11 ton*giorno⁻¹), si è avuta una fase caratterizzata da decremento del flusso totale di CO₂, con minimo a marzo 2022 (6,94 ton*giorno⁻¹; Tab. 2). Nei mesi di maggio e giugno 2022 il trend si inverte e si osserva un seppur lieve incremento nel degassamento (da 7,96 a 8,99 ton*giorno⁻¹; Tab. 2). Le mappe di maggio e giugno del flusso di CO₂ dal suolo

di Fig. 6, mostrano la permanenza dell'anomalia principale nel settore centrale e la comparsa di una seconda area debolmente anomala nel settore sud-occidentale dell'area investigata. È importante segnalare nella campagna di giugno la riattivazione di un settore che da gennaio 2022 non aveva più mostrato valori elevati di flusso di CO₂ (tra 500 e 5.000 g/m²d¹).

Le misure di giugno confermano che la zona del Camping Sicilia è tutt'ora sede di un rilascio anomalo di CO₂.

Tab. 2. Risultati delle campagne di misura del flusso diffuso di CO₂ dal suolo, area target allargata di Camping Sicilia

Survey	CO ₂ g*m ⁻² giorno ⁻¹			CO ₂ ton*giorno ⁻¹
	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>media</i>	
Novembre '21	1,02	46.599,14	1.026,43	145,51
Gennaio '22	5,04	15.841,28	246,44	15,41
Febbraio '22	2,52	1.427,72	92,76	7,31
Marzo '22	0,42	1.804,04	81,47	6,94
Maggio '22	4,34	2.835,00	95,40	7,96
Giugno '22	0,56	2.513,28	115,65	8,99

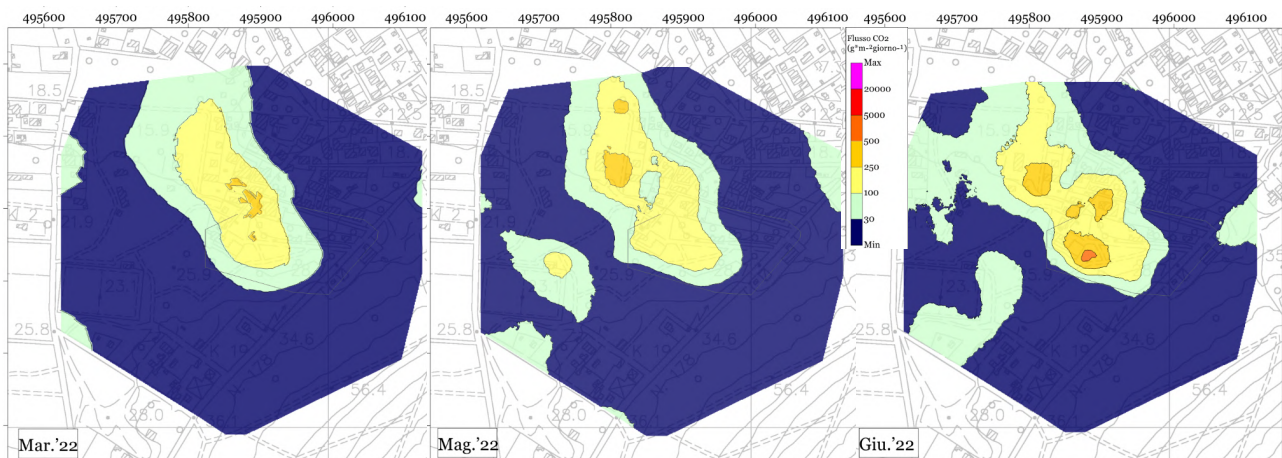


Fig. 6. Mappe del flusso diffuso di CO₂ dal suolo dall'area target allargata di Camping Sicilia (CS1) da marzo a giugno 2022.

1.5 Area target di Spiaggia di Levante

In seguito all'incremento del degassamento nel sistema geotermico della Baia di Levante iniziato a metà maggio 2022 è stato deciso dall'INGV di aumentare la frequenza di misure dell'area target passando da mensili a quindicinali, fino al rientro a condizioni di degassamento ordinario. Quest'attività viene svolta alternativamente dalle Sezioni di Roma 1 e Palermo. È stata quindi effettuata una campagna geochimica straordinaria il 25 maggio e una seconda il 6 giugno 2022. Le misure sono svolte sull'area target con 154 punti su un'area di 16.750 m². Le mappe realizzate con il metodo Geostatistical Gaussian Simulation in ArcGis 10.6 da ottobre 2021 a giugno 2022 sono riportate in Fig. 7.

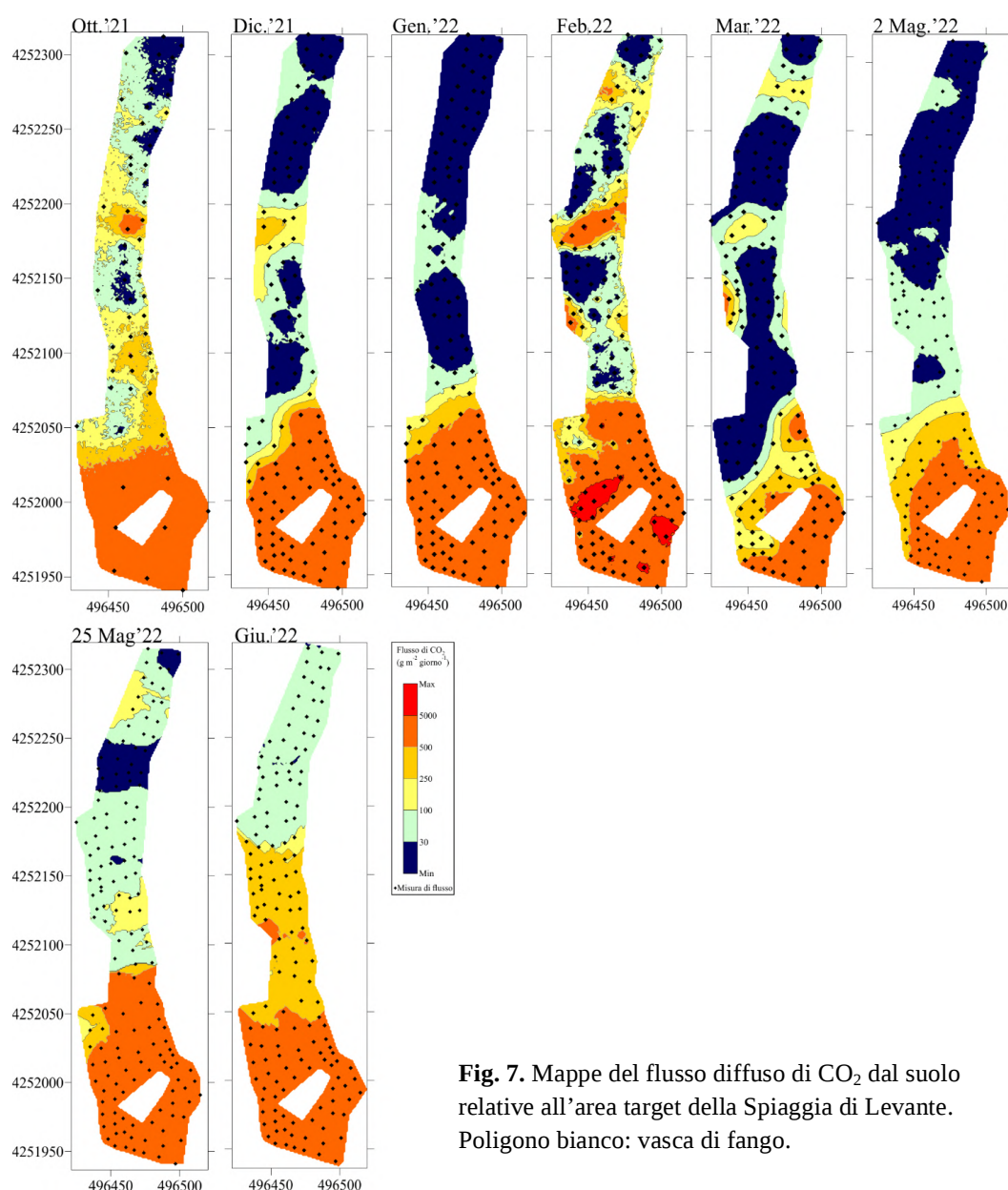


Fig. 7. Mappe del flusso diffuso di CO₂ dal suolo relative all'area target della Spiaggia di Levante. Poligono bianco: vasca di fango.

Le mappe di Fig. 7 mostrano che l'area della Vasca dei Fanghi rappresenta la sede principale di emissione di CO₂, mentre nel settore della spiaggia il flusso di CO₂ è variabile e supera i valori di fondo solo nei periodi di maggior output. Nella campagna di giugno si osserva un aumento del rilascio di gas in tutta la spiaggia, particolarmente nel suo settore meridionale dove i flussi sono sempre superiori a 250 g*m⁻² giorno⁻¹.

Tab. 3. Risultati delle campagne di misura del flusso diffuso di CO₂ dal suolo, area target di Spiaggia di Levante

Survey	CO ₂ ton*giorno ⁻¹
Novembre '21	7,49
Dicembre '21	10,54
Gennaio '22	13,87
Febbraio '22	20,26
Marzo '22	5,2
2 Maggio '22	6,04
25 Maggio '22	15,5
Giugno '22	11,3

Nel periodo di apice della crisi e nei mesi successivi, il flusso totale di CO₂ dell'area target della Spiaggia di Levante era aumentato fino a un valore massimo di 20 ton*giorno⁻¹, registrato nel febbraio 2022 (Tab. 3). A marzo il flusso totale stimato è fortemente diminuito (5,20 ton*giorno⁻¹) e rimane all'incirca lo stesso nella campagna di inizio maggio (6,04 ton*giorno⁻¹). Nella campagna straordinaria del 25 maggio si è avuta una nuova impennata del flusso di CO₂ con valore di 15,5 ton*giorno⁻¹, solo leggermente diminuito a giugno (11,3 ton*giorno⁻¹, Tab. 3).

Se confrontiamo questi dati con quelli misurati dal 2004, sia in periodo di degassamento ordinario e durante la crisi 2004-2005 (Fig. 8), vediamo che i valori attuali sono comunque circa il doppio della fase pre-crisi (2-5 ton*giorno⁻¹) e con massimi più alti dell'ultima crisi (valore massimo 14 ton*giorno⁻¹).

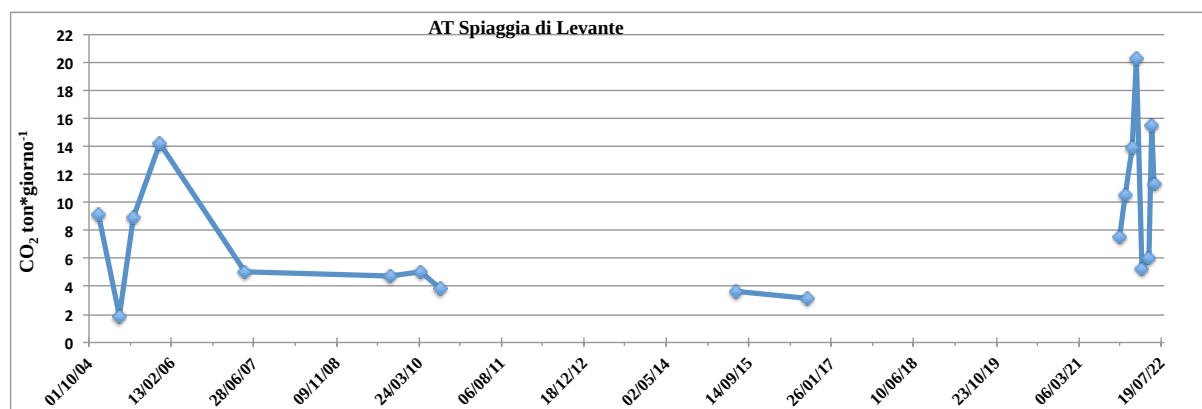


Fig. 8. Variazione temporale del flusso totale di CO₂ dal suolo dell'area target di Spiaggia di Levante comprendente le due crisi del 2004-2005 e 2021-2022.

3. Note conclusive

I risultati delle campagne di misura del flusso di CO₂ dal suolo di giugno 2022, condotte nelle aree target di Palizzi, Camping Sicilia, CS1, lungo la linea Palizzi-Forgia Vecchia mostrano che il degassamento a Vulcano Porto è leggermente in crescita nell'ultimo mese, attestandosi su valori medi ben superiori al background anche se lontani da quelli misurati all'apice della crisi. A casa Lombardo è ancora presente la forte anomalia di concentrazione di CO₂ nel suolo (30-50 vol.%).

Il settore della Baia di Levante è in una fase di forte recrudescenza dell'emissione gassosa, come indicato dall'insieme dei risultati delle investigazioni geochimiche condotte a mare e a terra; pertanto le campagne

del flusso di CO₂ dal suolo proseguiranno con frequenza quindicinale. È importante ricordare che questi settori rappresentano un potenziale pericolo perché sono sede preferenziale di emissione di gas.

Il monitoraggio della concentrazione in aria di CO₂ e SO₂ a Vulcano Porto nel mese di giugno non ha mostrato valori anomali.

In molti settori di Vulcano Porto il tasso di degassamento permane su valori medi. L'eventuale transizione a emissioni di gas pericolose potrebbe pertanto realizzarsi in tempi brevi in caso di recrudescenza della crisi di unrest vulcanico de La Fossa.

Il responsabile scientifico



Maria Luisa Carapezza

Partecipanti alle attività di studio e monitoraggio:

M.L. Carapezza¹, F. Barberi¹, D. Granieri², A. Patera¹, L. Pruiti³, M. Ranaldi¹, C. Rubino⁴⁻⁵, F. Sortino⁴, L. Tarchini¹

1. INGV Roma¹; 2. INGV Pisa; 3. INGV Catania; 4. INGV Palermo; 5. Universidad de la Laguna, Tenerife

Partecipanti alla missione di giugno 2022:

L. Tarchini*, L. Pruiti, C. Rubino

**Referente per la missione*

Responsabilit  e propriet  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 simiche 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 Pericolosit  sismica e vulcanica nel territorio nazionale e secondo le modalit  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 attivit  previste nell'ambito del Sistema Nazionale di Protezione Civile. In particolare, questo documento, redatto in conformit  all'Allegato A del suddetto Accordo Quadro, ha la finalit  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 complessit  dei fenomeni naturali in oggetto, nulla pu  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   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 autorit  preposte alla tutela del territorio e della popolazione, sulla base delle informazioni contenute in questo documento. L'INGV non   altres  responsabile di eventuali danni recati a terzi derivanti dalle stesse decisioni.

La propriet  dei dati contenuti in questo documento   dell'INGV. La diffusione anche parziale dei contenuti   consentita solo per fini di protezione civile ed in conformit  a quanto specificatamente previsto dall'Accordo Quadro sopra citato tra INGV e Dipartimento della Protezione Civile.