



UNIMORE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche

Corso di Laurea Magistrale in Didattica e Comunicazione delle Scienze

**Il bradisismo dei Campi Flegrei e l'INGV: analisi della
comunicazione scientifica e del dialogo con il pubblico**

Relatore:

Prof. Maurizio Mazzucchelli

Correlatori:

Dott. Luigi Bignami

Prof. Anna Cipriani

Laureando:

Juri Schiatti

Anno Accademico 2025/2026

Ringraziamenti

Grazie innanzitutto alla mamma per avermi supportato e sopportato da sempre, oltre al continuo sostegno e incoraggiamento ricevuto in tutti questi anni di studio. Grazie anche al resto della mia famiglia, papà, fratello, nonni, zii e cugini.

Un profondo ringraziamento al Prof. Maurizio Mazzucchelli, che ha creduto fin dall'inizio nell'idea di fare una tesi legata al giornalismo scientifico, facendomi conoscere Luigi Bignami, che ringrazio molto per la sua disponibilità e generosità nell'aiutarmi, e permettendomi di svolgere il tirocinio con l'INGV presso l'Osservatorio Vesuviano. Ringrazio molto anche Maddalena De Lucia, la tutor del tirocinio, per la sua pazienza e le sue attente revisioni durante tutta la scrittura della tesi.

Grazie anche ai miei amici e compagni di corso che ho conosciuto in questi due anni, per avermi supportato, fatto divertire e soprattutto per avermi portato un sacco di caramelle (anche se vegane, vero Ceci?), oltre ad avermi fatto conoscere generi musicali nuovi (ma veramente pessimi, vero Giuli?).

Grazie infine a Martina, amica e compagna di corso di geologia, per il suo continuo sostegno e i suoi consigli, oltre ai miei amici del liceo che mi hanno sempre accompagnato in questo percorso e che ormai mi sopportano da tanti anni.

JS

INDICE

• Abstract	7
• Capitolo 1: I Campi Flegrei	9
○ 1.1: Inquadramento e storia eruttiva.....	9
○ 1.2: Il bradisismo.....	15
○ 1.3: Rischio attuale e Protezione Civile.....	20
• Capitolo 2: L'INGV, dalla scienza alla divulgazione	25
○ 2.1: Storia, missione e struttura dell'Istituto.....	25
○ 2.2: Il Dipartimento Vulcani e lo studio dei sistemi vulcanici.....	26
○ 2.3: L'Osservatorio Vesuviano.....	28
○ 2.4: Il monitoraggio dei Campi Flegrei.....	31
○ 2.5: Il dialogo con il pubblico: i canali comunicativi.....	35
• Capitolo 3: Materiali e metodi	43
• Capitolo 4: Analisi della comunicazione	47
○ 4.1: L'inizio del sollevamento [2005-2006].....	47
○ 4.2: I Campi Flegrei entrano in allerta gialla [2012].....	52
○ 4.3: La sismicità aumenta [2018-2019].....	58
○ 4.4: Il bradisismo diventa crisi [2023-2025].....	67
• Capitolo 5: Discussione dell'analisi e conclusioni	81
• Bibliografia e sitografia	87
• Appendice A (Approfondimenti)	95
• Appendice B (Materiale utilizzato per l'analisi e le ricerche)	99

ABSTRACT

Il fenomeno geologico del bradisismo, ossia il lento sollevamento e abbassamento del suolo tipico delle caldere vulcaniche, accompagna da millenni l'evoluzione dei Campi Flegrei, uno dei più pericolosi campi vulcanici al mondo situato a sud-ovest di Napoli, in Campania, Italia Meridionale. L'innalzamento del suolo, dovuto presumibilmente alla circolazione di fluidi e gas riscaldati nel sistema idrotermale del complesso vulcanico, è spesso accompagnato da un incremento della sismicità, che in passato ha prodotto anche danni ed evacuazioni della popolazione (nelle crisi bradisismiche del 1969-1972 e 1982-1984). Attualmente, dopo una lunga fase di subsidenza, dal 2005 è iniziata una nuova fase di innalzamento che ha portato un sollevamento totale di 163.5 cm nell'area di massima deformazione (a maggio 2026) e un incremento della sismicità a partire dal 2018-2019, sia nel numero di eventi sismici, sia nella loro energia (in particolare nel triennio 2023-2025). Nel tempo l'ente che si occupa del monitoraggio dei Campi Flegrei, ossia l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) nella sua Sezione di Napoli (Osservatorio Vesuviano), ha effettuato un progressivo potenziamento della rete di monitoraggio e soprattutto della comunicazione con il pubblico.

Il lavoro di tesi è stato quindi quello di analizzare le tipologie di informazioni e i format di comunicazione usati durante l'attuale crisi bradisismica attraverso i canali di dialogo dell'INGV con il pubblico, per studiarne l'evoluzione e individuarne eventuali criticità. Lo studio si è concentrato nei periodi più rilevanti del fenomeno nel periodo ventennale 2005-2025, ossia all'inizio dell'attuale sollevamento (2005-2006), durante la variazione del livello di allerta (2012), in concomitanza con il primo significativo aumento della sismicità (2018-2019) e infine nel triennio 2023-2025, quando sono accaduti gli eventi sismici più forti da oltre quarant'anni. L'analisi è stata effettuata complessivamente su 141 contenuti (costituiti dai bollettini di sorveglianza, comunicati stampa, post nei profili social e nei blog dipartimentali dell'INGV, articoli nella rassegna stampa con interviste ai ricercatori e ricercatrici), sia dal punto di vista qualitativo (linguaggi e toni utilizzati, chiarezza, presenza di fonti, immagini e video), sia quantitativo (frequenza e *engagement*).

La ricerca ha evidenziato un chiaro aumento delle piattaforme di comunicazione usate dall'INGV nella comunicazione, in particolare una crescita dei profili social proprio durante la fase di crisi (2023-2025), che ha permesso una diffusione sistematica dei bollettini di monitoraggio e la pubblicazione in tempo reale dei comunicati/aggiornamenti sugli eventi e

sciame sismici, insieme alla costante presenza del sito web dell'Osservatorio Vesuviano e le interviste ai ricercatori e ricercatrici (strumenti di dialogo presenti già nel 2005, e la cui importanza è cresciuta nel tempo). Tuttavia, è emerso che esiste ancora una piattaforma poco usata dall'INGV per informare e aggiornare la popolazione sull'evolversi in tempo reale del bradisismo, ossia YouTube. Per questo motivo una proposta derivante da questa analisi è la creazione di video di aggiornamento brevi e divulgativi, simili al format del "TGweb Geoscienze" (utilizzato fino a marzo 2022) ma dedicati ai Campi Flegrei, che riuniscano i principali dati e le informazioni trasmesse nei vari canali di dialogo in un unico contenuto, specialmente in concomitanza con eventuali futuri eventi o sciame sismici importanti.

La diffusione dei social ha però portato anche in evidenza e dubbi di una parte dei cittadini sulla reale veridicità dei dati forniti, fin dal biennio 2018-2019, in particolare sulle correzioni che vengono effettuate alla magnitudo dei terremoti a seguito di analisi successive e sul timore di un'eruzione imminente dopo ogni sisma fortemente percepito. Nonostante i numerosi chiarimenti ufficiali dell'INGV su queste tematiche negli anni, questi dubbi persistono, quindi si suggerisce che in futuro questa analisi possa essere ampliata con studi di tipo sociologico, attraverso interviste e questionari alla popolazione per valutare l'effettiva efficacia dei strumenti di dialogo utilizzati, così da individuare le strategie di comunicazione più efficaci e testare eventuali nuove proposte per il loro miglioramento.

1 I CAMPI FLEGREI

1.1 INQUADRAMENTO E STORIA ERUTTIVA

I Campi Flegrei sono un campo vulcanico attivo da almeno 110.000 anni (Sparice et al., 2024), formato da diversi centri vulcanici posti all'interno di una depressione vulcano-tettonica o caldera (con un'area di circa 200 km²) situata ad ovest di Napoli, e comprendono anche i comuni di Bacoli, Monte di Procida, Pozzuoli, Quarto, Giugliano (fig.1), in Campania, Italia Meridionale.



Fig.1: Inquadramento geografico dei Campi Flegrei (fonte: INGV Osservatorio Vesuviano, <https://www.ov.ingv.it/index.php/monitoraggio-sismico-e-vulcanico/campi-flegrei>).

Dal punto di vista geologico le litologie che possiamo riscontrare in affioramento (fig.2) sono prevalentemente depositi vulcanici di età inferiore a 15.000 anni, prodotti da eruzioni principalmente freatomagmatiche (ossia con un'interazione fra il magma e notevoli quantità di acqua) di moderata e bassa energia, tra cui l'ultima risale al 1538 d.C. Lungo i bordi della caldera affiorano inoltre i depositi dell'Ignimbrite Campana e del Tufo Giallo Napoletano

(fig.3a,b), testimonianze delle due principali eruzioni avvenute rispettivamente 40.000 e 15.000 anni fa.

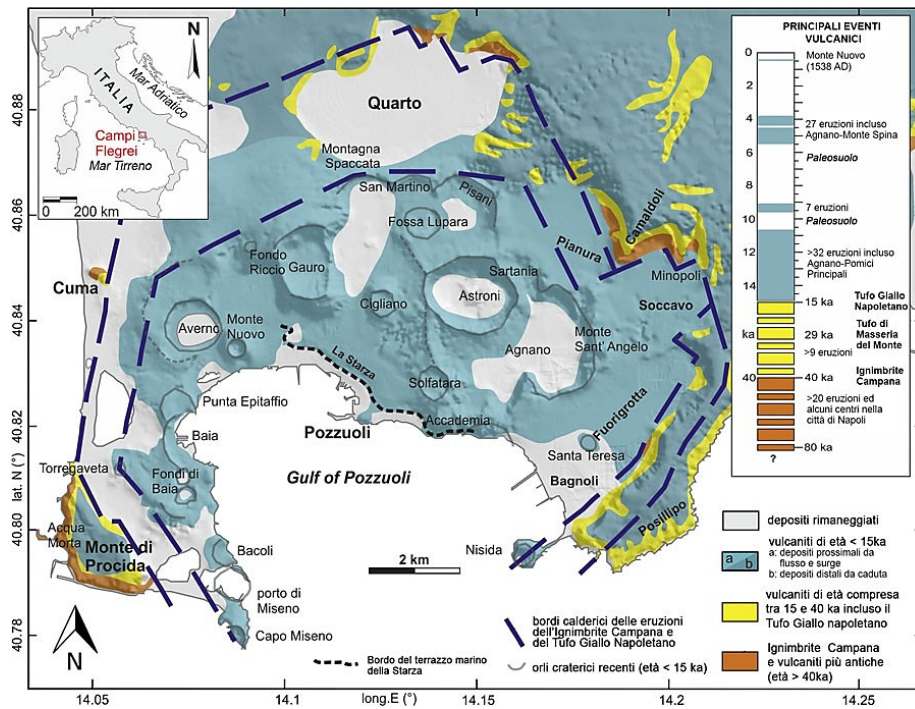


Fig.2: Carta geologica dei Campi Flegrei (fonte: INGV Osservatorio Vesuviano, <https://www.ov.ingv.it/index.php/flegrei-storia-eruttiva>).

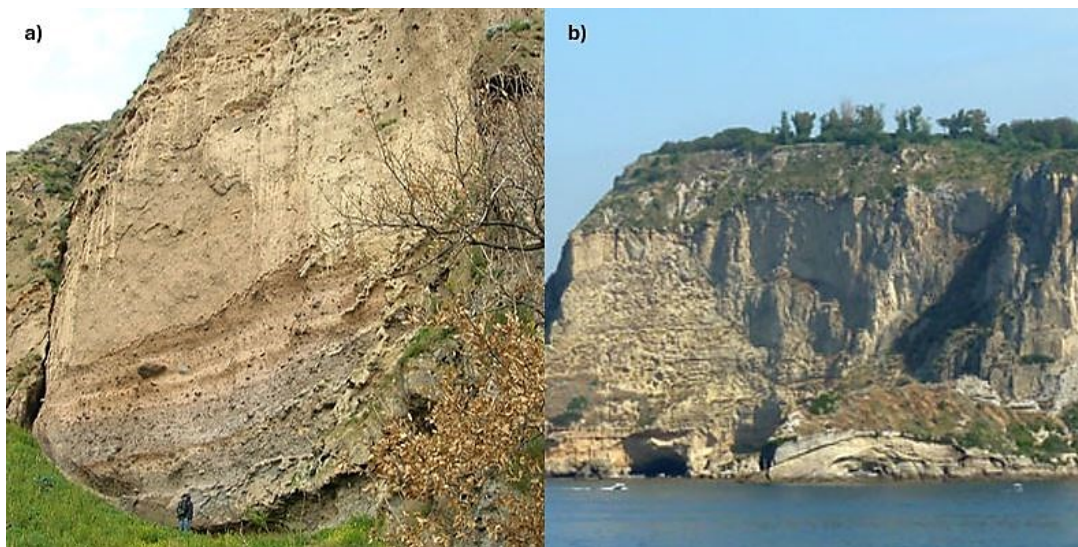


Fig.3: a) Affioramento dell'Ignimbrite Campana. b) Affioramento del Tufo Giallo Napoletano a Capo Posillipo (NA). Immagini modificate da: INGV Osservatorio Vesuviano, <https://www.ov.ingv.it/index.php/flegrei-storia-eruttiva/le-eruzioni-principali/ignimbrite-campana>, <https://www.ov.ingv.it/index.php/flegrei-storia-eruttiva/le-eruzioni-principali/tufo-giallo-naoletano>.

Grazie a studi stratigrafici e datazioni isotopiche tramite il metodo ^{39}Ar - ^{40}Ar è stato possibile ricostruire la storia eruttiva dei Campi Flegrei (Scarpati et al., 2012), individuando quattro principali periodi nella loro evoluzione:

- **Paleoflegrei [≈ 110 ka – 74 ka]:** Rappresenta la fase più antica finora conosciuta di attività precedente la formazione della caldera ed è ritenuta di tipo pliniano, nonostante la scarsa preservazione di questi depositi piroclastici.

- **1° Periodo [74 ka – 40 ka]:** Contraddistinto da depositi di ceneri, lapilli pomicei, denominati “Tufi antichi”, che potrebbero indicare anche una possibile attività freatomagmatica. Come già accennato in precedenza, nell’interazione fra il magma e l’acqua quest’ultima viene vaporizzata quasi istantaneamente, provocando una maggiore frammentazione del magma e un incremento dell’esplosività, con la formazione di una colonna eruttiva che si innalza per diversi chilometri, e alla cui base si può espandere ad alta velocità una nube di vapore, gas e particelle a forma di anello. Il 1° periodo termina con l’eruzione dell’Ignimbrite Campana, ritenuta la più violenta nella storia dei Campi Flegrei e dell’intero Quaternario in Europa. In particolare, si stima che abbia raggiunto un indice VEI (*Volcanic Explosivity Index*, tab.1 e Appendice A) di 7, sconvolgendo le comunità umane e in particolare Neanderthaliane dell’epoca a causa di un raffreddamento globale delle temperature (3 – 4 °C), dovuto all’immissione in atmosfera di un’enorme quantità di ceneri (esse raggiunsero persino la Russia e il Medio Oriente, Silleni et al., 2020). In particolare, si stima che la colonna eruttiva raggiunse i 44 km in altezza e collassò producendo imponenti flussi piroclastici che ricoprirono gran parte della Campania di uno strato di depositi ignimbrici e che si estesero fino a 100 km dal centro eruttivo (Silleni et al., 2020). Inoltre si stima che il volume totale di materiale eruttato sia stato di circa 457-660 km³ (Silleni et al., 2020), sufficienti, se distribuiti uniformemente, a ricoprire l’intera superficie italiana con 2 metri di depositi piroclastici. Quest’eruzione diede origine anche all’attuale caldera (fig.2) con un diametro di circa 15 km e un’area di circa 200 km², un’ulteriore testimonianza dell’energia dell’evento eruttivo.

TABLE 13.1 Categories of the Volcanic Explosivity Index									
Index	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Bulk tephra volume (m ³)	<10 ⁴	<10 ⁶	<10 ⁷	<10 ⁸	<10 ⁹	<10 ¹⁰	10 ¹¹	<10 ¹²	>10 ¹²
Eruption plume column height (km)	<0.1	0.1–1	1–5	3–15	10–25	>25			
Qualitative description	Gentle	Effusive	Explosive		Cataclysmic, paroxysmal				
Stratospheric injection	None	None	None	Possible	Certain				
Percentage of known eruptions in the past 10,000 years	13	16	49	14	5	2	<1	<0.1	0
Typical recurrence interval	Days to weeks		0.3 years		3 years	20 years	80 years	500 years	7 × 10 ⁵ years

Based on Newhall and Self (1982), Mason et al. (2004), Siebert et al. (2010), and Brown et al. (2014).

Tab. 1: *Categorie del Volcanic Explosivity Index (fonte: Pyle, 2015).*

➤ **2° Periodo [40 ka – 15 ka]:** L'attività dei Campi Flegrei in questo periodo di tempo è simile al precedente (pur riscontrando la presenza di nuovi centri eruttivi sottomarini nel bordo meridionale della caldera), e termina anch'esso con un'eruzione di notevoli proporzioni denominata del Tufo Giallo napoletano. Pur essendo meno potente di quella dell'Ignimbrite Campana, produsse un ulteriore collasso calderico di circa 90 km² (fig.2) e violente esplosioni freatomagmatiche. In questo caso si verificarono più fasi eruttive con alternanza di colonne eruttive pliniane e flussi piroclastici, che si stima depositarono strati di tufi con spessori di circa 35 metri fino a 14 km dal centro eruttivo (Orsi et al., 1992).

3° Periodo [15 ka – Presente]: Nel periodo più recente della loro storia i Campi Flegrei hanno mostrato un'attività esplosiva prevalentemente freatomagmatica con formazione di colonne eruttive pliniane-subpliniane, oltre ad eruzioni effusive e stromboliane molto rare. In particolare, sono state individuate circa 70 eruzioni in questa fase, di energia molto inferiore rispetto a quelle che hanno dato origine ai collassi calderici. L'ultima eruzione avvenne in epoca storica, nel 1538 (eruzione del Monte Nuovo). Grazie alle numerose testimonianze storiche è stato possibile ricostruire con notevole precisione la dinamica dell'eruzione, mostrando come essa fu di bassa energia e durò circa una settimana, con tre fasi eruttive distinte (esplosioni freatomagmatiche e attività stromboliana), che hanno dato origine a un piccolo cono di scorie (Di Vito et al., 1986). Dopo questo evento i Campi Flegrei sono entrati in una fase di quiescenza, caratterizzata da un'attività sismica, deformativa e fumarolica, quest'ultima concentrata nell'area della Solfatara di Pozzuoli (fig.4). Nell'ultimo secolo la caldera

flegrea è stata interessata inoltre da almeno tre fasi di bradisismo ascendente, accompagnate da moderata sismicità (questo tema verrà trattato in dettaglio nel paragrafo seguente).



Fig.4: Solfatara di Pozzuoli (fonte: INGV Osservatorio Vesuviano,

<https://www.ov.ingv.it/index.php/flegrei-storia-eruttiva/le-eruzioni-principali/solfatara>).

In generale, lo studio della storia eruttiva dei Campi Flegrei ha mostrato come l'attività sia stata molto frequente almeno negli ultimi 110.000 anni, seppur vi è una certa incertezza legata alla scarsa preservazione dei depositi più antichi. Gli studi petrografici (D'Antonio, 2010) hanno permesso inoltre di ricostruire la composizione dei magmi all'origine dei principali eventi eruttivi (Ignimbrite Campana e Tufo Giallo Napoletano), stabilendo che si tratta di tipi trachitici e fonolitici (fig.5). Essi sono solitamente magmi evoluti relativamente acidi e con alto contenuto in alcali, derivanti da un magma progenitore più basico, attraverso processi di cristallizzazione frazionata all'interno di un sistema magmatico complesso. Ciò ha portato a ipotizzare che esistano almeno due serbatoi magmatici in questo sistema vulcanico (fig.6), quello più esteso situato oltre i 15 km di profondità che contiene il magma progenitore, e una camera secondaria più piccola posta a circa 8 km dalla superficie, in cui avviene la cristallizzazione e la genesi dei magmi più acidi e viscosi, in grado forse di generare le violente eruzioni come quella dell'Ignimbrite Campana (D'Antonio, 2010). Il rilascio di gas e fluidi caldi dalla camera magmatica secondaria verso un reservoir di gas più superficiale potrebbe spiegare anche la fase bradisismica in atto dal 2005. (Buono et al., 2022). Altri ricercatori invece hanno proposto che questi fenomeni siano connessi ad un ulteriore zona di accumulo del magma posta a 4 km di profondità (Caricchi et al., 2026), zona che potrebbe anche spiegare l'eruzione del Monte Nuovo. Quest'evento è stato ampiamente analizzato perché studiarne i

meccanismi eruttivi e di trasferimento del magma che lo precedette è di fondamentale importanza per comprendere eventuali evoluzioni future della caldera (Di Vito et al., 2016).

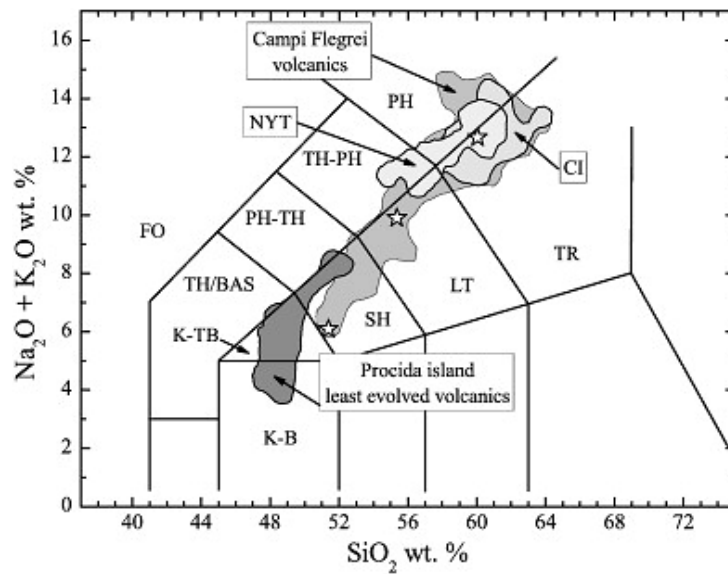


Fig.5: Diagramma di classificazione TAS (Total Alkali vs Silica) delle rocce magmatiche presenti ai Campi Flegrei e nelle aree circostanti (Isola di Procida). NYT = Tufo Giallo Napoletano, CI = Ignimbrite Campana (fonte: D'Antonio, 2010).

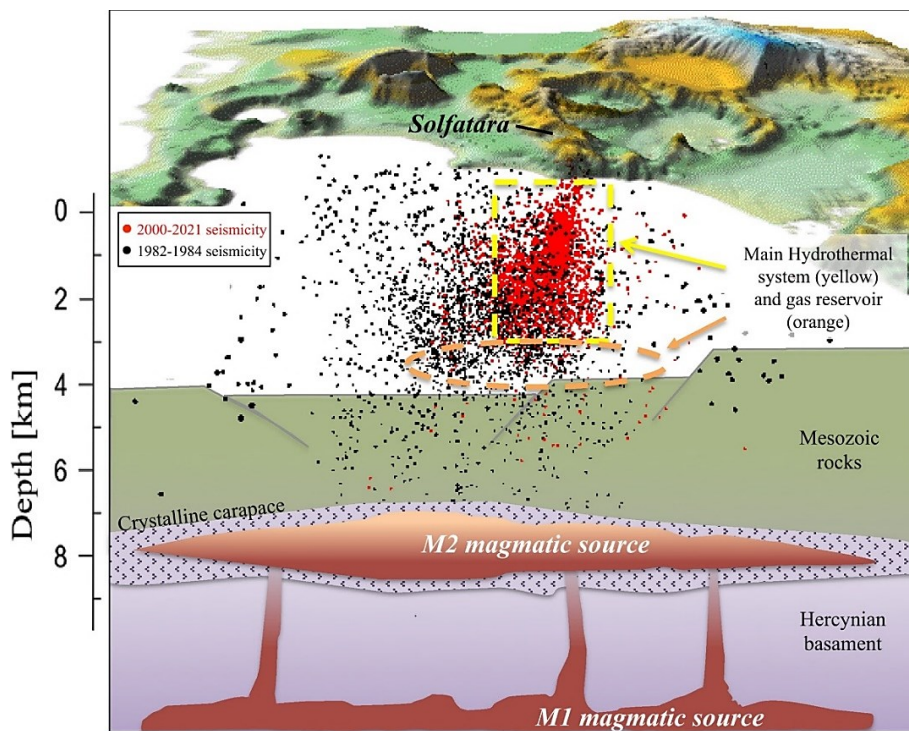


Fig.6: Ricostruzione del sistema vulcanico dei Campi Flegrei con in evidenza la sismicità dell'area durante le crisi bradisismiche degli ultimi anni (fonte: Buono et al., 2022).

1.2 IL BRADISISMO

Pur essendo la storia eruttiva molto efficace per spiegare quale potrebbe essere la pericolosità vulcanica nell'area dei Campi Flegrei, questo sistema vulcanico è contraddistinto da un altro fenomeno geologico che comporta anch'esso dei rischi per la popolazione, il bradisismo (termine traducibile letteralmente come “movimento lento del suolo”), che consiste nel lento abbassamento o sollevamento del suolo ed è parte del più generale fenomeno della risorgenza calderica (comune anche ad altre caldere vulcaniche).

I movimenti verticali non sono un fenomeno recente ma hanno caratterizzato l'evoluzione di questo sistema vulcanico da millenni (Del Gaudio et al., 2010) e in relazione all'ultima eruzione che ha portato alla formazione del Monte Nuovo si è riscontrato come sia stata preceduta da un'intensa fase bradisismica durata decine di anni con una forte accelerazione negli anni immediatamente precedenti (fig.7).

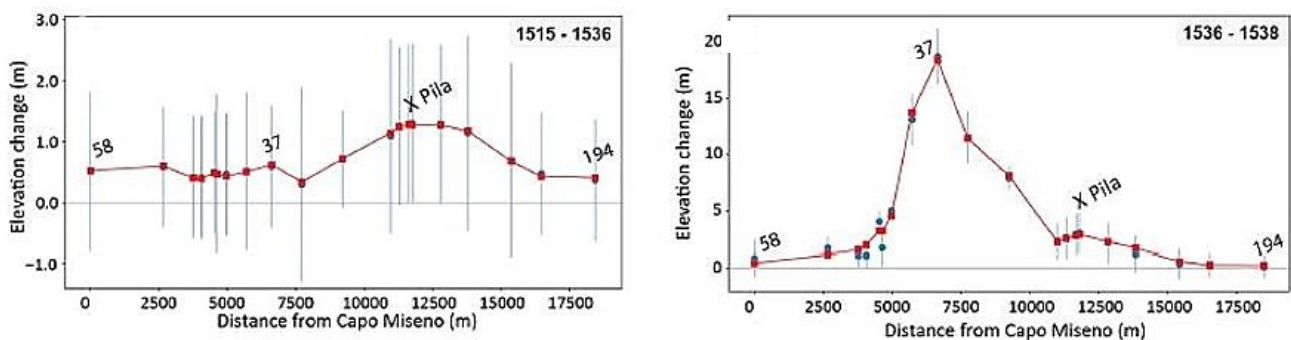


Fig.7: Ricostruzione dei movimenti del suolo negli anni precedenti l'eruzione di Monte Nuovo, a distanze crescenti da Capo Misano, ossia il promontorio più meridionale della baia di Napoli (immagine modificata da: Trasatti et al., 2023).

Le fasi di sollevamento sono contraddistinte da un aumento della sismicità, sia in termini della frequenza degli eventi sismici, che si manifestano anche come “sciame” (intesi come “una concentrazione di terremoti in cui non c'è un singolo evento di magnitudo predominante”, secondo la definizione classica di Utsu, 2002) sia nella magnitudo, costituendo quindi un potenziale pericolo per la popolazione e le infrastrutture urbane, specialmente in un contesto densamente popolato come quello dei Campi Flegrei.

Per ricostruire l'andamento dei movimenti in epoca storica a partire dal IV secolo d.C. è stata presa come riferimento una costruzione di epoca romana, il Macellum di Pozzuoli, meglio

conosciuto come Serapeo (fig.8), in quanto si credeva che fosse un tempio dedicato al dio Serapide. Grazie alla presenza di molluschi marini (litodomi) i cui gusci sono stati ritrovati nelle colonne di questo monumento, è possibile ricostruire la relativa posizione del livello del mare nelle varie epoche e di conseguenza anche i movimenti del suolo nel tempo. In epoca moderna sono state utilizzate tecniche di rilevazione sempre più sofisticate che permettono un monitoraggio in tempo reale delle variazioni (anche minime), come la livellazione geometrica prima e, in tempi recenti, il GNSS (ossia il *Global Navigation Satellite System*), oltre all'interferometria radar satellitare.



Fig.8: Serapeo di Pozzuoli (fonte: INGV Osservatorio Vesuviano, <https://www.ov.ingv.it/index.php/il-bradisismo>).

I dati raccolti finora hanno permesso di ricostruire l'andamento del bradisismo con una certa precisione a partire dal 1905 (fig.9), mostrando come a una subsidenza durata fino a circa gli anni Cinquanta è seguita una prima fase bradisismica intorno al 1950, da una seconda fase nel periodo 1969-1972 e successivamente una terza fase fra il 1982 e il 1984. Quest'ultima si distinse per un notevole sollevamento del suolo, circa 185 cm in soli due anni, in concomitanza con numerosi eventi sismici, circa 16.000 (Giudicepietro et al., post blog INGVvulcani, 11/06/2019), anche di moderata intensità fino a magnitudo 4.0, che hanno prodotto gravi danni ad alcuni edifici e l'evacuazione di parte della popolazione residente a Pozzuoli. Dopo questo innalzamento repentino il terreno subì nuovamente una subsidenza che durò circa fino al 2005 (fig.10), anno dopo il quale iniziò l'attuale crisi che ha portato, a marzo 2026, un sollevamento

di circa 163.5 cm nell'area di Pozzuoli, interessata dalla massima deformazione, oltre a numerosi sciami sismici e terremoti molto superficiali (profondità massima di circa 4 km, fig.6) di un'intensità mai registrata prima in questa zona. Gli eventi maggiori, di magnitudo 4.6 (con un'incertezza di 0.3) sono stati registrati il 13 marzo e il 30 giugno 2025. Le fasi salienti di questa crisi bradisismica in corso verranno trattate con maggiore dettaglio nel Capitolo 4, insieme all'analisi della comunicazione.

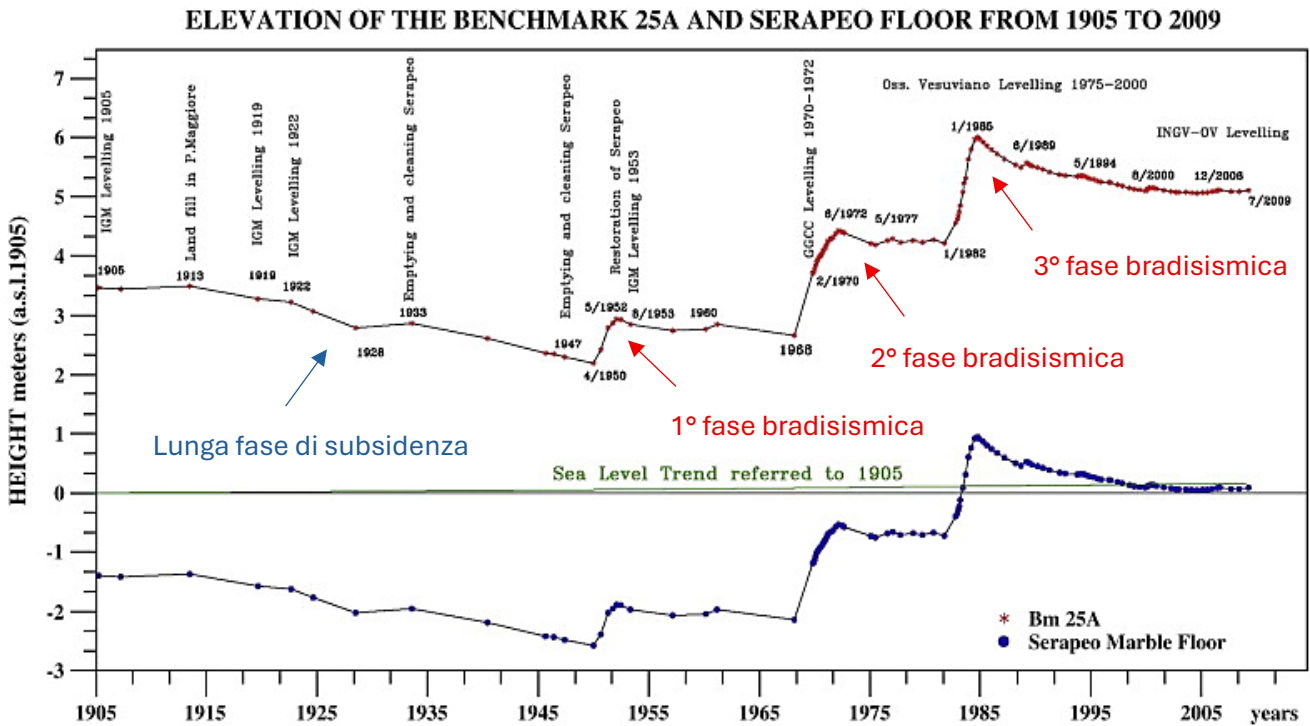


Fig.9: Ricostruzione dei movimenti verticali del suolo nell'area di Pozzuoli nel periodo 1905 - 2009. Bm 25A: Stazione di riferimento nei pressi di Pozzuoli. (immagine modificata da: De Gaudio et al., 2010).

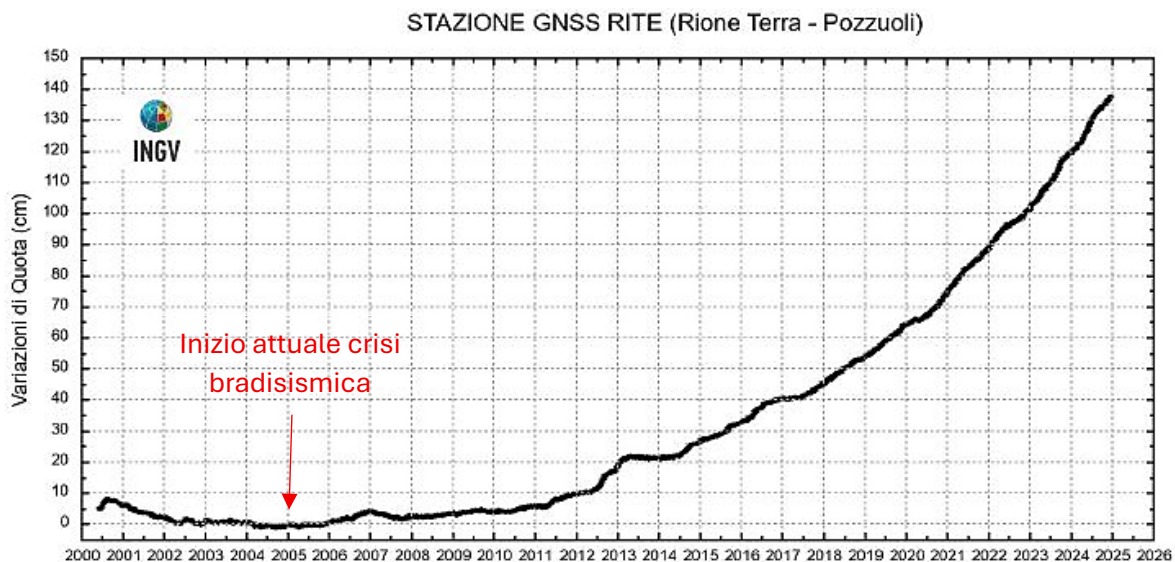


Fig. 10: Ricostruzione dei movimenti verticali nell'area di Pozzuoli nel periodo 2000 - 2026 (immagine modificata dal Report di monitoraggio dei Vulcani Campani - INGV Osservatorio Vesuviano, 2024).

I processi geologici all'origine del bradisismo sono ancora oggetto di studio e di dibattito nel dettaglio. Per molti studiosi la fonte principale di questi movimenti è la migrazione verso l'alto di fluidi magmatici e gas riscaldati (H_2O , CO_2) derivati dalla cristallizzazione e degassamento del magma nelle camere magmatiche (Scafetta et al., 2026). Questi fluidi si insinuano in fratture già presenti e inducono gli strati sovrastanti a deformarsi anche a causa del calore, innescando cambiamenti nella circolazione idrotermale superficiale e una pressione crescente che culmina in un'ulteriore fratturazione, con conseguente innesco di piccoli terremoti (quelli di magnitudo più elevata sono invece causati dalla riattivazione di faglie più estese presenti nella caldera, fig.11). Il sollevamento del suolo è inoltre accompagnato da un aumento del flusso di gas e una variazione della loro composizione chimica nelle fumarole della Solfatarata.

Recentemente è stato proposto un modello che prende in considerazione anche la circolazione di fluidi di origine meteorica all'interno della caldera (Scafetta et al., 2026), i quali potrebbero aver contribuito fino al 20% nel sollevamento totale registrato dal 2005. Questa correlazione è dovuta al fatto che queste acque provenienti dalle precipitazioni percolerebbero all'interno degli strati più permeabili (come nell'Unità C in fig.11), depositando minerali nelle fratture esistenti e sigillandole, impedendo la migrazione verso l'alto dei fluidi magmatici fino alla loro nuova rottura. Questo potrebbe causare nel tempo un'ulteriore pressione e deformazione che potrebbe portare ad un ulteriore incremento del sollevamento. Si tratta

tuttavia ancora di un'ipotesi oggetto di studio e che necessita di ulteriori prove per essere sufficientemente accreditata.

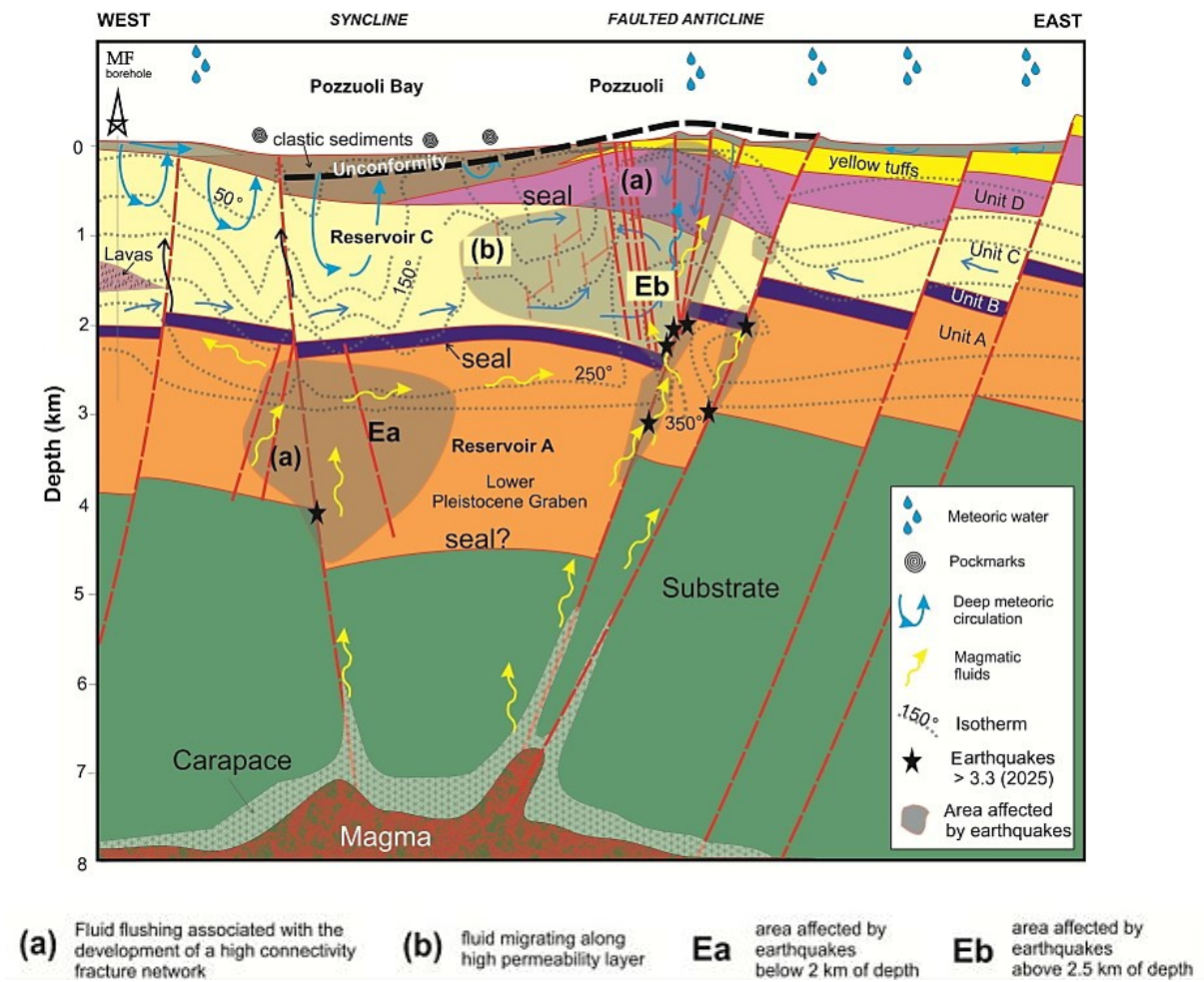


Fig.11: Sezione geologica orientata Ovest – Est della caldera dei Campi Flegrei che mostra il modello di circolazione dei fluidi sotterranei in relazione al bradisismo. Unità A: depositi continentali e costieri, strati permeabili. Unità B: Livello impermeabile ricco in argille. Unità C: depositi marini di limo e sabbie, strati permeabili. Unità D: livello impermeabile di piroclastiti (immagine modificata da: Scafetta et al., 2026).

1.3 RISCHIO ATTUALE E PROTEZIONE CIVILE

Il concetto di rischio, spesso confuso con il termine “pericolosità”, indica in realtà il prodotto di quest’ultima con il valore esposto e la vulnerabilità (Orsi et al., 2001). La pericolosità indica la probabilità che una determinata area sia interessata da fenomeni potenzialmente distruttivi in un dato intervallo di tempo, che nel caso dei vulcani attivi riguarda per esempio le colate di lava, i flussi piroclastici o la caduta di lapilli, bombe vulcaniche e cenere. Nel particolare contesto dei Campi Flegrei si deve tenere conto anche della pericolosità sismica, data dal possibile accadimento di terremoti anche forti e il loro aumento in frequenza, in concomitanza con il fenomeno del bradisismo (attualmente la magnitudo massima stimata in base a recenti studi per quest’area è di 5.1, Iervolino et al., 2024). Il valore esposto invece indica l’insieme delle persone, degli edifici, delle infrastrutture e più in generale delle attività umane che potrebbero essere interessate dai fenomeni pericolosi. Infine, la vulnerabilità è la percentuale del valore esposto che si ritiene possa andare perduta a seguito dei fenomeni pericolosi. Nell’area dei Campi Flegrei, come in tutta l’area napoletana, il valore esposto, dovuto all’intensa urbanizzazione, è molto elevato. Anche la vulnerabilità lo è, per l’elevata percentuale di edifici storici. Per ridurre il rischio purtroppo non si può ridurre la pericolosità, ma si può agire con politiche di prevenzione che riducano il valore esposto e la vulnerabilità (Orsi et al., 2001).

Uno dei compiti fondamentali della comunità scientifica e degli istituti di ricerca come l’INGV nell’ottica di comprendere meglio il rischio è quello in primo luogo di studiare il sistema vulcanico per definirne la pericolosità e prevedere il possibile approssimarsi di un’eruzione, attraverso un approccio a lungo termine (ricostruzione dell’evoluzione geologica del vulcano e le tipologie di eruzioni riscontrate in passato) e a breve termine, basata sulla sorveglianza in tempo reale di numerosi parametri. Quest’ultimi sono costituiti dalla sismicità vulcanica e dalla deformazione dell’edificio vulcanico, accompagnate da variazioni gravimetriche, magnetiche ed elettriche (dati che possono indicare il movimento di magma nel sottosuolo e verso la superficie), oltre alle variazioni geochimiche e fisiche dei fluidi idrotermali (temperatura, pressione, composizione chimica). Tuttavia per il sistema vulcanico dei Campi Flegrei la valutazione di una possibile eruzione è particolarmente complessa, e di conseguenza le teorie e i modelli formulati dai ricercatori non sono sempre concordanti. Per esempio, in un’ipotesi molto recente, il bradisismo attuale sarebbe prodotto da intrusioni magmatiche e

potrebbe produrre nei prossimi decenni un'eruzione come quella di Monte Nuovo se persistessero le condizioni attuali (Caricchi et al, 2026). Tuttavia, allo stato attuale nessun modello è in grado di prevedere con affidabilità tempi o modalità di una possibile eruzione. L'INGV collabora costantemente con il Dipartimento della Protezione Civile e le Pubbliche Amministrazioni della zona (Comuni coinvolti e la Regione Campania) fornendo le indicazioni sullo stato di attività del vulcano e sul fenomeno del bradisismo.

Attualmente, per i Campi Flegrei è in vigore e aggiornato nel corso degli anni un Piano di Emergenza Nazionale per il rischio vulcanico (liberamente consultabile sul sito web del Dipartimento di Protezione Civile e della Regione Campania), che prevede un sistema di livelli di allerta a 4 colori (verde, giallo, arancione, rosso) e una definizione dello stato di attività del vulcano (aggiornato con un Decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile il 30 ottobre 2025), ossia quiescente per il livello base (verde), di disequilibrio debole e medio per il livello giallo e di disequilibrio forte e molto forte per il livello arancione, mentre lo stato pre-eruttivo indica il livello più alto (rosso). Il passaggio fra i vari livelli di allerta è stabilito sulla base delle possibili variazioni dei parametri monitorati e da eventuali fenomeni in corso, oltre ad essere sempre subordinato al parere della Commissione Grandi Rischi – Settore Rischio Vulcanico. A partire dal 2012, il Dipartimento della protezione civile ha dichiarato per i Campi Flegrei (fase di attenzione) il passaggio al livello di allerta giallo e con la nuova definizione degli stati di attività allo stato di disequilibrio medio. Esso è caratterizzato da un sollevamento con velocità media del centro della caldera e geometria radiale, una sismicità vulcano-tettonica frequente con magnitudo massima sporadicamente compresa fra 4.0 e 4.5 e un aumento del flusso di CO₂ con estensione delle aree di degassamento, oltre a una maggiore componente magmatica nei gas fumarolici. La probabilità di un'eruzione è considerata medio-bassa, ma sono possibili altri fenomeni pericolosi, come concentrazioni di gas potenzialmente dannosi (CO₂, H₂S) in aree d'emissione o luoghi chiusi come per esempio seminterrati oppure frane causate da scuotimenti sismici da lievi a occasionalmente intensi (frane sismo-indotte), oltre ad esplosioni freatiche localizzate in aree con intensa attività idrotermale. Nel livello di attenzione (giallo) sono previste inoltre due fasi operative (Fase 1 e Fase 2), fra le quali è attualmente in vigore la seconda, che prevede sia un'intensificazione dell'attività di monitoraggio, sia l'attività informativa fra gli enti coinvolti e verso la popolazione (anche con l'organizzazione di esercitazioni). Nel caso dell'intensificarsi dei fenomeni monitorati e il conseguente innalzamento del livello di allerta progressivamente verso quello massimo la fase

operativa prevede, oltre alla dichiarazione dello Stato di emergenza nazionale, l'evacuazione (effettuata anche tramite mezzi di trasporto messi a disposizione dalla Regione Campania e dal Dipartimento di Protezione Civile, previo raduno della popolazione nei punti di incontro designati) di tutte le attività e delle persone che risiedono nella zona rossa (fig.12). La zona rossa corrisponde all'area potenzialmente colpita direttamente dai flussi piroclastici, mentre la zona gialla corrisponde all'area potenzialmente interessata dalla caduta di quantità di cenere vulcanica, tali da creare forti problemi all'agibilità degli edifici più vulnerabili e alla viabilità. Lo scenario eruttivo preso in considerazione per la formulazione di questo piano considera come eruzione di riferimento un'eruzione di energia media, più forte di quella del 1538 del Monte Nuovo ma molto meno violenta di quell'Ignimbrite Campana o del Tufo Giallo Napoletano. Nel corso di questa eruzione si potrebbe verificare la formazione di una colonna eruttiva alta fino a decine di chilometri e la caduta di materiale vulcanico di grosse dimensioni nell'area più vicina alla bocca eruttiva, oltre alla caduta di ceneri e lapilli anche a diverse decine di chilometri di distanza (il link della Pianificazione nazionale di emergenza per il rischio vulcanico per i Campi Flegrei da cui sono state tratte le precedenti informazioni è stato inserito in sitografia).



Fig. 12: Mappa della zona rossa e gialla per l'area flegrea previste dal Decreto Dpcm del 24 giugno 2016 (fonte: Dipartimento della Protezione Civile, <https://mappe.protezionecivile.gov.it/it/mappe-e-dashboards-rischi/piano-nazionale-campi-flegrei/>).

Per i rischi connessi al fenomeno del bradisismo è stato emanato un apposito Decreto (DL/140 2023) il 12 ottobre 2023, che ha istituito un Piano speditivo di emergenza con l'obiettivo di definire una specifica strategia e le procedure operative per affrontare le conseguenze del fenomeno. Questo piano prevede l'istituzione di una zona di intervento più ampia e una zona di intervento ristretta (fig.13), ossia rispettivamente l'area caratterizzata da sollevamenti pari o maggiori di 10 cm dal 2015 e l'area che ha subito un sollevamento di 30 cm dallo stesso periodo di tempo, con diversi gradi di intervento da parte delle istituzioni a seconda della gravità del fenomeno (dai controlli sugli edifici alla completa evacuazione della popolazione). Queste zone e le strategie operative sono comunque modificabili nel tempo a seconda dell'evolversi della situazione, così come le procedure previste in caso di eruzione.

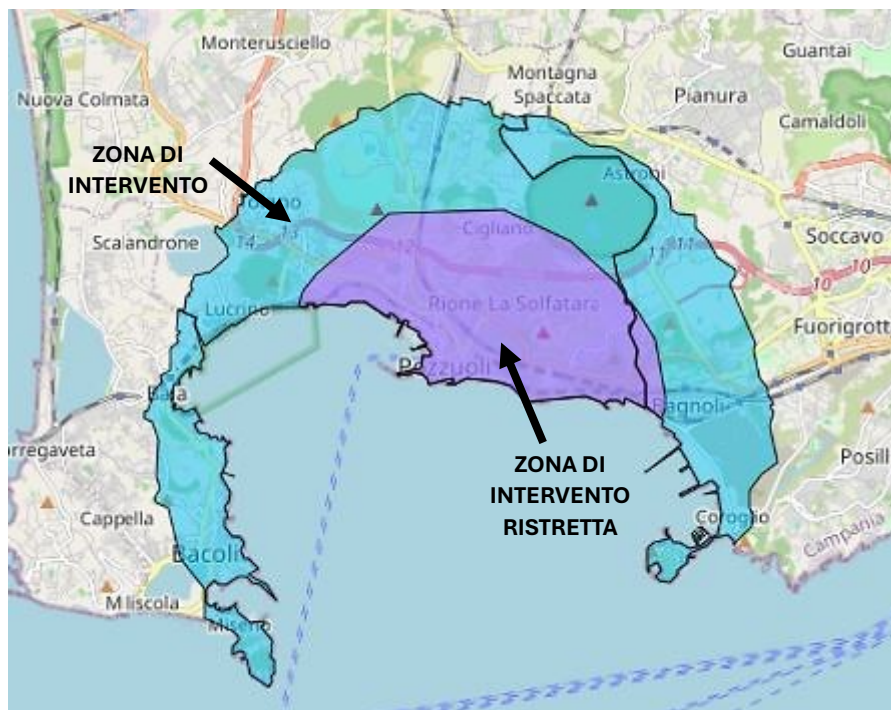


Fig.13: *Mappa delle zone di intervento previste per mitigare il rischio geologico del bradisismo dal Decreto Legge 140 2023 del 23 ottobre 2023 (immagine modificata da: Dipartimento della Protezione Civile, <https://mappe.protezionecivile.gov.it/it/mappe-e-dashboards-rischi/pianificazione-speditiva-di-emergenza-campi-flegrei/>).*

Data la persistenza e l'intensificarsi nel tempo del bradisismo, ha assunto sempre più importanza negli ultimi anni l'attività di comunicazione alla popolazione dei rischi associati a quest'area vulcanica. Questo per diffondere ulteriormente le conoscenze a tutti i livelli di età e istruzione su queste tematiche ma soprattutto per aumentare la consapevolezza del pericolo

vulcanico e quello collegato all'aumento della sismicità, con la conseguente capacità di affrontarli da parte della popolazione in caso di ulteriore evoluzione del fenomeno, senza creare allarmismi ingiustificati. Il compito della comunicazione è gestito dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Regione Campania, nonché dai Comuni coinvolti attraverso esercitazioni come l' "ExeFlegrei24", tenutasi nel 2024, che ha coinvolto anche scuole di ogni grado con progetti educativi, in stretta sinergia con l'INGV (in particolare l'Osservatorio Vesuviano). In questa tesi verrà trattata in dettaglio la missione comunicativa di quest'istituto al grande pubblico, in relazione all'attuale crisi bradisismica in un periodo di tempo ventennale (2005-2025), con l'obiettivo di analizzarne l'evoluzione, la risposta della popolazione ed individuare eventuali criticità.

2 L'INGV: DALLA SCIENZA ALLA DIVULGAZIONE

2.1 STORIA, MISSIONE E STRUTTURA DELL'ISTITUTO

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (da cui l'acronimo INGV) nasce nel 1999, con la sede centrale situata a Roma, dalla fusione di cinque istituti già operanti nell'ambito delle discipline geofisiche e vulcanologiche: l'Istituto Nazionale di Geofisica, l'Osservatorio Vesuviano, l'Istituto Internazionale di Vulcanologia di Catania, l'Istituto di Geochimica dei Fluidi di Palermo e l'Istituto di Ricerca sul Rischio Sismico di Milano.

L'obiettivo primario dell'INGV è contribuire alla comprensione fisica dei fenomeni naturali legati alle geoscienze (terremoti, maremoti, eruzioni vulcaniche) e alla mitigazione dei rischi associati a questi fenomeni. In particolare, vengono svolte sia attività di ricerca scientifica con una forte integrazione tecnologica (strumenti di misura, infrastrutture dedicate, banche dati e archivi), sia attività legate alla redazione di piani per la mitigazione dei rischi per la collaborazione di altri enti, come la Protezione Civile e le amministrazioni regionali e comunali. L'istituto opera anche in accordo con la cosiddetta Terza Missione, che comprende la formazione e la divulgazione al grande pubblico, ossia il "*public engagement*". Esso è definito come l'insieme di tutti i progetti senza scopo di lucro (educativi, culturali e di sviluppo sociale) che vengono organizzati per favorire un dialogo aperto e la condivisione di conoscenze fra l'istituto e un pubblico non accademico, avvicinandolo ai risultati della ricerca.

Attualmente, l'INGV opera attraverso tre Dipartimenti di ricerca principali operanti in stretta sinergia: Ambiente, Terremoti e Vulcani, con diverse sedi ubicate in tutto il territorio nazionale nelle principali città (Roma, Milano, Napoli, Bologna, Pisa, Catania e Palermo).

Il Dipartimento Ambiente si occupa di studiare il Sistema Terra integrando osservazioni da tutti i "livelli" del nostro pianeta (dal nucleo terrestre fino ai margini esterni della magnetosfera), con l'obiettivo principale di comprenderne le complesse interazioni, sia per mitigare i rischi naturali legati ai fenomeni geologici, sia per capire l'impatto dell'uomo sull'ambiente, legato principalmente ai cambiamenti climatici in atto e ai diversi tipi di inquinamento.

Il Dipartimento Terremoti si occupa invece dello studio dei fenomeni sismici e dei maremoti, oltre al loro impatto sulle infrastrutture urbane e le attività umane. In particolare, fornisce una sorveglianza sismica costante e in tempo reale dei terremoti (liberamente consultabile da chiunque attraverso l'apposita pagina web dedicata, la Lista Terremoti), insieme ad un Centro

Allerta Tsunami (CAT), operativo dal 2016, che monitora l'eventuale accadimento di maremoti in tutto il Mediterraneo. All'interno di questo dipartimento i ricercatori si occupano inoltre di elaborare le carte della pericolosità sismica per l'intero territorio nazionale, monitorano il sottosuolo per verificare eventuali interazioni fra le attività industriali e l'ambiente, oltre a fornire strumenti e metodologie per creare mappe di microzonazione sismica, fondamentali per la pianificazione urbanistica.

Infine, il Dipartimento Vulcani si occupa di studiare i sistemi vulcanici attivi (sia in Italia che all'estero), per comprendere i meccanismi delle eruzioni vulcaniche e il loro possibile impatto sul territorio. Le sezioni principali dell'INGV che si occupano di questa tipologia di ricerche sono la Sezione di Catania (Osservatorio Etneo) e la Sezione di Napoli (Osservatorio Vesuviano), quest'ultima centrale nel monitoraggio e nella comunicazione dei fenomeni legati alla caldera dei Campi Flegrei e agli altri vulcani napoletani, Vesuvio e Ischia. Analogamente agli altri dipartimenti, dal 2018 è stata istituita una piattaforma di comunicazione che include un blog (INGV Vulcani) e diversi canali social (Instagram, Facebook, YouTube, Twitter, poi diventato X, e recentemente Bluesky).

2.2 IL DIPARTIMENTO VULCANI E LO STUDIO DEI SISTEMI VULCANICI

Lo studio dei sistemi vulcanici attivi viene condotto dall'INGV seguendo diverse aree tematiche di ricerca (presentate di seguito), caratterizzate da un'impronta multidisciplinare e con l'obiettivo di descrivere i processi vulcanici nella loro interezza e nel modo più quantitativo, coerente e completo possibile:

- **Storia eruttiva:** La ricostruzione della storia eruttiva di un sistema vulcanico permette di comprendere l'evoluzione nel passato e ipotizzare quella futura. Si basa principalmente sull'analisi geologica e tefrostratigrafica dei depositi derivanti da un'eruzione vulcanica (detti anche "tefra", da cui il nome della disciplina stratigrafica), ma anche su studi di tipo geoarcheologico e sulla ricerca di fonti storiche.
- **Struttura e sistema di alimentazione dei vulcani:** Fondamentale per capire l'evoluzione geologica-strutturale del sistema vulcanico in relazione al regime tettonico

dell'area, si avvale anche di studi geofisici, geochimici, petrologici e simulazioni fisico-matematiche per studiare la migrazione dei magmi nel sottosuolo (intrusioni, formazioni di fratture, struttura delle camere magmatiche).

- **Proprietà chimico-fisiche dei magmi e dei prodotti vulcanici:** Questo campo di ricerca si avvale prevalentemente di studi analitici e simulazioni numeriche per capire quali possono essere le tipologie di eruzioni connesse ai sistemi vulcanici (hawaiane o effusive, stromboliane, pliniane, surtseyane, ossia idro- o freatomagmatiche, e infine le cupole di lava, che spesso sfiorano in eruzioni pliniane) e di conseguenza la loro pericolosità.
- **Processi pre-eruttivi:** Studi che si basano su indagini geologiche, geofisiche e computazioni numeriche per comprendere la dinamica e i meccanismi di migrazione dei magmi dalle camere di stoccaggio alla superficie. Il monitoraggio dei parametri considerati (deformazione del suolo, aumento dei flussi di gas emessi, profondità dei terremoti, sciami sismici) è di notevole importanza per prevedere l'eventuale approssimarsi di un'eruzione.
- **Processi eruttivi e post-eruttivi:** In quest'area tematica viene studiata la dinamica di queste fenomenologie per comprendere l'evoluzione nel tempo di un'eruzione. Vengono analizzati in questo filone di ricerca anche altri fenomeni ad essa collegati (esplosioni freatiche, collassi di versante, frane, tsunami).
- **Pericolosità vulcanica e contributi alla stima del rischio:** Studi basati su metodi probabilistici e deterministici per simulare le possibili eruzioni e creare mappe di pericolosità, insieme a indagini di vulnerabilità e impatto dei fenomeni sul territorio.
- **Servizi e ricerca per la società:** Comprendono attività effettuate per altri enti, per esempio la Protezione Civile e gli istituti preposti alla regolamentazione del traffico aereo (come l'ENAC, ossia Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), per mitigare i rischi nel caso di eruzioni e sviluppare sistemi di allerta precoce, anche a livello europeo. In quest'area tematica ricadono anche i compiti di divulgazione e informazione alla

popolazione per far comprendere l'importanza della preparazione in caso di un evento eruttivo, insieme a studi volti alla valorizzazione dei siti archeologici come Ercolano e Pompei, testimonianze fondamentali della stretta interconnessione fra i vulcani e le comunità umane.

2.3 L'OSSERVATORIO VESUVIANO

È la più antica istituzione scientifica dedicata allo studio dei vulcani, la cui richiesta di fondazione fu avanzata da due scienziati, Teodoro Monticelli e Nicola Covelli, e fu accolta nel 1839 dal Re Ferdinando II, il sovrano dell'allora Regno delle Due Sicilie. L'Osservatorio Vesuviano fu fondato nel 1841 e inaugurato nel 1845 durante il VII Congresso degli Scienziati Italiani (incontri annuali organizzati dagli uomini di scienza del tempo fino al 1848), ma l'edificio della sede originaria fu ultimato soltanto nel 1847 e l'Osservatorio entrò ufficialmente in funzione nel 1848. Questa struttura è un elegante edificio di gusto neoclassico (fig.14), situata sul Vesuvio, tra Ercolano e Torre del Greco. Attualmente è adibita a museo in cui viene ospitata una mostra permanente che illustra la storia di quest'istituto e l'evoluzione negli strumenti utilizzati per gli studi vulcanologici (fig.15), a partire dalla sua fondazione.



Fig. 14: Sede storica dell'Osservatorio Vesuviano (fonte: INGV Osservatorio Vesuviano).



Fig. 15: Esempio di strumenti e mappe nella mostra permanente all'interno della sede storica dell'Osservatorio Vesuviano (fonte: INGV Osservatorio Vesuviano).

Nel 2001 l'Osservatorio Vesuviano diventa Sezione di Napoli dell'INGV (dopo esserne stato fra gli istituti fondatori nel 1999) e da alcuni decenni la sede operativa (fig.16) è ubicata nel quartiere di Fuorigrotta nel settore occidentale di Napoli.



Fig. 16: Sede operativa dell'Osservatorio Vesuviano (fonte: INGV Osservatorio Vesuviano).

I compiti principali di questa sezione consistono nella ricerca vulcanologica e nel monitoraggio geofisico e geochimico dei vulcani attivi, in particolare Vesuvio, Campi Flegrei e l'isola di Ischia. L'istituto lavora in stretto collegamento con il Dipartimento della Protezione Civile (DPC), fornendo dati in tempo reale per la previsione, prevenzione e gestione delle emergenze vulcaniche (nei paragrafi seguenti verrà trattata in dettaglio solo l'attività di monitoraggio e divulgazione relativa all'area dei Campi Flegrei).

Dal 1997 è stato istituito anche un sito web (ristrutturato nel corso degli anni, Borriello et al., 2006), che fornisce agli utenti la possibilità di informarsi su diverse tematiche, per esempio lo stato attuale dei sistemi vulcanici napoletani attraverso la pubblicazione dei bollettini di sorveglianza o il monitoraggio in tempo reale (come i segnali sismici o le webcam consultabili in diretta), la struttura delle reti di monitoraggio, la storia eruttiva dei vulcani napoletani e i fenomeni vulcanici associati, oltre ad una serie di pubblicazioni scientifiche (banche dati come i cataloghi sismici o il portale Earth-prints, creato dall'Istituto) e divulgative (materiale didattico per le scuole, collane editoriali INGV). Infine, sono presenti appositi link che permettono un collegamento esterno ai canali social e al blog INGVvulcani, oltre a finestre dedicate alle notizie in primo piano. Il sito web è dotato anche di un particolare software di monitoraggio (Borriello et al., 2006) che permette di controllare il numero di accessi giornalieri e le pagine visitate durante la navigazione, oltre al servizio *info-web* (Giudicepietro et al., 2006), costituito da un indirizzo di posta dedicato che raccoglie le richieste di informazioni da parte del pubblico e fornisce loro risposte rapide da parte del personale dell'Osservatorio (le richieste vengono poi conservate in una banca dati per valutare quali siano le domande più frequenti e pubblicare di conseguenza le FAQ sul sito web). Questi strumenti sono stati implementati quindi per redigere report sulle attività degli utenti, sia in termini di frequenza nell'accesso al sito e nel tipo di pagina visitata, sia per valutare la chiarezza delle informazioni esposte, con l'intento generale di ottimizzare il servizio offerto nel corso degli anni.

2.4 IL MONITORAGGIO DEI CAMPI FLEGREI

L'Osservatorio Vesuviano effettua il monitoraggio dei Campi Flegrei misurando numerosi parametri (sismicità, deformazione del suolo, flusso e composizione chimica dei gas emessi) in tempo reale, integrandoli con campagne di misura periodiche, analisi in situ e in laboratorio. I dati raccolti, insieme a quelli provenienti dagli altri sistemi vulcanici (Vesuvio e Ischia), vengono trasmessi alla Sala di Monitoraggio (fig.17), operativa tutti i giorni dell'anno e 24 ore su 24, in cui viene svolta l'attività di sorveglianza e l'eventuale comunicazione al Dipartimento della Protezione Civile di fenomeni rilevanti (eventi sismici con magnitudo superiore rispetto a una soglia definita, sciame sismici significativi).



Fig.16: Sala di Monitoraggio dell'Osservatorio Vesuviano (fonte: Peluso et al., post blog INGVvulcani, 26/03/2021).

Attualmente, la Rete di Monitoraggio dei Campi Flegrei (fig.18) si basa sull'utilizzo di molteplici tecniche di misura dei principali parametri che caratterizzano lo stato del vulcano (sismologico, vulcanologico, geodetico e geochimico) e conta numerose stazioni, situate sia sulla terraferma che nelle acque del Golfo di Pozzuoli.

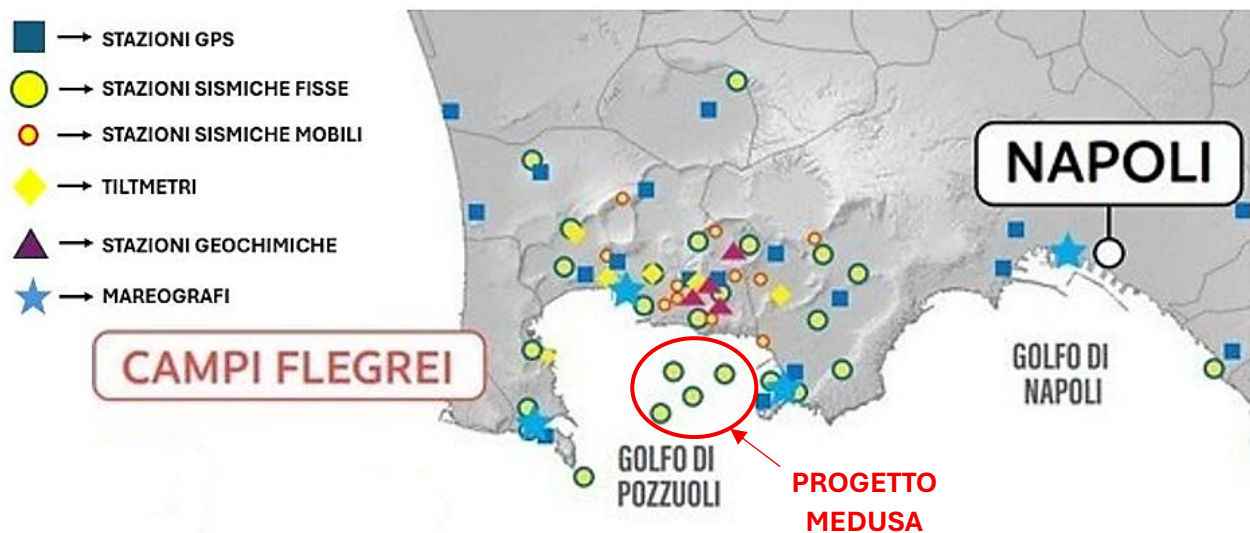


Fig. 18: Rete di Monitoraggio dei Campi Flegrei (modificata da: INGV Osservatorio Vesuviano, <https://www.ov.ingv.it/index.php/monitoraggio-sismico-e-vulcanico-2/infrastrutture/sala-monitoraggio>).

In particolare, la rete sismologica conta 27 stazioni sismiche permanenti e 7 mobili, con la possibilità di ampliarne il numero in caso di necessità, dotate anche di velocimetri e accelerometri per stimare e fornire in tempo reale una mappa di scuotimento del terreno in caso di eventi con magnitudo superiore a una soglia predefinita. Sul sito web dell'Osservatorio è inoltre possibile osservare i segnali sismici in tempo reale provenienti dalle diverse stazioni. Oltre ai cataloghi sismici aggiornati periodicamente contenenti le informazioni sui terremoti, è stata creata recentemente anche una banca dati liberamente consultabile dal pubblico, denominata GOSSIP (*GeneratOr of Serenade Statlc Pages*), che consente la visualizzazione e la gestione dei dati sismologici parametrici degli ultimi due anni, con la possibilità di visualizzarli in mappe interattive.

La sorveglianza vulcanologica è invece costituita principalmente dalla Rete TIRNet (*Thermal InfraRed Imagery Monitoring Network*), composta da 6 stazioni dotate di telecamere all'infrarosso che monitorano l'attività e la temperatura dei gas emessi nell'area della Solfatara (fig.19), i cui dati e immagini sono messe a disposizione e scaricabili da chiunque. Dal 2008 vengono effettuate anche campagne periodiche di monitoraggio con termocamere mobili e particolari sensori per misurare la temperatura superficiale del suolo.

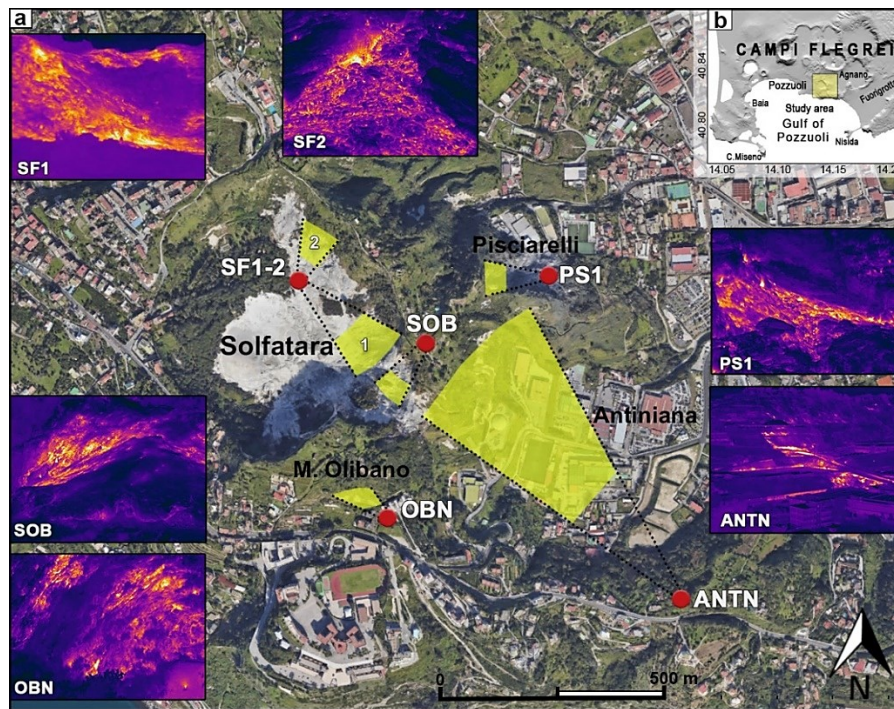


Fig.19: Rete TIRNet dedicata alla sorveglianza vulcanologica nell'area della Solfatara (fonte: INGV Osservatorio Vesuviano, <https://www.ov.ingv.it/index.php/monitoraggio-vulcanologico/campiflegrei-vulcanologico>).

Il monitoraggio geodetico si avvale di numerosi sistemi di acquisizione in continuo e di campagne periodiche di misurazione, fondamentali per studiare le deformazioni del suolo. I primi sono costituiti dalla Rete GNSS (costituita in totale da 40 stazioni), che monitora le variazioni di posizione nel tempo; la Rete Tiltmetrica, costituita da sensori altamente sensibili che misurano l'inclinazione del suolo; la Rete Altimetrica di precisione e infine la Rete Mareografica. Quest'ultima ha assunto notevole importanza negli ultimi anni per studiare il fenomeno del bradisismo, grazie all'implementazione a partire dal 2016 del progetto MEDUSA (*Multiparametric Elastic -Beacon Devices and Underwater Sensors Acquisition system*), ossia una rete di quattro boe geodetiche e sismiche (in fig.18 è stata evidenziata la loro posizione, mentre in fig. 20 si può osservare la parte emersa) dotate anche di una piccola stazione meteorologica, una telecamera ottica e un mareografo radar (essenziale per misurare il livello del mare nel tempo). Esse sono poste nel Golfo di Pozzuoli, ad una profondità fino a 96 metri dal livello marino, e i dati geodetici raccolti integrati con le misurazioni mareografiche permettono di ricostruire con maggiore dettaglio la deformazione del suolo nell'area, anche a livello del suolo sommerso.



Fig.20: Parte emersa di una boa geodetica appartenente al progetto MEDUSA (fonte: Guardato et al., post blog INGV Vulcani, 25/09/2018).

Le campagne di misurazioni periodiche, invece, consistono sia in osservazioni gravimetriche nelle diverse stazioni per monitorare l'eventuale movimento di masse nel sottosuolo, sia analisi InSAR da dati satellitari (*Synthetic Aperture Radar*), che sfruttano il rimbalzo di onde radar dal terreno (provenienti da satelliti) per quantificare con notevole dettaglio i suoi spostamenti verticali e orizzontali nel tempo.

Infine, il monitoraggio geochimico è effettuato con 6 stazioni dedicate principalmente allo studio del flusso di CO₂ emesso dal suolo, la temperatura delle fumarole e la pressione dei gas, parametri fondamentali per monitorare i processi di degassamento, potenzialmente fonte di rischi per la popolazione. Inoltre, vengono effettuati campionamenti mensili e semestrali dei gas fumarolici, oltre a rilevazioni periodiche delle acque di falda (livello, composizione chimica, temperatura) e delle emissioni fluide sottomarine nel Golfo di Pozzuoli.

2.5 IL DIALOGO CON IL PUBBLICO: I CANALI COMUNICATIVI

Il primo livello della comunicazione effettuata dall'Osservatorio Vesuviano sullo stato dei Campi Flegrei è di tipo tecnico, basata sull'emissione sul suo sito web di bollettini di sorveglianza settimanali, mensili e report annuali riassuntivi. Essi integrano e sintetizzano i risultati di tutte le misurazioni effettuate complessivamente dalle Reti di Monitoraggio, e in particolare comunicano i dati relativi alle tematiche sotto elencate. Di seguito è riportata la struttura del bollettino settimanale:

- **Sintesi dello stato di attività:** Riassunto breve dei risultati divisi nelle tre tematiche di monitoraggio (sismologia, deformazioni, geochimica).
- **Scenari attesi:** In questa sezione si comunica l'eventuale presenza di fattori che possono suggerire significative evoluzioni a breve termine, in caso di marcati cambiamenti nei parametri monitorati.
- **Sismologia:** È mostrata la localizzazione e i dettagli (data, profondità, magnitudo) degli eventi sismici registrati nell'ultima settimana con $M \geq 0.0$.
- **Deformazione del suolo:** Vengono riportate le ultime misurazioni del sollevamento del suolo ottenute dalla Rete GNSS, in particolare il tasso di deformazione medio mensile con la relativa incertezza e il sollevamento totale rispetto a gennaio 2025.
- **Geochimica:** Vengono pubblicati i dati relativi al flusso di CO_2 dal suolo nei pressi della Solfatara e la temperatura media dei gas fumarolici emessi, con grafici che mostrano l'andamento a partire da gennaio 2017.
- **Stato stazioni:** È indicato il numero di stazioni attualmente attive e il loro stato di funzionamento (espresso dalla percentuale di acquisizione dei dati).

I bollettini mensili e i report annuali contengono molte più informazioni e dati, con le misurazioni suddivise nelle loro varie componenti e nella tipologia di rete di monitoraggio. Nel caso dei bollettini mensili viene anche pubblicata una versione web riassuntiva (fig.21):



Nel corso del mese di febbraio 2026 sono stati registrati 254 terremoti ($M_{max}=3,5 \pm 0,3$). Dalla metà di dicembre 2025 si è registrata una diminuzione della velocità di sollevamento del suolo, con un valore medio di velocità mensile di circa 15 ± 3 mm/mese. Dagli inizi di febbraio 2026 si registra un'ulteriore diminuzione della velocità di sollevamento del suolo, con un valore medio di velocità mensile di circa 10 ± 3 mm/mese. Il sollevamento registrato alla stazione GNSS di RITE è di circa 162,5 cm da novembre 2005, di cui circa 24,5 cm da gennaio 2025.

I parametri geochimici indicano il perdurare dei trend di riscaldamento, pressurizzazione del sistema idrotermale e di aumento del flusso di gas.

Per approfondimenti consultare la sezione «Bollettini di sorveglianza» del sito: www.ov.ingv.it

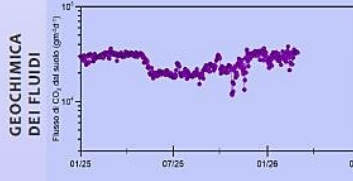
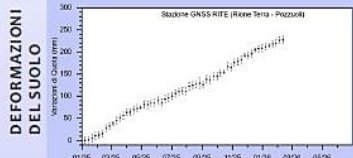
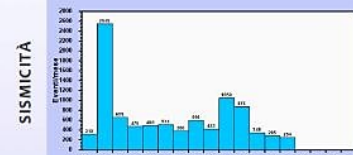
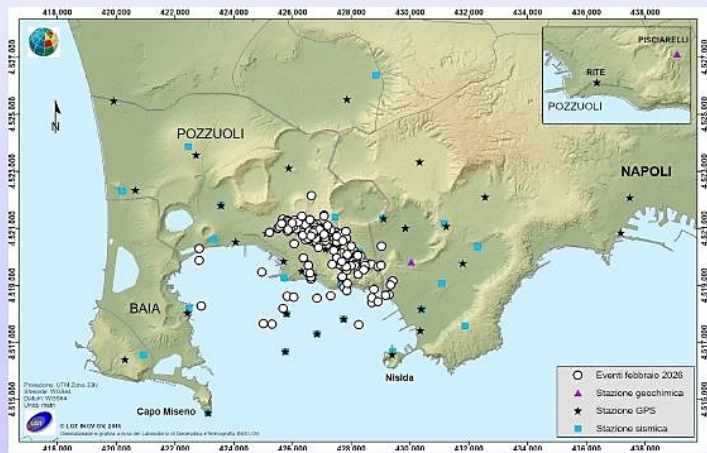


Fig.21: Bollettino mensile di sorveglianza riassuntivo in versione web sullo stato dei Campi Flegrei redatto dall'Osservatorio Vesuviano.

Oltre alla comunicazione periodica sullo stato di attività del sistema vulcanico, l'Osservatorio Vesuviano, in base a specifici Accordi e Convenzioni con il Dipartimento di Protezione Civile, attiva un sistema di comunicazione tempestivo in caso di eventi sismici e sciami significativi. In particolare, per l'area dei Campi Flegrei è stata definita una soglia di magnitudo durata ($M \geq 1,5$, per la definizione di questo tipo particolare di magnitudo utilizzata si veda l'Appendice A) oltre la quale viene emesso un comunicato entro 5 minuti dall'evento in cui viene riportata la localizzazione e la magnitudo preliminare. Entro 30 minuti viene emessa la comunicazione con i dati rivisti. In caso di un evento significativo ($M \geq 4,0$) nelle ore successive viene emesso anche un Comunicato Straordinario, contenente elaborazioni e analisi del fenomeno in atto. Anche per gli sciami sismici sono previste specifiche soglie (tab.2, valide anche per l'isola di Ischia) oltre le quali scatta una comunicazione periodica di aggiornamento sulla situazione (a 30 minuti dall'inizio, entro 3 ore dal primo evento e infine ogni 6 ore se gli eventi persistono), fino a un comunicato di fine sciame se non si registrano terremoti con magnitudo maggiore o uguale a 0 dopo 3 ore dall'ultimo evento.

Scenario	CAMPI FLEGREI / ISCHIA
1	4 eventi in 30 minuti tutti di $M \geq 0.0$ e almeno un evento con $M \geq 1.5$
2	<u>oppure</u> 10 eventi in 1 ora tutti di $M \geq 0.0$ e almeno 1 evento con $M \geq 1.0$

Tab.2: Tabella che mostra le soglie relative agli sciami sismici nell'area dei Campi Flegrei e dell'isola di Ischia oltre le quali scatta una comunicazione tempestiva da parte dell'Osservatorio Vesuviano (fonte: INGV Osservatorio Vesuviano, <https://www.ov.ingv.it/index.php/monitoraggio-e-infrastrutture/attivita-di-monitoraggio/procedure-di-comunicazione>).

Dal sito web dell'Osservatorio Vesuviano è inoltre possibile accedere alla pagina interattiva “Segnali sismici” (fig.22), dove l'utente può visionare i segnali sismici acquisiti in tempo reale da alcune stazioni delle reti di monitoraggio dei vulcani campani nelle ultime 28 ore, con la possibilità di selezionare le diverse stazioni e le fasce orarie. È presente inoltre il link alla mappa con la localizzazione delle stazioni e il link “Localizzazioni Sismiche”, per accedere all'interfaccia della banca dati GOSSIP (*GeneratOr of Serenade Static Pages*, fig.23). Quest'ultima permette di vedere la localizzazione degli eventi sismici avvenuti dal 2005 ai Campi Flegrei (per il Vesuvio e Ischia rispettivamente dal 2011 e 2013), insieme agli eventi con magnitudo maggiore di 3.0 negli anni 1983 e 1984, corrispondenti all'ultima crisi bradisismica, oltre alla possibilità di restringere la ricerca a intervalli di tempo personalizzati. Recentemente, a partire da luglio 2024, sono state introdotte anche le mappe con l'accelerazione del suolo per gli eventi sismici con magnitudo maggiore di 3.0 e la visualizzazione 3D degli ipocentri.

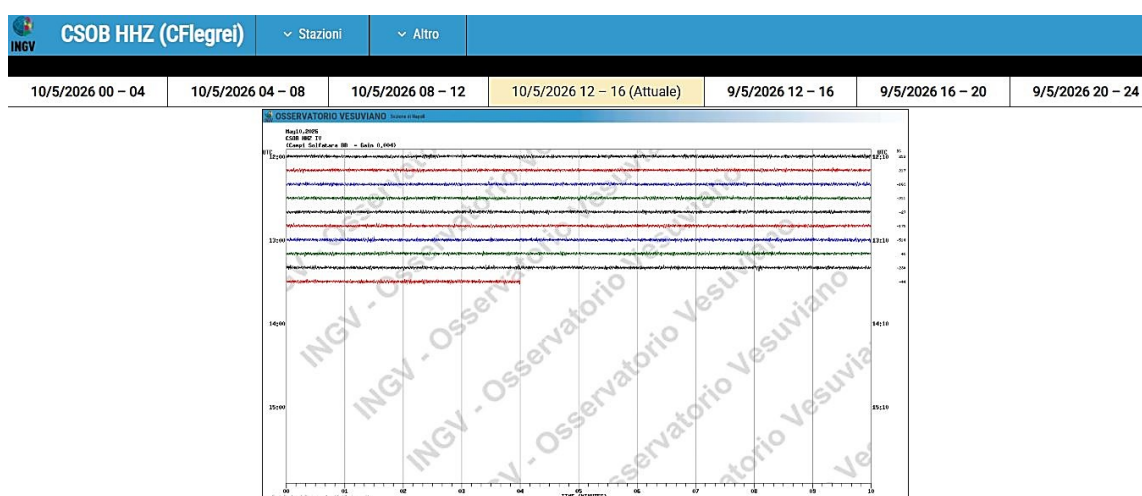


Fig.22: Pagina interattiva “Segnali Sismici”, accessibile dal sito web dell'Osservatorio Vesuviano.

Localizzazioni Sismiche Vulcani Campani
INGV Aggiornato in tempo reale

Ultimo evento registrato (Vesuvio):

ID Evento	Tempo origine (UTC)	Latitudine	Longitudine	Profondità	Magnitudo	Qualità	Tipo
52713	2026/05/10 10:39:50	40.9000 (40N 54.00)	14.6655 (14E 39.93)	1.1 km	N/D	D	Automatico

GOSSIP GENERATOR OF SERENADE STATIC PAGES V. 5.3.3

Note di rilascio Guida al sito Ricerca eventi Come citare/Riferimenti bibliografici Feed RSS [RSS](#)

Aree

Vesuvio

Eventi ultimi due anni ▶

Ultimo evento registrato:

Tipo	Tempo Origine (UTC)
Automatico	2026/05/10 10:39:50

▶ Dettagli

Altre annate: 2026 2025 2024 2023 Altri...

Campi Flegrei

Eventi ultimi due anni ▶

Ultimo evento registrato:

Tipo	Tempo Origine (UTC)	Magnitudo
Rivisto	2026/05/10 07:47:54	Md = 0.0 ± 0.3

▶ Dettagli

Altre annate: 2026 2025 2024 2023 Altri...

Isola di Ischia

Eventi ultimi due anni ▶

Ultimo evento registrato:

Tipo	Tempo Origine (UTC)	Magnitudo
Rivisto	2026/05/07 01:50:29	Md = 1.7 ± 0.3

▶ Dettagli

Golfo di Napoli e litorale Domizio

Eventi ultimi due anni ▶

Ultimo evento registrato:

Tipo	Tempo Origine (UTC)
Bollettino	2022/12/21 18:31:38

▶ Dettagli

Fig.23: Interfaccia della banca dati GOSSIP per le localizzazioni sismiche, accessibile dal sito web dell'Osservatorio Vesuviano.

Dal punto di vista divulgativo e di comunicazione delle notizie riguardanti i Campi Flegrei, l'INGV offre ulteriori strumenti, come le informazioni diffuse dall'Ufficio Stampa, il blog INGVvulcani e i canali social INGVvulcani. Il primo si occupa di pubblicare tutte le news, comunicati o note stampa riguardanti le attività dell'Istituto (e integra la comunicazione offerta dalla Newsletter INGV), mentre il blog INGVvulcani pubblica articoli divulgativi e di approfondimento. Il blog è stato creato nel 2018 e ristrutturato nel 2020 con un'interfaccia grafica simile ad un moderno magazine per renderlo più fruibile (creando varie timeline di articoli raggruppate per tematiche, fig.23). Si occupa in generale di diffondere informazioni corrette e autorevoli sull'attività dei vulcani italiani, oltre ai risultati degli studi e ricerche dell'INGV. All'interno del blog si possono consultare anche articoli di approfondimento e aggiornamento durante le emergenze vulcaniche, collezioni di foto e video, infografiche (ossia rappresentazioni visive di informazioni chiave che sfruttano l'uso di simboli, testi e immagini per un'immediata comprensione) sulle attività dell'INGV (fig.24), immagini delle mostre realizzate nei musei e giochi divulgativi per studenti.

Categoria: Campi Flegrei

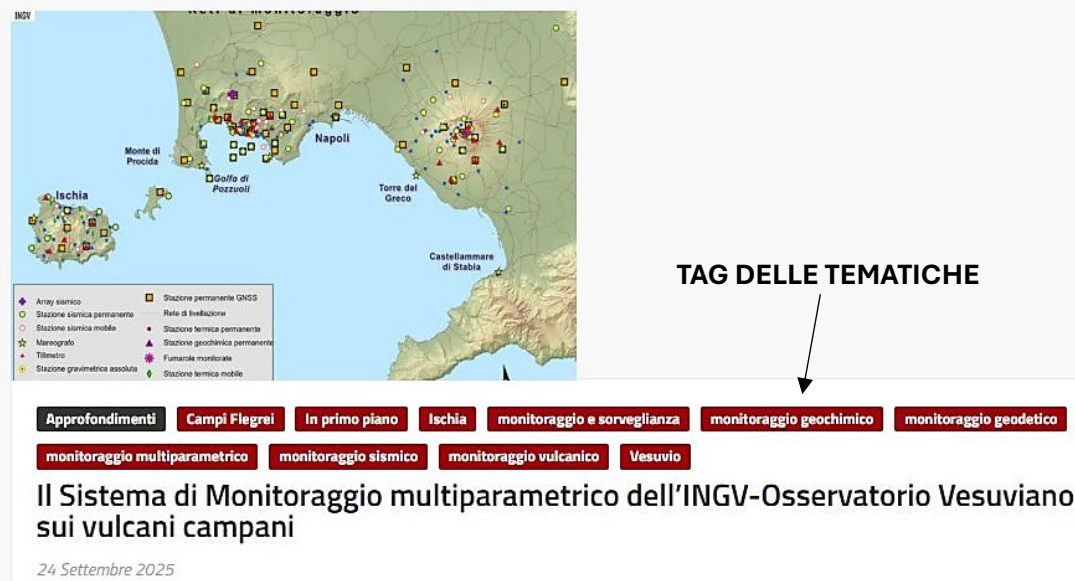


Fig.23: Esempio di articolo nel blog INGVvulcani relativo alla categoria dei Campi Flegrei con in evidenza i raggruppamenti (“tag”) delle tematiche.

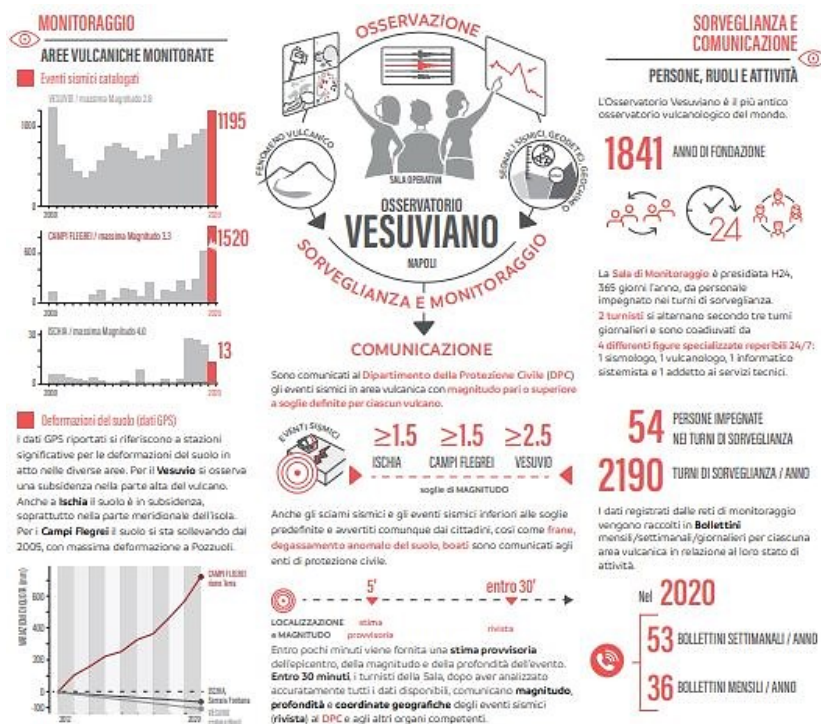


Fig.24: Esempio di infografica di immediata comprensione, redatta dall'INGV, relativa alle attività di sorveglianza e monitoraggio dei vulcani napoletani svolte dall'Osservatorio Vesuviano.

I canali social INGVvulcani, invece, si articolano principalmente su tre piattaforme (Instagram, Facebook, Bluesky e Youtube, mentre su X l'ultimo post pubblicato risale al 2024), in cui sono presenti sia il profilo principale dell'Istituto sia i profili relativi ai vari Dipartimenti. In particolare, nei profili Instagram e Facebook INGVvulcani, che contano rispettivamente circa 33.000 e 61.000 follower (un numero abbastanza elevato indicante un certo interesse per queste tematiche), vengono pubblicati aggiornamenti periodici sullo stato dei vulcani italiani e notizie sulla ricerca dell'INGV. I post (fig.25) sono costituiti da immagini o video (spesso delle riprese webcam in caso di eruzioni, nel caso dei vulcani attivi), corredati da brevi didascalie contenenti link che rimandano ai comunicati ufficiali, come il bollettino di sorveglianza dei Campi Flegrei, o alle notizie complete (per esempio sul blog INGVvulcani).

Su YouTube, la comunicazione relativa all'area flegrea si svolge sia sul canale principale INGVPRESS (attivo dal 2015 e che attualmente conta circa 6.000 iscritti), in cui vengono proposti seminari tecnici e conferenze della durata di circa un'ora, che sul canale tematico INGVvulcani (circa 7000 iscritti). Nei seminari proposti sul canale INGVPRESS i ricercatori presentano il proprio studio recente agli altri membri dell'Istituto con relative domande finali, fornendo un maggiore approfondimento rispetto al solo articolo di ricerca, permettendo anche al pubblico non accademico di affacciarsi al mondo scientifico. Il canale YouTube INGVvulcani, invece, si occupa principalmente di pubblicare video più brevi (durata massima di circa 10 minuti in media), relativi a diverse tematiche vulcanologiche sia generali che specifiche. Tra queste, vengono mostrate le eruzioni dell'Etna e dello Stromboli, le più spettacolari dal punto di vista mediatico.

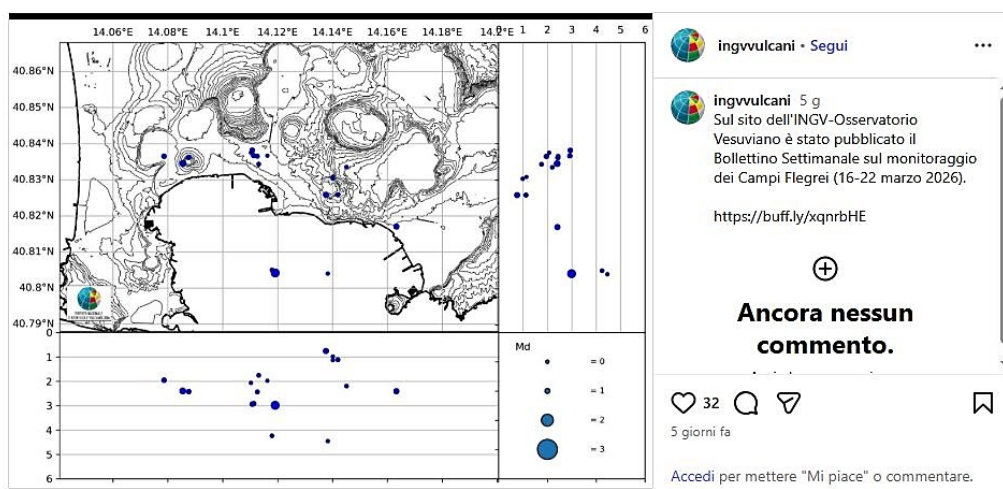


Fig.25: Esempio di post del profilo Instagram INGV Vulcani (24/03/2026) in cui viene riportato l'aggiornamento del bollettino settimanale dei Campi Flegrei.

Infine, come già accennato nel capitolo precedente, l'Osservatorio Vesuviano opera a stretto contatto con il Dipartimento di Protezione Civile e la Protezione Civile della Regione Campania anche in ambito comunicativo direttamente sul campo, specialmente nel ruolo di supporto tecnico e scientifico nelle esercitazioni pratiche, fondamentali nel contesto dei Campi Flegrei. In particolare, nell'ultima grande esercitazione "ExeFlegrei24", il contributo si è articolato in diversi modi, partendo dagli incontri con la popolazione. Essi infatti sono molto importanti non solo per l'aggiornamento dei cittadini sulla situazione in atto e sulle attività predisposte in caso di evacuazione, ma anche per esporre in modo diretto dubbi e domande alla comunità scientifica e alle amministrazioni coinvolte. Inoltre, sono stati pubblicati e diffusi diversi testi dal Dipartimento di Protezione Civile con la collaborazione dell'INGV (fig.26), per far conoscere e approfondire le tematiche del rischio connesse al bradisismo e alle possibili eruzioni, in particolare opuscoli divulgativi ("Conoscere la caldera"), riedizioni di volumi utilizzati a scopo didattico nelle scuole primarie (per esempio il volume facente parte del progetto Edurisk "Noi e i vulcani") e un fumetto dedicato alla lettura da parte dei ragazzi delle scuole secondarie. Tutte queste attività sono state inoltre realizzate anche coinvolgendo direttamente in incontri dedicati i dirigenti scolastici e i docenti, fondamentali nella gestione e preparazione della comunità scolastica in caso di emergenze, specialmente in un contesto delicato come l'area flegrea.



Fig.26: Copertine dei testi realizzati dalla Protezione Civile in collaborazione con l'Osservatorio Vesuviano, diffusi durante l'esercitazione ai Campi Flegrei "Exeflegrei24" per la divulgazione scientifica dei rischi connessi alla caldera .

3 MATERIALI E METODI

L'analisi della comunicazione è stata realizzata considerando l'intervallo di tempo fra gli anni 2005 e 2025, corrispondente all'ultima crisi bradisismica ancora in atto. Sono stati analizzati diversi contenuti (in totale 141) pubblicati e divulgati sui canali di dialogo col pubblico dell'INGV, sia dal punto di vista qualitativo (linguaggi e toni utilizzati, chiarezza, presenza di fonti, immagini e video), sia quantitativo (frequenza e *engagement*). La ricerca dei contenuti, come la rassegna stampa, si è basata sugli archivi storici dell'INGV per gli anni fino al 2007, mentre per gli anni successivi (dal 2015) è stato consultato l'archivio digitale nel sito web del Consiglio Nazionale dei Geologi (link in sitografia). Il portale Earth-prints è stato utilizzato per consultare le pubblicazioni e i report curati dall'Istituto, mentre il sito web dell'Osservatorio Vesuviano è stato consultato per i dati relativi al monitoraggio (bollettini di sorveglianza) e le news pubblicate dall'Istituto. I comunicati e le note stampa ufficiali sono stati reperiti invece dal sito web dell'INGV (link in sitografia). Infine, sono stati visionati i profili social dell'INGV (Facebook, X, Instagram, YouTube, Bluensky) per l'analisi dei post pubblicati, oltre agli articoli e le news pubblicate sui blog INGVvulcani e INGVterremoti.

Di seguito (tab.3) è presentata in dettaglio la divisione in tipologie dei contenuti con il relativo numero di pezzi per ciascuna (nell'Appendice B è riportato in dettaglio l'elenco del materiale utilizzato per l'analisi, mentre i report e i documenti ufficiali sono stati inseriti in bibliografia).

Tipologia di contenuto	N° di contenuti
Bollettini e rapporti di sorveglianza INGV	37
Comunicati stampa e report INGV	23
Workshop e conferenze con la partecipazione dell'INGV	1
Post e video pubblicati sui social dell'INGV (INGVvulcani e INGVterremoti)	18
Post e articoli pubblicati sui blog INGV (INGVvulcani e INGVterremoti)	21
Materiale video (interviste e partecipazioni dei ricercatori e ricercatrici INGV)	6
Rassegna stampa (articoli giornalistici con interviste e commenti dei ricercatori e ricercatrici INGV)	35

Tab.3: *Tabella dei contenuti utilizzati per l'analisi della comunicazione dell'INGV sul fenomeno del bradisismo nell'arco di tempo considerato (2005 – 2025), divisi per tipologia e con il relativo numero di contenuti per ciascuna.*

Per l'analisi è stata presa in considerazione la comunicazione solamente in determinati periodi che hanno contraddistinto l'attuale crisi (di seguito sono presentati in ordine cronologico). La seguente suddivisione si è basata principalmente sui vari articoli di ricerca pubblicati nel corso degli anni e riportati in bibliografia, mentre per l'ultimo periodo analizzato è stata consultata la *timeline* del Dipartimento della Protezione Civile, nella pagina web dedicata al fenomeno bradisismico (link in sitografia):

- 1) 2005 – 2006:** Inizia una nuova fase di sollevamento del suolo dopo un periodo di subsidenza durato circa vent'anni.
- 2) 2012:** Il Dipartimento di Protezione Civile alza il livello di allerta per i Campi Flegrei dal livello base (verde) a quello di attenzione (giallo).
- 3) 2018 – 2019:** Fase di aumento della sismicità.

4) 2023 – 2025: L'analisi di questo periodo (contraddistinto da un'elevata sismicità) si è focalizzata sulla comunicazione a ridosso degli eventi sismici principali ($M \geq 4.0$).

Per ogni periodo verrà fornita una breve contestualizzazione dei fenomeni geologici in atto in quel momento (per esempio il tasso di deformazione, la sismicità e i parametri geochimici), la descrizione generale del contesto comunicativo e infine l'analisi della comunicazione (per ogni intervallo di tempo viene riportato anche l'elenco dei contenuti utilizzati).

4 ANALISI DELLA COMUNICAZIONE

4.1 INIZIA L'ATTUALE FASE DI SOLLEVAMENTO [2005 – 2006]

Contesto geologico: Dopo una fase di subsidenza durata dalla fine dell'ultima crisi bradisismica (1982 – 1984), nell'area di Pozzuoli la velocità di abbassamento del suolo cominciò a diminuire (Del Gaudio et al., 2005), per poi arrestarsi. Dal 2005 il suolo iniziò a sollevarsi (fig.27), con un tasso di deformazione molto basso (mediamente circa 2.6 mm/mese) ma costante, indicando l'inizio di una nuova fase di sollevamento che dura tutt'ora. Alla fine del 2006 il punto di massima deformazione raggiunse i 4 cm.

Nell'anno 2000 vi era già stato un periodo di innalzamento del suolo (fig.27), ma fu di durata troppo breve per considerarlo come l'inizio vero e proprio di una nuova fase (fu inoltre seguito da subsidenza negli anni successivi). Questo episodio, insieme a numerosi altri di entità simile accaduti circa ogni 5-6 anni durante la lunga fase di subsidenza, venne definito da Gaeta et al. (2003) come un *"mini-uplift"*, connesso forse solamente a piccole perturbazioni nel sistema idrogeologico superficiale. Il tasso di sismicità in quegli anni si mantenne relativamente contenuto, con brevi sciami sismici talvolta costituiti anche da numerosi eventi, ma diradati nel tempo; la magnitudo rimase sempre al di sotto della soglia di percezione della popolazione ($M \leq 1.5$, fig.28).

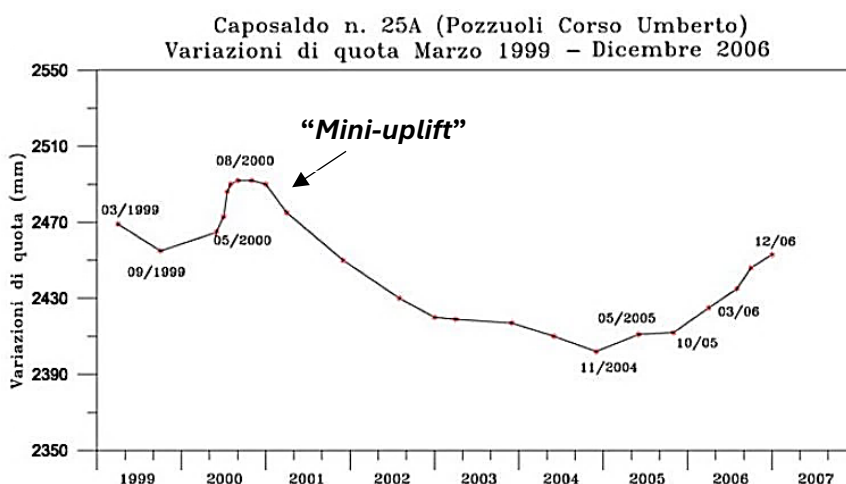


Fig.27: Variazioni della deformazione del suolo nell'area di Pozzuoli al dicembre 2006 (immagine modificata da: Del Gaudio et al., 2007).

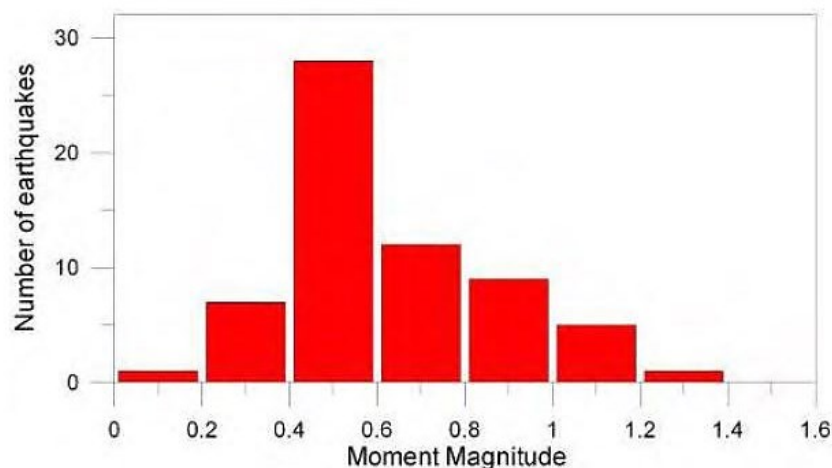


Fig.28: Numero di eventi divisi per magnitudo momento nel periodo giugno - dicembre 2006 (fonte: Rendiconto dell'attività INGV nel secondo semestre 2006 , 2007).

Contesto comunicativo: In quegli anni la comunicazione dell'INGV al pubblico si basava principalmente sul sito web dell'Osservatorio, già dotato di pagine tematiche sui vulcani napoletani in cui venivano pubblicati dati e risultati delle attività di monitoraggio effettuate dall'Istituto e pagine sulla sua organizzazione (Giudicepietro et al., 2006), oltre al servizio di *info-web* a cui si è già accennato nel capitolo precedente. In quegli anni i bollettini settimanali infatti non venivano pubblicati in quanto il vulcano si trovava ancora al livello base di attività e i resoconti del monitoraggio erano basati su dati mensili e annuali, mentre i documenti pubblicati erano molto tecnici, ad uso degli altri ricercatori e per il Dipartimento di Protezione Civile. Anche la divulgazione tramite i principali social era assente, essendo questi ancora all'inizio della loro diffusione (ad eccezione di Instagram che nacque successivamente, nel 2010). Tuttavia, in quel periodo, sono stati pubblicati diversi articoli giornalistici in cui venivano descritte le attività di monitoraggio dell'Osservatorio Vesuviano, con annesse interviste ai ricercatori sulla situazione dei Campi Flegrei, nonostante la copertura mediatica in quel periodo fosse concentrata principalmente sui vulcani più attivi, come l'Etna e Stromboli.

Comunicati e relazioni ufficiali analizzati: 2 rapporti sulle deformazioni del suolo ai Campi Flegrei nel periodo considerato (Del Gaudio et al., 2007; Pingue et al., 2006), 2 rapporti riassuntivi sulle attività dell'INGV (primo e secondo semestre 2006), 1 rapporto sulle statistiche del sito web dell'Osservatorio Vesuviano (Borriello et al., 2005), 3 rapporti sullo stato della rete

sismica, mareografica e tiltmetrica (Castellano, 2005; La Rocca et al., 2005; Del Gaudio et al., 2005).

Rassegna stampa analizzata: 5 articoli giornalistici pubblicati da Il Denaro (26 febbraio 2005), L’Arena (18 giugno 2006), Corriere della Sera (28 agosto 2006) e Repubblica (12 novembre e 15 dicembre 2006), 3 comunicati ANSA (13 novembre 2006), 1 comunicato Adnkronos (13 novembre 2006),

Workshop internazionale analizzato: “*Campi Flegrei Deep Drilling Project, 13-15 novembre 2006*” (De Natale et al., 2007).

Analisi della comunicazione: I rapporti tecnici dell’Osservatorio nel periodo considerato evidenziano molto bene l’inizio di una nuova fase di sollevamento, testimoniata dalla campagna di livellazione di precisione (Del Gaudio et al., 2007) effettuata proprio con l’intento di studiare meglio questo fenomeno emergente, e dall’analisi dei dati GPS (Pingue et al., 2006). Anche se la velocità del sollevamento è ancora definita come bassa (Del Gaudio et al., 2005), i ricercatori avvertono già nel maggio 2006 (Pingue et al., 2006) di seguire con molta attenzione il fenomeno in atto, che mostra già i segnali di una possibile inversione della deformazione nel lungo periodo (e di conseguenza non sarebbe solo un fenomeno di “*mini-uplift*”). Questo suggerimento era probabilmente collegato all’idea espressa in alcuni studi (per esempio in Battaglia et al., 2006) che ipotizzavano il massimo rischio eruttivo nelle fasi iniziali di sollevamento nelle aree calderiche, un modello tuttavia fortemente rivisto negli ultimi anni.

I ricercatori inoltre nelle loro relazioni sottolineano l’importanza del potenziamento delle reti sismiche e mareografiche (queste ultime avevano già dimostrato in quegli anni la loro capacità di monitorare con precisione la deformazione del suolo), dopo il loro depotenziamento a seguito della lunga fase di subsidenza cominciata dal 1984. Un evento degno di nota che evidenziò ulteriormente questa necessità fu richiamato nel rapporto sulle attività semestrali dell’INGV del 2006, ossia l’accadimento di un centinaio di eventi sismici di bassa frequenza nell’area della Solfatara, un fenomeno che non accadeva da molti anni in quell’area e che era necessario studiare con maggiore dettaglio, individuandone la profondità e il tipo di sorgente (i terremoti di questo tipo sono infatti comuni nelle aree vulcaniche, ma spesso sono indice di un movimento di fluidi idrotermali o magma nel sottosuolo, Capuano, 2013). Nonostante questi

rapporti fossero essenzialmente ad uso tecnico e non divulgativo (i termini e grafici utilizzati rimasero nell'ambito specialistico), l'interessante analisi realizzata da Borriello et al. (2005) sulle statistiche del sito web dell'Osservatorio Vesuviano indica chiaramente un maggiore livello di attenzione della popolazione per l'area flegrea e la fase di sollevamento in atto. Lo studio evidenzia infatti come nell'ottobre 2005 vi fu un numero di accessi al sito superiore alla media, in particolare dopo il 5 ottobre, quando uno sciame sismico di circa 70 eventi fu registrato nell'area. Pur non essendo stato percepito direttamente dalla popolazione (la magnitudo massima fu infatti 1.1 ± 0.3), venne notevolmente messo in risalto dalla stampa dell'epoca, e la rinnovata attenzione per i Campi Flegrei causò numerosi picchi di accesso ogni volta che un titolo di giornale trattava l'argomento, anche nei giorni successivi (fig.29).

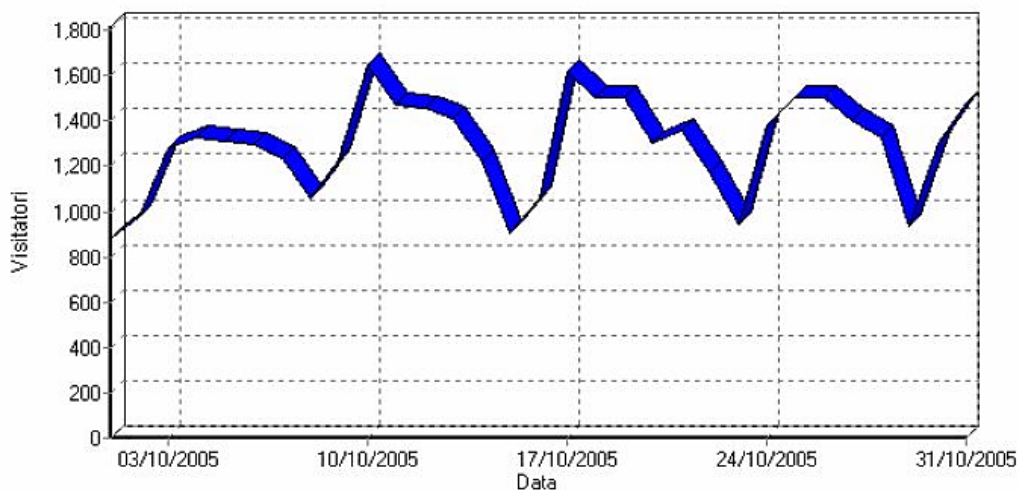


Fig.29: *Variazioni nel numero di accessi al sito web dell'Osservatorio Vesuviano nell'ottobre 2005. I picchi sono dovuti alla pubblicazione in quelle giornate di articoli giornalistici che trattavano gli eventi sismici dell'area flegrea (fonte: Borriello et al., 2005).*

Inoltre, tra il 2005 e il 2006, gli articoli giornalistici si focalizzarono sulla descrizione della Rete di Monitoraggio dei Campi Flegrei, il suo funzionamento e il futuro nella ricerca, alla luce del nuovo sollevamento in atto. I membri dell'INGV intervistati, come l'allora direttore dell'Osservatorio Vesuviano, Giovanni Macedonio, ribadivano l'importanza dei nuovi sensori che si stavano installando (per esempio antenne sismiche per lo studio dei tremori sismici, i dilatometri da pozzo e il rilevamento SAR per la deformazione del suolo) per studiare la caldera. Macedonio fece inoltre un paragone molto semplice per rappresentare l'abbassamento e

l'innalzamento del terreno, parlando di "stiramento" e "strizzamento" della caldera (rispettivamente la fase di dilatazione e compressione). Un altro importante ricercatore della sezione INGV di Bologna, Walter Marzocchi, sottolineò ancora l'eccellenza della rete di sensori, ma avvertì anche che, allo stato attuale delle conoscenze nell'area flegrea, era possibile solo fare congetture sulla sua evoluzione, a causa delle sue caratteristiche geologiche, molto diverse dai tipici sistemi vulcanici più noti, come l'Etna e il Vesuvio.

In un articolo pubblicato dal Corriere della Sera il 28 agosto 2006, venne evidenziata la preoccupazione per l'innalzamento del suolo, che aveva raggiunto i 3 cm dal 2005, descritto da Macedonio come "un piccolo sollevamento [...] dovuto probabilmente a un aumento della pressione alla base del sistema idrotermale" (Corriere della Sera, 28/08/2006). Tuttavia, l'allora presidente dell'INGV Enzo Boschi, definì il fenomeno di grande interesse scientifico "ma di dimensioni modeste e non deve suscitare alcun allarme fra la popolazione. [...] Per fortuna, tutti i dati raccolti dalle nostre reti, per ora, ci danno indicazioni ampiamente rassicuranti" (Corriere della Sera, 28/08/2006).

Fra il 13 e 15 novembre 2006 venne inoltre realizzato il workshop internazionale "*Campi Flegrei Deep Drilling Project*". Il tema principale della serie d'incontri e conferenze era la realizzazione di un progetto di perforazione della caldera flegrea (fino a profondità di 4-5 km), con lo scopo di studiarla sia dal punto di vista geologico sia per il monitoraggio dell'attività vulcanica, ma anche per una valutazione delle possibilità di sfruttamento dell'energia geotermica (De Natale, 2007). Questo progetto era inoltre considerato di fondamentale importanza per la mitigazione del rischio, in quanto avrebbe potuto dare un importante contributo allo studio dei fenomeni precursori e dell'interazione tra il magma profondo con il sistema geotermale, processo all'origine delle eruzioni e del bradisismo. Proprio quest'ultimo fu uno dei temi più discussi del convegno, e se da un lato il ricercatore Giuseppe De Natale, a quei tempi Dirigente di Ricerca della sezione di Napoli e organizzatore dell'evento, mise in evidenza gli aspetti positivi del progetto, durante la prima giornata venne ipotizzata una situazione di potenziale pericolo. Infatti, Christopher Kilburn, docente di Vulcanologia e Rischi Geofisici alla University College di Londra, in un suo intervento al convegno parlò di come i processi di sollevamento in atto dal 1969 (considerando quindi anche le ultime due crisi bradisismiche) fossero simili a quelli che precedettero l'ultima eruzione storica del 1538, ipotizzando quindi che ciò avrebbe potuto "implicare una possibile eruzione nei prossimi 10-50 anni" (Comunicato ANSA, 13/11/2006). L'INGV ha però reputato queste affermazioni come prive di fondamento scientifico, parlando sì

di come i sollevamenti possano essere segnali precursori, ma che in quel momento non vi erano sufficienti evidenze scientifiche per sostenere questa tesi. Inoltre, Macedonio ribadì che in caso di variazioni rilevanti dei parametri monitorati, l'Istituto avrebbe comunicato immediatamente al Dipartimento di Protezione Civile le informazioni necessarie per gestire eventuali criticità.

In generale, l'inizio della fase di sollevamento vide l'aumento nella soglia di attenzione della popolazione nell'area flegrea. La sismicità, di magnitudo non percepibile, non costituiva ancora una fonte di apprensione ed era ancora molto lontana in termini di gravità rispetto alle crisi bradisismiche passate, di conseguenza il ruolo dell'INGV nel comunicare il rischio dell'area rimase confinato nell'informare pubblicamente la comunità sulla dinamica in corso (seppur con l'esigenza di monitorare con maggiore dettaglio l'evolversi della situazione). Infatti i ricercatori parlarono nelle interviste semplicemente di "sollevamento" del suolo, e videro il fenomeno come un'opportunità unica di studiarlo attraverso le nuove tecnologie che stavano emergendo in quegli anni, e proprio il potenziamento della rete di monitoraggio era evidenziato frequentemente nei rapporti dell'Osservatorio Vesuviano in questo periodo. Riguardo alla sismicità, questa era ancora molto lontana in termini di gravità rispetto alle crisi bradisismiche passate.

4.2 I CAMPI FLEGREI ENTRANO IN ALLERTA GIALLA [2012]

Contesto geologico: Il sollevamento iniziato nel 2005 proseguì lentamente ma costantemente fino alla prima metà del 2012, per poi subire un primo brusco aumento di velocità nel periodo luglio-agosto (con un tasso di deformazione di 1,5 cm/mese) e a dicembre di quell'anno (fig.30). Proprio in questo il mese il tasso deformativo raggiunse una velocità mai osservata prima d'ora dall'inizio del sollevamento (2,5/3 cm al mese), per poi rallentare nuovamente all'inizio del 2013. L'innalzamento del suolo raggiunse nel punto di massima deformazione i 18 cm dal 2005. La sismicità si mantenne sui valori già registrati negli anni precedenti, con sciame sismici talvolta frequenti ma costituiti da terremoti con magnitudo molto bassa ($M < 2.0$) e superficiali (non oltre i 4 km di profondità). Tuttavia, il 7 settembre 2012, per la prima volta dopo anni furono avvertiti due sismi di magnitudo prossima a 2.0 ma molto superficiali e fu proprio

questo fattore a rendere questi eventi percepibili dalla popolazione, che si verificarono durante uno sciame sismico di oltre 200 eventi sismici nel corso di poche ore.

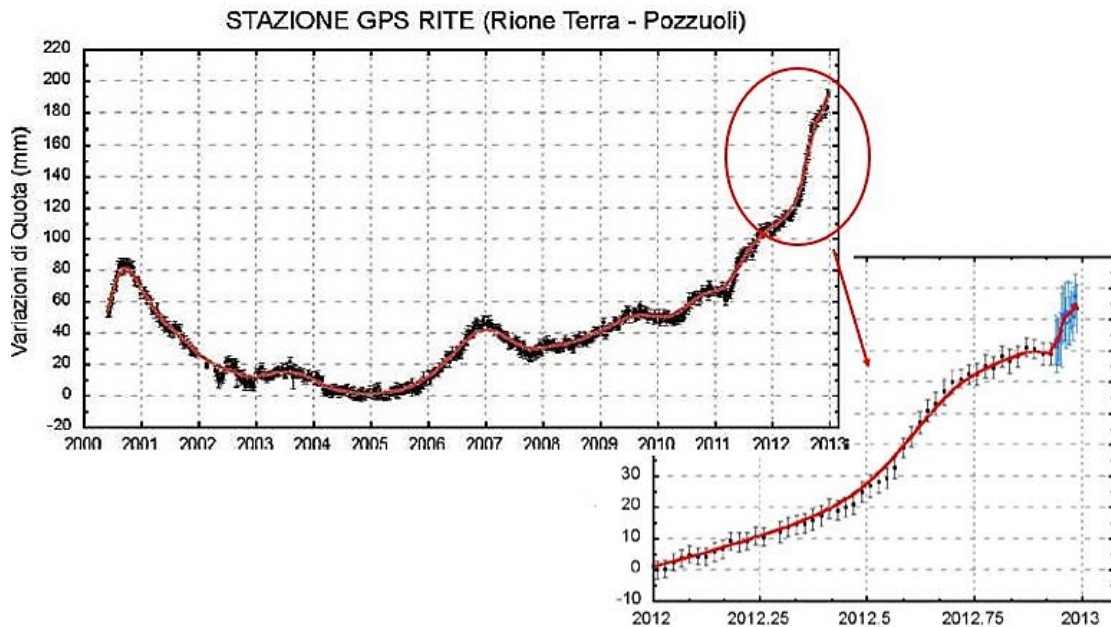


Fig.30: *Panoramica generale del sollevamento del suolo a Pozzuoli dal 2000 e dettaglio della deformazione durante il 2012 (immagini modificate da Martini M., in Ambiente Rischio Comunicazione, febbraio 2013, e dal bollettino mensile di sorveglianza dei Campi Flegrei – INGV Osservatorio Vesuviano del dicembre 2012).*

Oltre al tasso deformativo in crescita, in quel periodo l'Osservatorio Vesuviano registrò altri cambiamenti nei parametri del monitoraggio, come un aumento del flusso di gas (per esempio CO₂, fig.31) e la loro pressurizzazione, oltre a un incremento della temperatura del suolo e dei fluidi fumarolici nell'area della Solfatara (in quest'ultimo caso gli aumenti di temperatura erano già stati registrati a partire da metà del 2011, fig.32).

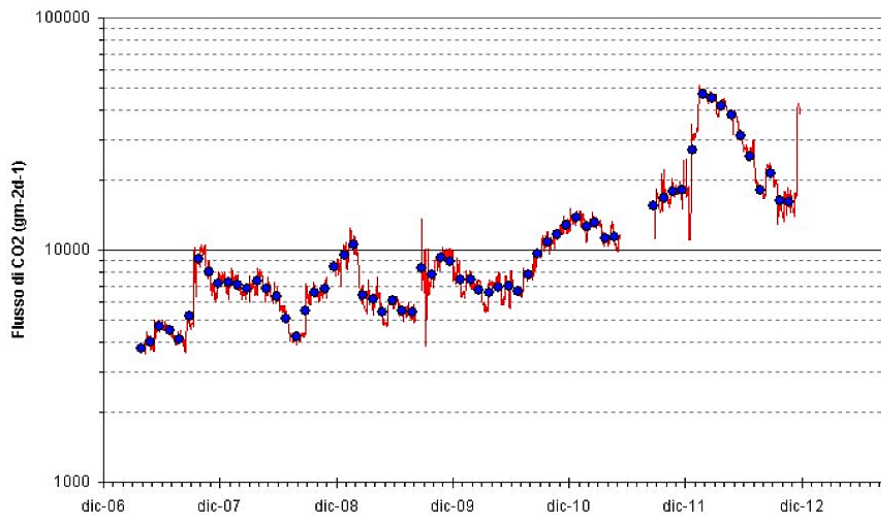


Fig.31: *Variazioni del flusso di CO₂ nell'area della Solfatarata, è ben visibile il forte aumento a partire dal dicembre 2011 (fonte: bollettino settimanale di sorveglianza dei Campi Flegrei – INGV Osservatorio Vesuviano del 21 dicembre 2012).*

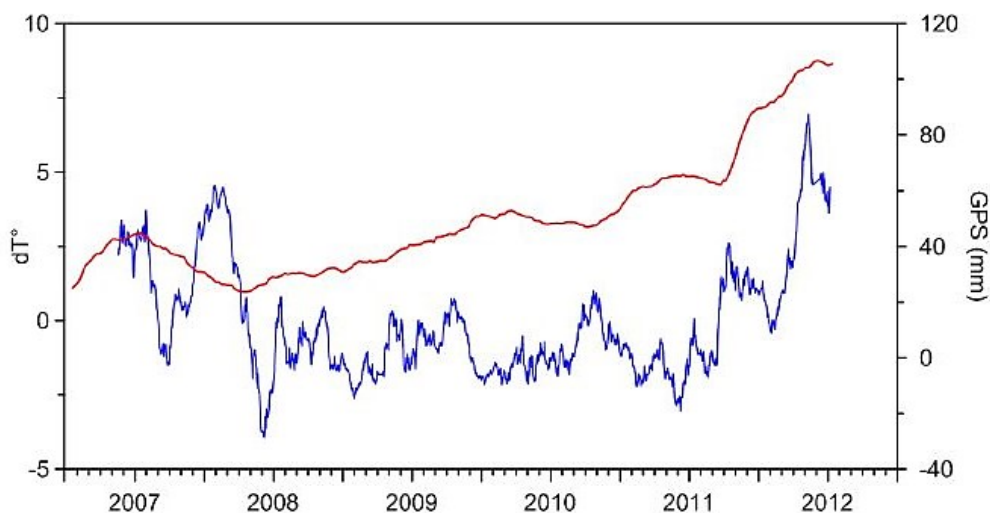


Fig.32: *Variazioni della temperatura al suolo (linea blu) nell'area flegrea in relazione alla deformazione del suolo (linea rossa), è ben visibile il netto aumento della prima a partire da metà del 2011 (fonte: Sansivero et al., 2012).*

La valutazione complessiva dei dati da parte della comunità scientifica e il confronto con il Dipartimento di Protezione Civile portò quest'ultimo a innalzare il livello di allerta dei Campi Flegrei da verde, livello di base, a giallo, livello di attenzione, a partire dal 12 dicembre 2012. L'Osservatorio Vesuviano era di conseguenza da quel momento tenuto a informare più frequentemente il Dipartimento e la comunità tramite l'istituzione dei bollettini di sorveglianza

non solo mensili ma anche settimanali sullo stato dei Campi Flegrei, oltre ad effettuare un potenziamento della rete di monitoraggio.

In quell'anno venne anche terminata la prima fase del Deep Drilling Project, che produsse stime più accurate del regime di stress tettonico dell'area e della pericolosità di questo sistema vulcanico (De Natale et al., 2016). Alcuni ricercatori formularono inoltre l'ipotesi che i ripetuti fenomeni di sollevamento e abbassamento avrebbero potuto far aumentare nel tempo la sismicità (per una deformazione maggiore della crosta superficiale, Carlino et al., 2015).

Contesto comunicativo: La più importante novità rispetto al periodo dell'inizio del sollevamento fu proprio l'introduzione dei bollettini settimanali sullo stato dei Campi Flegrei, accompagnati dai bollettini di sorveglianza unificati sullo stato dei vulcani campani (Campi Flegrei, Vesuvio, Ischia) pubblicati con cadenza mensile. Questi bollettini venivano pubblicati come oggi sul sito web dell'Osservatorio Vesuviano ed erano perciò liberamente consultabili e scaricabili da tutti, oltre a essere trasmessi direttamente alle autorità di Protezione Civile, a scala nazionale, regionale e comunale.

Nel 2010 vennero aperti inoltre i primi canali social dell'Istituto, ossia il profilo INGVterremoti sull'allora Twitter e il canale YouTube INGVterremoti, seguito dopo un anno dal profilo INGVcomunicazione (sempre su YouTube ma ora non più attivo), e infine nel 2012 dal blog del Dipartimento Terremoti e la sua pagina Facebook. L'unico altro canale di informazione in questi anni furono le diverse interviste pubblicate su diverse piattaforme (come la rassegna stampa, YouTube, e i servizi giornalistici televisivi), all'allora Direttore dell'Osservatorio Marcello Martini e all'ex Direttore Giuseppe Luongo, in particolare dopo la variazione del livello di allerta.

Rapporti e relazioni ufficiali analizzati: 3 rapporti sul monitoraggio dell'area flegrea (Sansivero et al., 2011; Berrino et al., 2012; Sansivero et al., 2012), 1 numero di *Ambiente Rischio Comunicazione. Quadrimestrale di analisi e monitoraggio ambientale* (febbraio 2013) dedicato alla situazione dei Campi Flegrei.

Bollettini di sorveglianza analizzati: 3 bollettini di sorveglianza settimanali a cura dell'INGV Osservatorio Vesuviano (21 e 28 dicembre 2012, 8 gennaio 2013), 3 bollettini di sorveglianza unificati curati dall'INGV Osservatorio Vesuviano (luglio e dicembre 2012, gennaio 2013).

Materiale video analizzato: Intervista a Marcello Martini (Direttore dell'Osservatorio Vesuviano nel 2012) nel servizio TG1 del 2 gennaio 2012 e a Giuseppe Luongo (ex direttore dell'Osservatorio nel periodo) per il canale YouTube Freebacoli (16 gennaio 2013).

Rassegna stampa analizzata: 2 articoli giornalistici pubblicati da Segni Flegrei (ottobre 2012), Pozzuoli Magazine (12 gennaio 2013).

Analisi della comunicazione: I bollettini settimanali introdotti a partire dal 21 dicembre 2012, pochi giorni dopo l'innalzamento del livello d'allerta da base ad attenzione, presentavano una struttura simile a quelli odierni ma meno approfondita, specialmente nel paragrafo sulla deformazione del suolo (era descritta infatti una sola stazione GPS di riferimento, quella relativa al Rione Terra a Pozzuoli) e in quello relativo alle analisi geochimiche dei fluidi (questo paragrafo non era sempre presente nei bollettini settimanali successivi al 21 dicembre 2012). Altre differenze con i bollettini odierni sono costituite dalla mancanza dello stato delle stazioni di monitoraggio e soprattutto dal paragrafo degli "Scenari attesi". Nel tempo i bollettini hanno infatti subito piccole modifiche in base agli accordi con le autorità di Protezione Civile.

Il linguaggio utilizzato nei primi bollettini era, come in quelli odierni, di tipo tecnico, con l'utilizzo di diversi grafici per illustrare il sollevamento del suolo e (quando presenti) le analisi dei fluidi (fig.31 e fig.32). Nel paragrafo di sintesi del bollettino del 21 dicembre 2012 veniva esplicitato molto chiaramente come i dati mostrassero "una netta ripresa del processo di sollevamento dell'area flegrea", pur ribadendo la relativa incertezza a causa della brevità della serie temporale analizzata (12 – 19 dicembre). Anche nei bollettini unificati di dicembre 2012 e gennaio 2013 (antesignani dei moderni bollettini mensili e contenenti più informazioni rispetto a quelli settimanali) veniva descritta una "significativa ripresa" del sollevamento, mentre il monitoraggio dei Campi Flegrei veniva ritenuto adeguato al livello di allerta "di attenzione" della caldera flegrea. Anche altri rapporti scientifici dei ricercatori dell'Osservatorio ribadivano in quell'anno l'importanza del sistema di sorveglianza e il suo auspicabile potenziamento, in particolare la rete di termocamere IR e le reti geochimiche. La deformazione era infatti accompagnata da un aumento della temperatura al suolo e dall'incremento della CO₂ emessa (Sansivero et al., 2011, 2012), oltre a "variazioni statisticamente significative" nelle misure gravimetriche tipiche dei processi di sollevamento (Berrino et al., 2012). Pur essendo pattern già visti in precedenza nelle altre crisi bradisismiche, ciò che colpiva i ricercatori non era la

velocità di deformazione, bensì la costanza del movimento, che durava da 7 anni senza manifestare ancora una sismicità importante. Proprio per questo motivo l'allora Direttore dell'Osservatorio Vesuviano Marcello Martini definì impossibile prevedere l'evoluzione a breve termine del fenomeno, non escludendo un intensificarsi dell'attività o una regressione (Martini, in *Ambiente Rischio Comunicazione*, febbraio 2013).

Tuttavia, il livello di attenzione della popolazione rispetto ai fenomeni in corso stava aumentando. Un servizio del TG1 andato in onda il 2 gennaio 2012 portò l'attenzione sul fenomeno ormai ben percepito dai cittadini (visibile in particolare dal sollevamento del suolo nei pressi della costa di Pozzuoli), e venne inoltre intervistato Marcello Martini, che definì la velocità di sollevamento "estremamente bassa", in relazione alle crisi bradisismiche passate. La percezione della popolazione crebbe però dopo il 7 settembre 2012, quando vennero avvertite due terremoti che non causarono danni per la loro bassa magnitudo ma furono i primi percepiti dopo numerosi anni. Nei mesi successivi furono infatti realizzate diverse interviste dai giornali locali (Pozzuoli Magazine e Segni Flegrei), come quella realizzata a Giuseppe Luongo, ex Direttore dell'Osservatorio Vesuviano, per comprendere cosa stesse succedendo nell'area flegrea. Luongo avvertì che il fenomeno bradisismico nelle fasi più critiche è considerato un'emergenza nazionale, a causa del numero di potenziali persone che sarebbero coinvolte, ma che in quel momento lo scenario era ancora considerato nei limiti della normalità. Il vero problema sui cui si soffermò fu la mancanza di informazione alla popolazione sul come comportarsi in caso di una vera e propria crisi, simile a quella degli anni '80. Il compito principale dell'Osservatorio Vesuviano era infatti quella di fornire i dati scientifici e con la pubblicazione dei bollettini settimanali queste informazioni venivano rese ancora più frequenti, ma mancava comunque una formulazione definitiva del piano di emergenza da parte dell'amministrazione pubblica e del Dipartimento di Protezione Civile, e Luongo rilevava inoltre la necessità di una campagna di comunicazione adeguata.

Questa esigenza si manifestò ulteriormente dopo il 21 dicembre, con l'innalzamento dell'allerta dal livello base (verde) a quello di attenzione (giallo). Seppur con evidenti criticità sulla comunicazione dell'aumento del livello di allerta, attività in capo al Dipartimento di Protezione Civile, questo portò anche una maggiore consapevolezza sul suo operato. Furono infatti potenziate le attività legate alla preparazione come gli incontri dedicati ai tecnici e ai volontari del Dipartimento, sempre in collaborazione con l'Osservatorio Vesuviano (Gabrielli, in *Ambiente Rischio Comunicazione*, febbraio 2013).

In sintesi, la situazione di quel momento può essere ben descritta nelle parole dell'allora sindaco di Pozzuoli, Vincenzo Figliolia, ad un'intervista per il quotidiano locale Pozzuoli Magazine: "Il bradisismo non deve far paura, ma va affrontato con serio approccio scientifico" (Pozzuoli Magazine, 12/01/2013).

Nelle parole dei ricercatori dell'INGV infatti il fenomeno bradisismico in ripresa era considerato normale, seppur con delle variazioni nei parametri che portarono all'innalzamento dell'allerta, ed era ben lontano come intensità dalle crisi bradisismiche passate. Tuttavia, l'evoluzione della situazione era impossibile da prevedere in quel momento, e veniva auspicato un importante potenziamento della rete di monitoraggio (Martini, in *Ambiente Rischio Comunicazione*, febbraio 2013), come del resto previsto dal passaggio dei Campi Flegrei al livello di attenzione.

4.3 LA SISMICITÀ AUMENTA [2018 - 2019]

Contesto geologico: Dopo l'accelerazione della deformazione del suolo nel dicembre 2012, si è osservato un rallentamento. Negli anni successivi la velocità di sollevamento si attestò su valori pressoché costanti (con un lungo periodo di arresto fra il 2013 e l'inizio del 2015, fig.33), arrivando nel 2019 ad un tasso deformativo di circa 7 mm/mese, con un sollevamento registrato nel punto di massima deformazione di 65 cm dal 2005.



Fig.33: Deformazione del suolo registrata a Pozzuoli fino a dicembre 2019 (fonte: Report di monitoraggio dei Vulcani Campani - INGV Osservatorio Vesuviano del II secondo semestre 2019).

Quello tra i parametri monitorati che invece cambiò in modo importante dal 2012 fu la sismicità. Se prima infatti gli sciame sismici presentavano picchi di quasi 200 eventi ma diradati nel tempo, dalla metà del 2017 la loro frequenza aumentò (seppur costituiti da un numero minore di sismi per singolo sciame, fig.34a). Anche la magnitudo crebbe a partire da quel periodo, ad eccezione di un evento di magnitudo 2.5 ± 0.3 accaduto il 7 ottobre 2015 che destò molta preoccupazione nei cittadini pur rimanendo un evento isolato. Tuttavia, terremoti di questa magnitudo vennero registrati per ben due volte nel 2018 (il 12 marzo e il 18 settembre), e il 6 dicembre 2019 dopo decenni vi fu il primo sisma che superò la magnitudo 3.0 (fig.34c), facendo crescere esponenzialmente anche la curva dell'energia sismica cumulativa rilasciata nell'area (fig.34d). La profondità di questi eventi rimase sempre superficiale (al massimo 4 km di profondità, fig.34b), di conseguenza risultarono molto percepibili dalla popolazione.

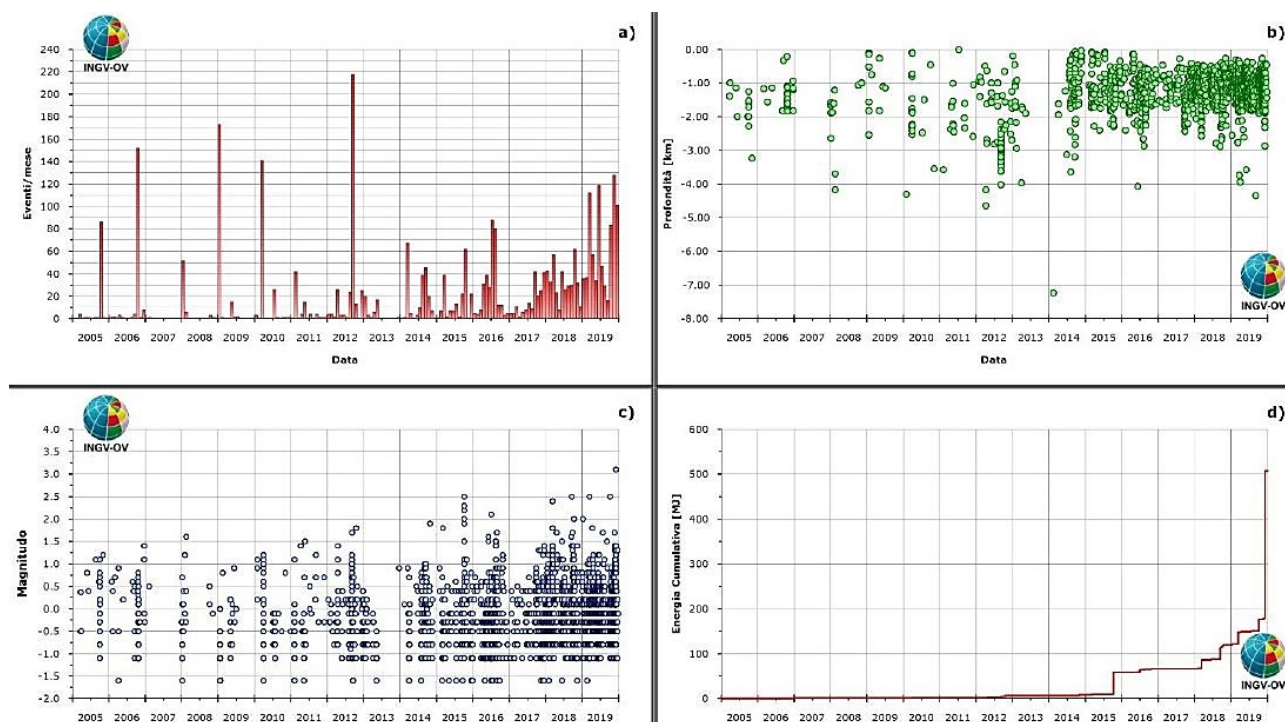


Fig.34: Caratteristiche e parametri della sismicità al dicembre 2019 nell'area flegrea: a) Numeri di eventi per mese, b) Profondità ipocentrali, c) Magnitudo, d) Energia sismica cumulativa rilasciata (fonte: bollettino mensile di sorveglianza dei Campi Flegrei – INGV Osservatorio Vesuviano del dicembre 2019).

Gli altri parametri che subirono importanti variazioni furono il flusso di CO₂ e la temperatura al suolo, in particolare nell'area della Solfatarata-Pisciarelli, con un significativo aumento nel corso

degli anni (fig.35a,b). Insieme a questi valori, aumentò in maniera importante a partire dal 2018 (ma con un trend in crescita dal 2002) il rapporto $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ dei gas fumarolici emessi (fig.35c), un importante indicatore geochimico che secondo Chiodini et al. (2010) permette di quantificare la frazione magmatica dei gas emessi. Tutti questi parametri portarono i ricercatori a ipotizzare che nel tempo l'ingresso dei fluidi di origine magmatica nel sistema idrotermale stesse aumentando, sia in termini di quantità che di frequenza, segnali che tuttavia non erano riconducibili ad una possibile eruzione.

L'attenzione mediatica sulla Solfatara fu catalizzata nel settembre 2017, a causa di una fatale tragedia (seppur non collegata al fenomeno del bradisismo) in cui morirono due adulti e un bambino. Essi infatti caddero in una voragine nella zona, probabilmente allargata dalle abbondanti precipitazioni accadute nei giorni precedenti e contenente un'elevata quantità di anidride carbonica, che portò all'asfissia delle persone coinvolte. Oltre ad avere un impatto sulla percezione pubblica della pericolosità di questo luogo, l'evento produsse effetti anche sul monitoraggio dell'Osservatorio Vesuviano. Infatti, da quel momento in poi e tutt'oggi, l'accesso all'area della Solfatara è consentito solo al personale incaricato del monitoraggio geochimico, debitamente accompagnato dalle Forze dell'ordine.

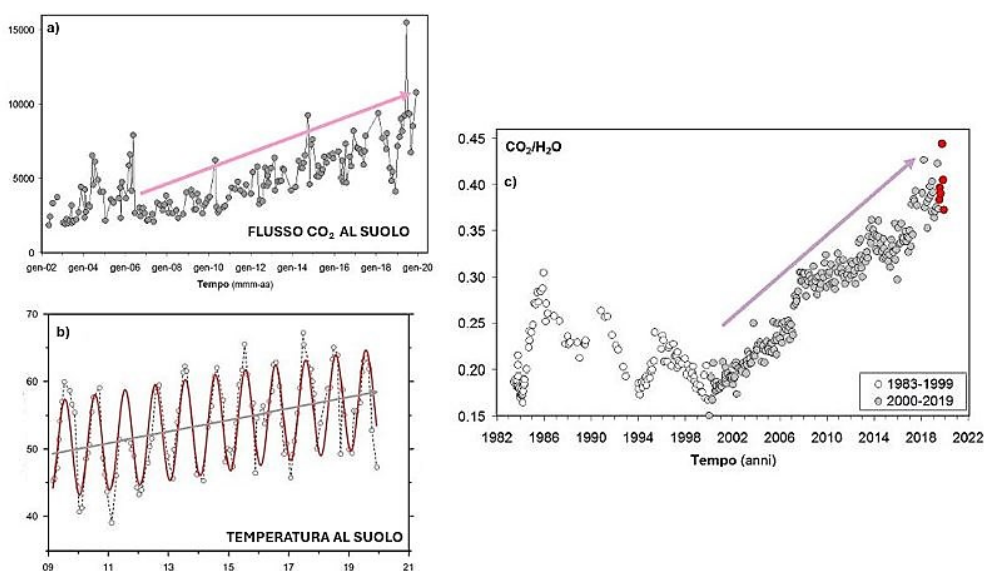


Fig.35: Parametri geochimici dei fluidi emessi nell'area Solfatara-Pisciarelli (a,c) e temperature del suolo (b) fino a dicembre 2019. Immagini modificate dal Report di monitoraggio dei Vulcani Campani- INGV Osservatorio Vesuviano del II secondo semestre 2019.

Contesto comunicativo: L'INGV creò il suo canale YouTube principale nel 2015 (attivo ancora oggi) e nel 2016 aprì il primo profilo Instagram, ma fu proprio nel biennio 2018-2019 che la

piattaforma di comunicazione INGV subì le trasformazioni maggiori, con la nascita dei blog dei Dipartimenti Ambiente e Vulcani, insieme alle loro pagine nei vari social (Instagram, Facebook, Twitter, YouTube), ampliando così la comunicazione con il pubblico, oltre alla produzione periodica della serie sul canale YouTube INGVpress “TGWeb Geoscienze News”, in cui venivano riportate le principali novità di ricerca e monitoraggio dell’Istituto. Nel 2019 venne anche inoltre lanciata la pubblicazione sul canale Twitter INGVterremoti della localizzazione dei terremoti con magnitudo preliminare maggiore di 3.0, un nuovo modo di comunicare più immediato e facilmente accessibile per i cittadini. In occasione del 20° anniversario della fondazione dell’INGV (occorso proprio nel 2019) la grafica e la struttura del sito web dell’Istituto e della Newsletter vennero rinnovate, nell’ottica di favorire l’interattività con gli utenti e la fruibilità dei contenuti. Anche dal punto di vista della comunicazione dei dati di sorveglianza l’Osservatorio Vesuviano introdusse importanti novità in quegli anni, come i report annuali dei vulcani campani e i bollettini web riassuntivi (mentre i bollettini mensili erano stati introdotti già nel 2016), a cui si aggiunse la pubblicazione delle localizzazioni sismiche tramite la banca dati GOSSIP. Nonostante l’iniziale diffusione della comunicazione tramite i social, le principali fonti di informazioni per il pubblico erano le pagine del sito web dell’Osservatorio e, come negli anni precedenti, le numerose interviste ai ricercatori dell’Istituto (sia per la stampa cartacea che televisiva), in particolare dopo i numerosi sciami sismici accaduti in quegli anni.

Fra il 16 e il 20 ottobre 2019 l’INGV, in collaborazione con le autorità nazionali, regionali e locali di Protezione Civile organizzò anche un’ampia esercitazione, denominata “ExeFlegrei19”, dedicata alla simulazione di uno scenario di progressivo peggioramento dei parametri monitorati fino al livello di allerta massima, indicante un’eruzione imminente (e di conseguenza l’attuazione dei piani di evacuazione della popolazione dalla zona rossa). Tuttavia, essendo dedicata esclusivamente al rischio vulcanico, non verrà presa in considerazione nella seguente analisi della comunicazione.

Bollettini di sorveglianza analizzati: 5 bollettini settimanali a cura dell’INGV Osservatorio Vesuviano (13 ottobre 2015, 13 marzo e 25 settembre 2018, 8 ottobre e 20 dicembre 2019), 3 bollettini mensili a cura dell’INGV Osservatorio Vesuviano (marzo e settembre 2018, dicembre 2019), 2 Report di Monitoraggio dei Vulcani Campani curati dall’INGV Osservatorio Vesuviano (I e II secondo semestre 2019).

Comunicati stampa e news INGV analizzati: 4 comunicati stampa (30 maggio e 15 novembre 2018; 29 ottobre, 22 novembre e 6 dicembre 2019).

Materiale video analizzato: Intervista del ricercatore INGV Giuseppe di Natale a Fanpage (18 giugno 2018) e intervista al TGR Campania della Direttrice dell'Osservatorio Vesuviano Francesca Bianco (18 settembre 2018).

Post blog INGV analizzati: 3 post sul blog INGVvulcani (7 agosto e 25 settembre 2018, 11 giugno 2019).

Post social analizzati: 3 post sulla pagina Facebook INGVvulcani (12 novembre e 10 dicembre 2019, 10 gennaio 2020).

Rassegna stampa analizzata: 12 articoli giornalistici pubblicati dal Corriere del Mezzogiorno (8 ottobre 2015 e 21 settembre 2019), Repubblica Napoli (12 settembre 2017, 30 ottobre 2018, 30 settembre 2019), Il Mattino Napoli (13 marzo, 31 maggio, 19 settembre e 16 novembre 2018, 6 ottobre 2019), Cronache di Napoli (13 marzo 2018), Il Mattino (14 marzo 2018).

Analisi della comunicazione: I bollettini settimanali e mensili pubblicati in quegli anni erano molto simili a quelli odierni, sia in termini di struttura che di contenuto, presentando già (a differenza dei primi bollettini del 2012-2013) i valori relativi alle misure delle deformazioni del suolo nelle diverse stazioni GNSS e la presenza costante del paragrafo sul monitoraggio geochimico delle fumarole. In quest'ultima parte comparve inoltre sempre più frequentemente nei bollettini mensili la frase: "trend pluriennali di riscaldamento e pressurizzazione del sistema idrotermale", a causa della presenza di sempre più dati che testimoniavano questo pattern. L'unica altra differenza era, nella parte del bollettino settimanale riguardante la sismologia, la messa in evidenza dei terremoti con magnitudo maggiore di 1.5 nelle tabelle riassuntive degli eventi registrati (tab.4), ossia quelli che venivano comunicati in tempo reale al Dipartimento di Protezione Civile e che potevano essere maggiormente percepiti dalla popolazione. L'introduzione dei bollettini web riassuntivi (fig.21) nel 2018 venne accompagnata anche da un post sul blog INGV Vulcani (De Lucia, 07/08/2018), in cui furono descritti come "un quadro sintetico dei principali parametri monitorati dall'INGV" e venne fornita una

spiegazione dettagliata dei grafici presenti, dando così all'utente una linea guida per comprenderli. La comunicazione della pubblicazione dei bollettini rimase confinata in un primo momento quasi esclusivamente al sito web, ma a partire dal 9 agosto 2019 sulla pagina Facebook INGVvulcani iniziarono ad essere postati gli aggiornamenti dei bollettini web riassuntivi, mentre il 12 novembre dello stesso anno venne pubblicato il primo post con l'avviso dell'uscita dei bollettini settimanali (con link diretti ai documenti). I post successivi spesso presentavano inoltre immagini del luogo e una breve didascalia (per esempio il Serapeo di Pozzuoli con la sua importanza in relazione al bradisismo, fig.36). Il linguaggio utilizzato era semplice e diretto, senza particolari riferimenti alla sismicità in aumento o al sollevamento del suolo.

Data UTC	Md	Lat N	Long E	Prof. (km)
2018/03/12 13:34:57	0.4	40.8255	14.1473	1.47
2018/03/12 13:35:54	0.8	40.8268	14.1497	1.73
2018/03/12 13:37:16	1.0	40.8270	14.1492	1.58
2018/03/12 13:38:34	0.9	40.8308	14.1443	1.84
2018/03/12 13:40:46	1.1	40.8280	14.1478	2.12
2018/03/12 13:41:23	1.4	40.8308	14.1470	2.18
2018/03/12 13:42:42	0.6	40.8267	14.1517	1.66
2018/03/12 13:44:26	-0.3	N.D.	N.D.	N.D.
2018/03/12 13:45:36	1.3	40.8258	14.1517	1.74
2018/03/12 13:46:52	-0.1	N.D.	N.D.	N.D.
2018/03/12 13:47:43	0.8	40.8282	14.1460	1.84
2018/03/12 13:50:08	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2018/03/12 13:50:13	1.4	40.8308	14.1487	2.37
2018/03/12 13:54:53	1.0	40.8292	14.1458	1.74
2018/03/12 13:58:06	1.8	40.8327	14.1448	2.42
2018/03/12 14:03:48	-0.3	N.D.	N.D.	N.D.

Tab.4: Esempio di tabella presente nel bollettino settimanale di sorveglianza dei Campi Flegrei – INGV Osservatorio Vesuviano del 13 marzo 2018, con in evidenza il sisma di magnitudo maggiore di 1.5 (in rosso).



Fig.36: Esempio di uno dei primi post sulla pagina Facebook INGVvulcani, in cui viene riportata l'aggiornamento del bollettino settimanale di sorveglianza.

Un'altra importante fonte di comunicazione dell'Istituto sullo stato dei Campi Flegrei e le ricerche effettuate in quegli anni furono i comunicati stampa (con link diretti alle pubblicazioni), consultabili sul sito web dell'INGV. Gli studi più importanti di quegli anni si concentrarono sulle possibili cause del bradisismo, oltre alle ipotesi e ai modelli relativi alla struttura profonda della caldera. Il primo di questi (Moretti et al., 2018), pubblicato alla fine di maggio del 2018, fornì una nuova possibile spiegazione del sollevamento del suolo, ossia non un'intrusione magmatica nei serbatoi superficiali (come era avvenuto per la crisi degli anni '80), bensì un degassamento del magma posto molto più in profondità, allontanando perciò la possibilità di un'eruzione imminente. Lo studio venne commentato sia nel comunicato che in una successiva intervista per Il Mattino Napoli da uno degli autori, De Natale, come molto importante, ma "i fenomeni dovevano comunque essere tenuti sotto controllo" e "la ricerca doveva essere intensificata" (Il Mattino Napoli, 31/05/2018), perché esistevano ancora notevoli incertezze e ipotesi alternative.

Uno studio molto dibattuto (Forni et al., 2018) fu pubblicato nel novembre di quell'anno, il quale venne presentato dall'INGV come fondamentale per comprendere l'evoluzione a lungo termine

del sistema vulcanico, e i risultati, ottenuti principalmente tramite analisi petrologiche e geochimiche, mostravano come l'eruzione nel 1538 indicasse probabilmente l'inizio di una fase che in un tempo indeterminato avrebbe portato forse ad una grande eruzione. È interessante notare che nonostante i comunicati stampa dell'INGV si concludessero sempre con le seguenti diciture: “È necessario ricordare che altri recenti studi, realizzati da altri ricercatori dell'Istituto, propongono diversi modelli e interpretazioni dell'evoluzione del sistema magmatico dei Campi Flegrei. In particolare, allo stato attuale delle conoscenze, non è possibile ottenere una interpretazione certa e univoca dei processi attualmente in atto nel sottosuolo dei Campi Flegrei. [...] La ricerca pubblicata ha una valenza essenzialmente scientifica, priva al momento di immediate implicazioni in merito agli aspetti di protezione civile” (Comunicati Stampa INGV, 30/05/2018 e 15/11/2018), questo non impedì alla stampa dell'epoca di dare estremo risalto alla notizia (in un contesto di preoccupazione elevata), presentandola in termini catastrofistici e di certezza assoluta dell'accadimento dell'eruzione. Gli studi pubblicati e comunicati dall'INGV fra ottobre e novembre del 2019 si concentrarono inoltre sia sui terremoti registrati a partire dagli anni 2000 per ricostruire la struttura 3D della caldera e individuare con maggiore dettaglio le faglie presenti (Troiano et al., 2019), sia sul tremore fumarolico registrato nella area della Solfatara-Pisciarelli (Giudicepietro et al., 2019). In occasione di queste pubblicazioni uno dei loro autori, Roberto Isaia, parlò di “uno stato di attività più frizzante negli ultimi anni” (Repubblica Napoli, 30/10/2018) del sistema vulcanico, con importanti cambiamenti nell'area della Solfatara e di “moderate ma progressive variazioni delle manifestazioni vulcaniche come il sollevamento, la sismicità rappresentata da terremoti di bassa energia e l'attività del sistema idrotermale che è diventata più intensa” (Comunicato Stampa INGV, 22/11/2019) ribadendo così i motivi che portarono all'innalzamento dell'allerta nel 2012 e la maggiore attenzione (anche dal punto di vista scientifico) sui Campi Flegrei in questi anni.

Proprio sulla sismicità venne pubblicato un interessante post sul blog INGVvulcani (Giudicepietro et al., 11/06/2019), nel quale venne fornito un riassunto dell'attività sismica delle crisi bradisismiche del passato e quella attuale, in relazione al sollevamento del suolo (insieme alla spiegazione scientifica del fenomeno e della genesi dei terremoti). I ricercatori in quel post ribadivano anche l'attento studio e continuo monitoraggio della sismicità da parte dell'Osservatorio Vesuviano, ma avvertivano che se quest'ultima fosse aumentata, come era

già accaduto in passato, si sarebbero verificati danni anche importanti agli edifici più antichi, non costruiti con tecniche antisismiche.

Nella rassegna stampa del biennio 2018-2019 si percepisce un netto cambiamento rispetto al 2012, con molti più articoli che trattavano degli sciame sismici avvertiti e soprattutto una maggiore preoccupazione dei cittadini. Per esempio, durante la giornata del 12 marzo 2018 si verificò uno sciame sismico di oltre 40 eventi e con magnitudo massima di 2.4 ± 0.3 che causò timori nella popolazione, e gli articoli usciti il giorno dopo riportarono le interviste a Francesca Bianco (Direttrice dell'Osservatorio Vesuviano dal 2016 al 2022), alla quale venne chiesto un parere sulla sismicità registrata e se l'allerta dovesse essere cambiata, oltre alla possibile evoluzione in futuro del bradisismo. Per l'INGV lo sciame era direttamente collegato al sollevamento del suolo, rientrava infatti nella normale dinamica prevista dall'allerta gialla e non si discostava dai parametri già registrati in passato. Non vi erano di conseguenza anomalie che indicassero un possibile aumento del livello di allerta, ma veniva comunque ribadito che nessuno poteva prevedere come si sarebbe evoluta la situazione. Bianco nei suoi interventi cercò di spiegare anche la forte percepibilità di questi terremoti, dovuta alla superficialità e alla rapida successione dei sismi, ma senza creare allarmismi e ribadendo l'importanza del monitoraggio sismico, in cui l'Osservatorio era impegnato quotidianamente. Bianco, inoltre, in un'intervista al TGR Campania del 18 settembre, ossia il giorno del secondo terremoto più forte di quell'anno ($M = 2.5 \pm 0.3$), confermò che in realtà si doveva parlare ancora di "microsismicità", essendo in termini assoluti dei sismi poco energetici, ma che nel particolare contesto dei Campi Flegrei risultavano molto percepibili. Non vi erano tuttavia segnali di variazioni dello stato della caldera a breve termine e soprattutto il paragone con l'ultima crisi bradisismica era molto lontano, essendo stata quest'ultima molto più intensa.

Anche nel 2019, in concomitanza con i terremoti più forti, registrati il 5 ottobre ($M = 2.5 \pm 0.3$) e il 6 dicembre ($M = 3.1 \pm 0.3$), si ebbero gli stessi timori e le dichiarazioni dello stesso tenore di quelle precedenti da parte dell'INGV. In particolare, il 5 ottobre l'evento sismico fu registrato di notte, aumentando la sua percezione da parte della popolazione, e questo diede adito anche a delle speculazioni sul fatto che il terremoto fosse in realtà più forte di quanto registrato e comunicato (fu uno dei primi casi di questi "rumors" che si sono manifestati anche più recentemente), ma la Direttrice dell'Osservatorio Vesuviano chiarì che la stima della magnitudo di un terremoto ha un'incertezza di più o meno 0.3 e che ulteriori e approfondite analisi dei segnali sismici possono far rivedere il valore della magnitudo inizialmente

determinato. In occasione dell'evento sismico del 6 dicembre l'INGV pubblicò inoltre un comunicato stampa in cui si ribadiva che rientrava nella normale dinamica del fenomeno del bradisismo.

È quindi evidente che a partire dal biennio 2018-2019 l'INGV si trovò a dover affrontare un aumento della sismicità finora rilevata, e a comunicare con maggiore accuratezza i fenomeni rilevati, proprio per soddisfare i bisogni informativi della popolazione. Anche per questo motivo, pertanto, negli anni a seguire verrà pubblicata l'interfaccia GOSSIP, database pubblico che fornisce i dati delle localizzazioni e della magnitudo degli eventi sismici per le aree del Vesuvio, dei Campi Flegrei e dell'isola d'Ischia, accessibile dalla home page del sito dell'Osservatorio Vesuviano.

4.4 IL BRADISISMO DIVENTA CRISI [2023 – 2025]

Contesto geologico: A partire dal 2023 vi è stato un notevole incremento della sismicità, sia nel numero totale di eventi registrati su base annua (circa 6000 terremoti nel solo 2023, Report di monitoraggio dei Vulcani Campani – INGV Osservatorio Vesuviano, 2023) che nell'energia sismica rilasciata rispetto ai valori medi degli anni precedenti (fig.37a,b). Seppur circa l'83% dei terremoti registrati ha avuto una magnitudo molto bassa ($M < 1.0$), vi sono stati eventi sismici molto significativi con magnitudo maggiore di 4.0, in totale 11 dal 27 settembre 2023 ($M = 4.2 \pm 0.3$) fino ad aprile 2026. Sismi di quest'intensità non si registravano dall'ultima crisi bradisismica e, in particolare, l'evento del 13 marzo 2025 ($M = 4.6 \pm 0.3$) è stato il più energetico nell'area flegrea da quando si dispone di dati strumentali. L'evento sismico del 13 marzo 2025 è stato poi seguito da un evento di pari magnitudo il 30 giugno 2025. Tutti questi sismi sono stati registrati a profondità molto superficiali (al massimo circa 4 km), rendendoli di conseguenza ancora più percepibili dalla popolazione, come era già accaduto per i terremoti registrati nel periodo 2018-2019, pur essendo quest'ultimi molto meno energetici. Nelle pagine seguenti verrà fornita una descrizione più dettagliata degli eventi sismici più rilevanti e il loro impatto sulla popolazione.

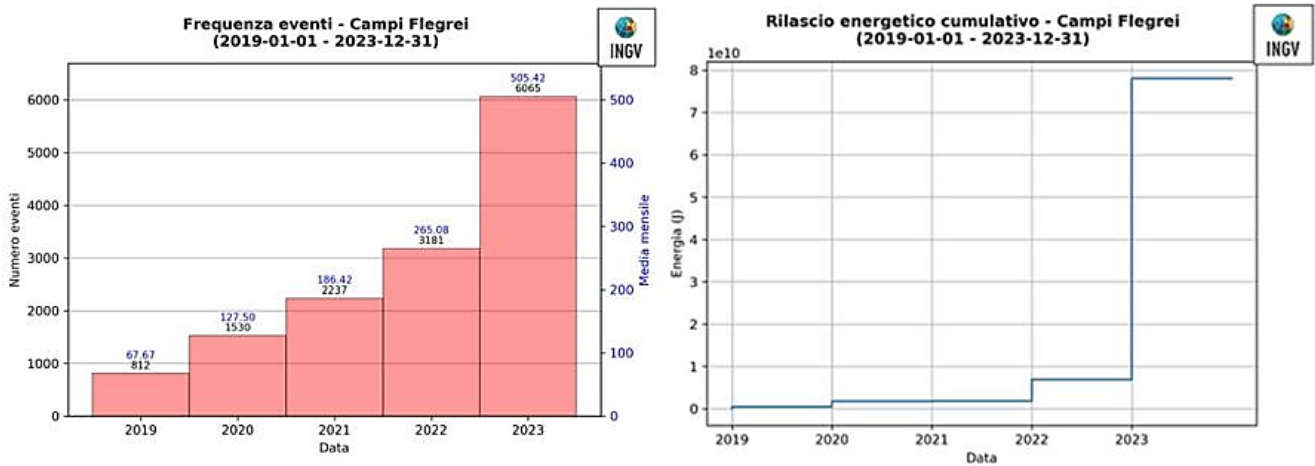


Fig.37: a) Numero di eventi sismici per anno dal 2019 a dicembre 2023, b) Rilascio energetico cumulativo totale dei sismi registrati dal 2019 a dicembre 2023 (immagine modificata dal Report di monitoraggio dei Vulcani Campani - INGV Osservatorio Vesuviano del 2023).

Anche la velocità di sollevamento media del suolo ha subito un'accelerazione rispetto al 2019; nel 2023 infatti era compresa fra circa 1 e 1.5 cm/mese, per poi aumentare leggermente nel 2024 (fra 1 e 2 cm/mese) e infine raggiungere il picco massimo fra febbraio e marzo 2025 (3 cm/mese). A fine 2025, con un tasso deformativo calato leggermente a 2.5 cm/mese, il sollevamento totale nell'area di massima deformazione era di circa 163.5 cm a partire dal 2005. Nel grafico seguente (aggiornato a febbraio 2026, fig.38) viene riportato il sollevamento totale e il confronto con la sismicità a partire dal 2005. Si può notare bene come quest'ultima sia aumentata con la deformazione totale, seppur a un ritmo molto più rapido rispetto ad essa negli ultimi anni. In particolare, è stato riscontrato una relazione esponenziale fra il sollevamento massimo della caldera e il numero cumulato dei terremoti registrati (Bevilacqua et al., 2024), che potrebbe indicare una crescente sensibilità dell'attività sismica all'inflazione calderica e di un'evoluzione del comportamento quasi elastico della crosta superficiale della caldera.

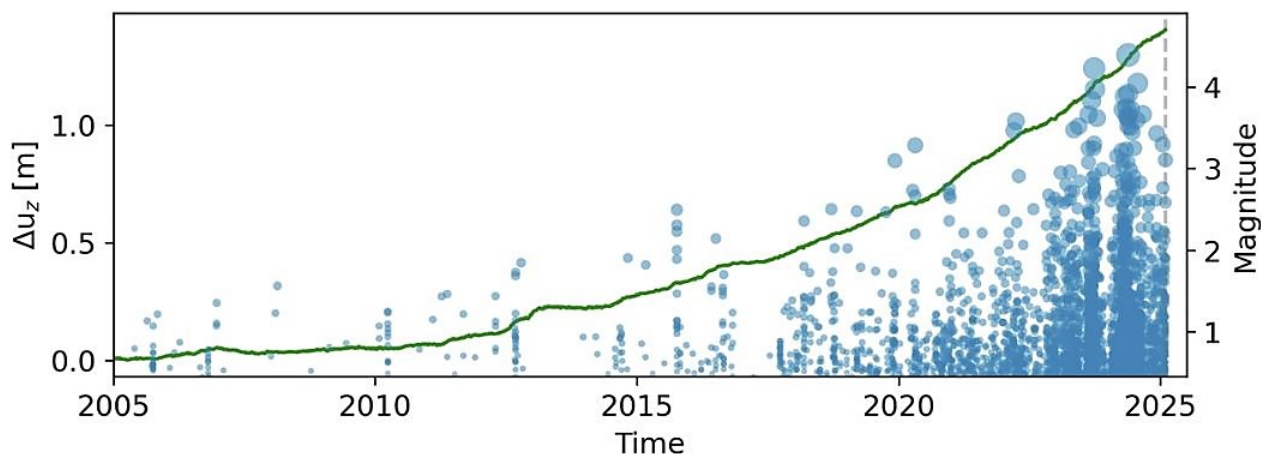


Fig.38: Deformazione del suolo e sismicità nei Campi Flegrei dal 2005 a febbraio 2026 (fonte: Hainzl et al., 2026).

I parametri del monitoraggio geochimico non hanno invece mostrato grandi anomalie negli ultimi anni, ma hanno confermato i trend pluriennali di riscaldamento e pressurizzazione del sistema idrotermale (fig.39), similmente al periodo precedentemente analizzato (2018-2019). Questo trend costante ha però acceso i timori nella comunità scientifica della possibilità di eruzioni freatiche, ossia esplosioni improvvise e molto violente di gas e fluidi riscaldati, specialmente in aree come la Solfatara (anche se l'eventuale localizzazione dei centri eruttivi in questa tipologia di eruzione è estremamente difficile da determinare).

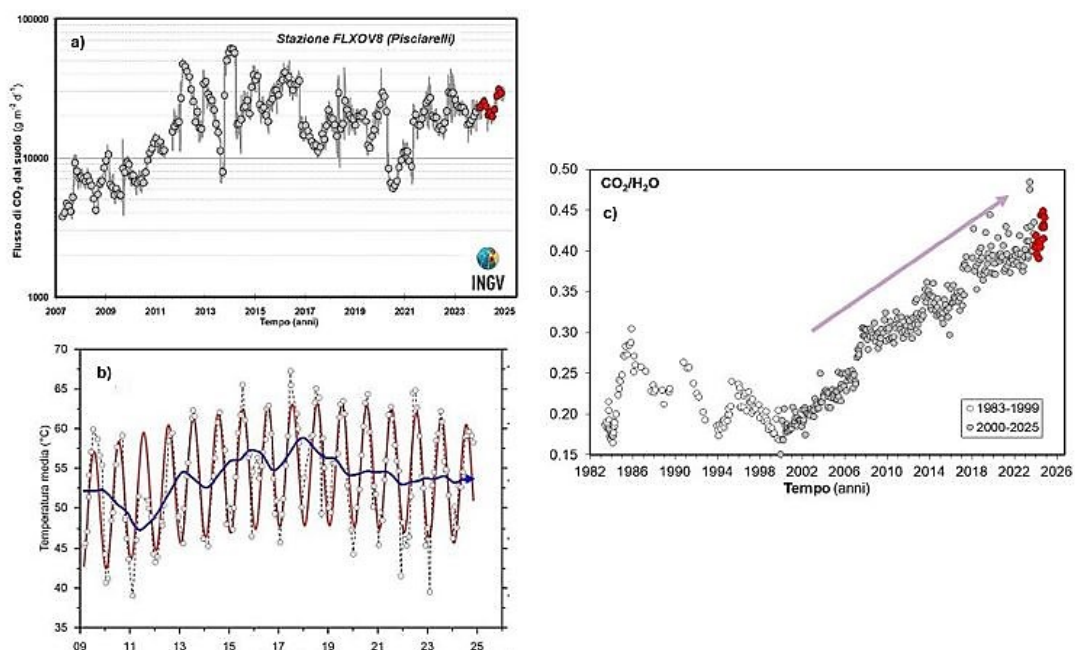


Fig.39: Parametri geochimici dei fluidi emessi nell'area Solfatara-Pisciarelli (a,c) e temperature del suolo (b) fino a dicembre 2025. Immagini modificate dal Report di monitoraggio dei Vulcani Campani – INGV Osservatorio Vesuviano del 2024.

Gli eventi sismici del 2023: Il primo terremoto che superò magnitudo 4.0 nell'area flegrea da 40 anni fu registrato la notte del 27 settembre ($M = 4.2 \pm 0.3$), ad una profondità di circa 3 km, nell'area compresa fra Bagnoli, quartiere occidentale della città di Napoli, e Pozzuoli. Fu il sisma più forte di uno sciame iniziato la mattina precedente (costituito in totale da 186 eventi con magnitudo superiore a 0.0), e venne distintamente avvertito dalla popolazione, anche se i danni furono minimi (qualche caduta di calcinacci nel quartiere di Bagnoli). Pochi giorni dopo, il 2 ottobre, fu registrato un altro forte evento di magnitudo 4.0 ± 0.3 (profondità di circa 2.6 km), nel corso di uno sciame sismico di 76 eventi con magnitudo superiore a 0.0, anch'esso con epicentro a Pozzuoli. Come per il sisma precedente si rilevarono solamente lievi danni, ma si effettuarono comunque controlli sugli edifici pubblici e venne sospesa temporaneamente la circolazione ferroviaria. Nei mesi precedenti, in particolare fra agosto e settembre, vi furono altri numerosi sciami, con terremoti che spesso superarono la magnitudo 3.0 (per esempio l'evento del 18 agosto, $M = 3.6 \pm 0.3$), e in generale il numero di eventi aumentò sensibilmente verso la fine dell'anno (fig.40), raggiungendo un totale di 6065 sismi (Report di monitoraggio dei Vulcani Campani – INGV Osservatorio Vesuviano, 2023).

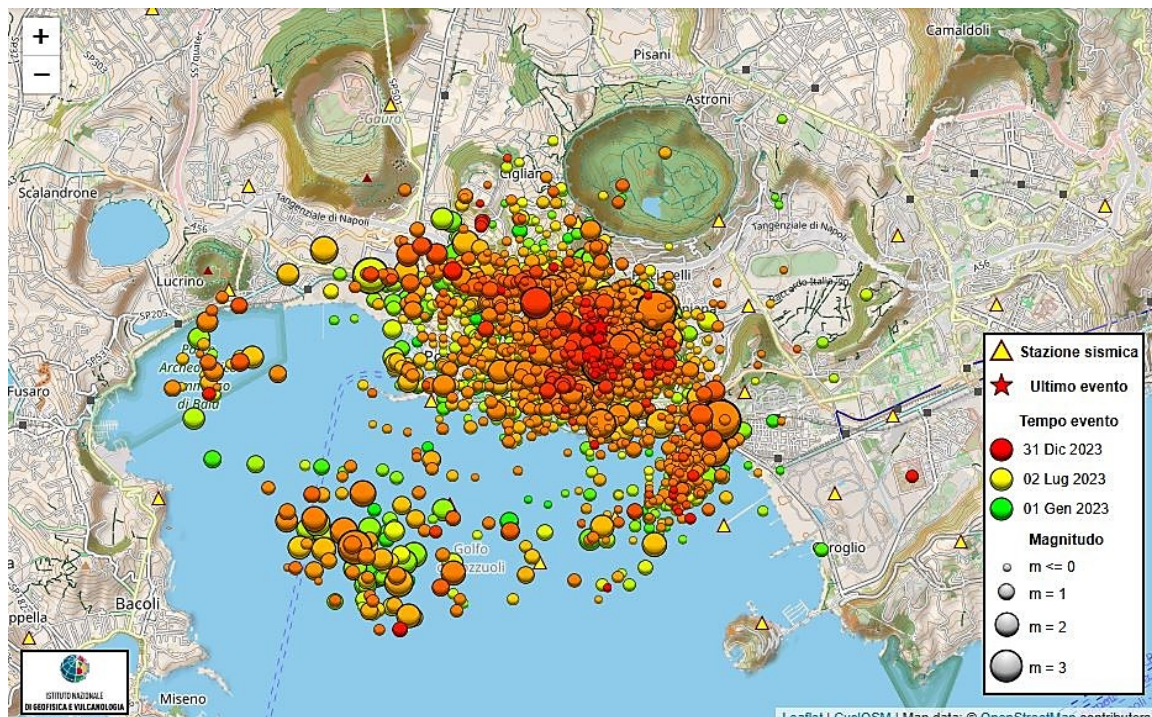


Fig.40: Eventi sismici registrati ai Campi Flegrei nell'anno 2023 (fonte: GOSSIP INGV).

Gli eventi sismici del 2024: Il 20 maggio venne registrato l'evento sismico più forte degli ultimi 40 anni (epicentro a Pozzuoli e $M = 4.4 \pm 0.3$), ad una profondità di 2.6 km, mentre lo sciame sismico durò fino al giorno dopo, con circa 156 eventi in totale. In questo caso i danni furono lievemente maggiori, e portarono all'evacuazione a scopo precauzionale di numerose famiglie e delle detenute del carcere di Pozzuoli. Il 26 luglio vi fu nuovamente un sisma importante ($M = 4.0 \pm 0.3$), situato in questo caso in mare nel Golfo di Pozzuoli, a circa 2 km dal Comune di Bacoli. Grazie alla pubblicazione a partire da luglio di quell'anno dei dati sullo scuotimento del suolo a seguito degli eventi sismici di magnitudo superiore o uguale a 3.0, fu messa a disposizione per la prima volta la mappa delle accelerazioni del suolo per un evento di quella magnitudo (fig.41), mostrando come la massima accelerazione si verificò a Bacoli e Pozzuoli. Non si verificarono danni a persone e cose, ma proprio a Bacoli cedette un costone di roccia lungo la costa, un effetto indotto dalla sismicità che si evidenziò sempre più spesso con l'aumentare degli eventi sismici con epicentro nel Golfo di Pozzuoli. In generale, nel 2024 si registrarono 6744 terremoti e 55 sciami sismici (Report di monitoraggio dei Vulcani Campani – INGV Osservatorio Vesuviano, 2024), localizzati nelle aree già interessate dal repentino aumento della sismicità nell'anno precedente (fig.42), a profondità sempre molto superficiali (al massimo circa 4 km).

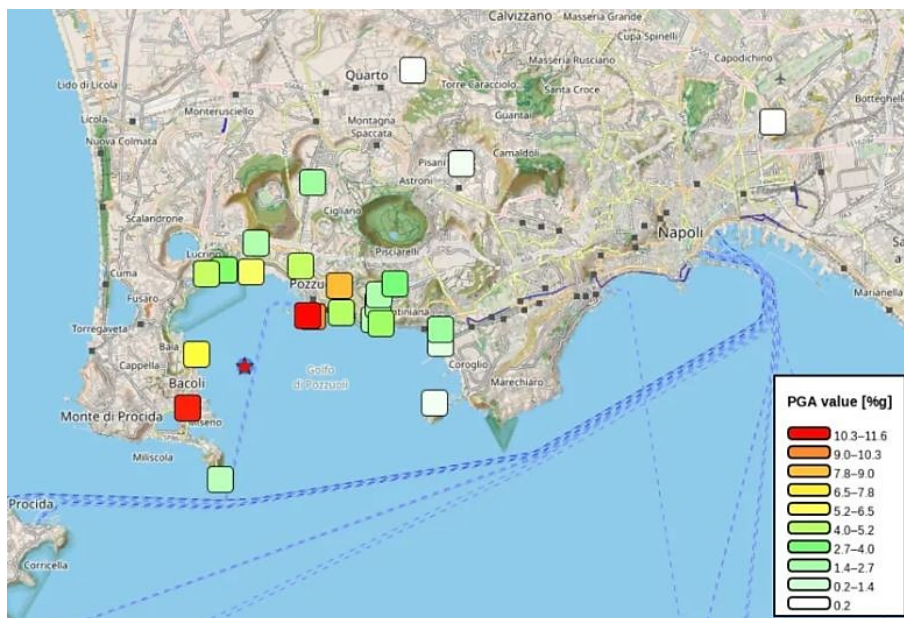


Fig.41: Mappa introdotta nel 2024 delle accelerazioni del suolo per l'area flegrea, in questo caso registrate per l'evento del 26 luglio 2024 (epicentro indicato con stella rossa). PGA: Peak Ground Acceleration. Fonte: GOSSIP INGV.

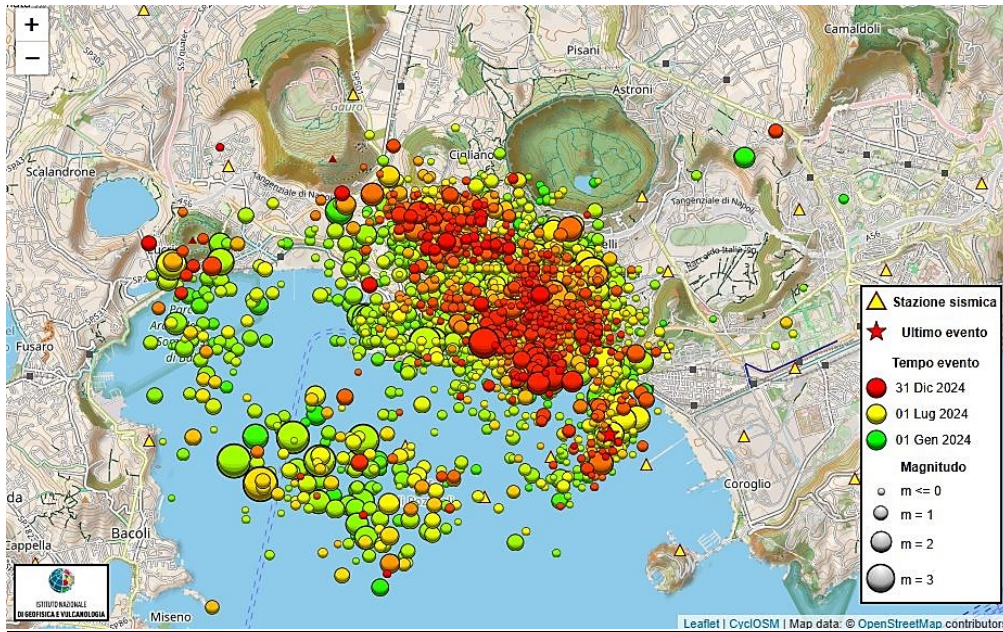


Fig.42: Eventi sismici registrati ai Campi Flegrei nell'anno 2024 (fonte: GOSSIP INGV).

Gli eventi sismici del 2025: Il 13 marzo 2025 si verificò l'evento sismico più energetico registrato da quando si hanno dati strumentali nell'area flegrea ($M = 4.6 \pm 0.3$), inizialmente comunicato con magnitudo 4.4 ± 0.3 ma successivamente rivisto dopo ulteriori analisi. L'epicentro fu localizzato nei pressi di Pozzuoli lungo la costa ad una profondità di 2.5 km, e provocò danni maggiori rispetto ai terremoti avvenuti negli anni precedenti (vi fu anche il ferimento di una persona per il crollo di un controsoffitto). Esattamente due mesi dopo, il 13 maggio, venne registrato un altro forte terremoto di magnitudo 4.4 ± 0.3 con epicentro a Pozzuoli, mentre il 30 giugno si verificò nuovamente un sisma di magnitudo 4.6 ± 0.3 nei pressi di Bacoli (profondità di circa 4 km), risultando così il secondo più forte nell'area in epoca strumentale dopo pochi mesi. In questo caso i danni furono minori, ma si verificò un crollo di un costone roccioso lungo la costa (come avvenuto già l'anno precedente) e la circolazione ferroviaria fu sospesa per controlli. Infine, il 18 luglio e il 1° settembre si verificarono altri due eventi sismici rilevanti, entrambi con magnitudo 4.0 ± 0.3 , il primo con epicentro nel Golfo di Pozzuoli e il secondo nel Comune di Pozzuoli. In generale, è ben evidente come nel 2025 la frequenza dei terremoti con magnitudo maggiore o pari a 4.0 sia aumentata rispetto agli anni precedenti (7 eventi rispetto ai 2 eventi registrati sia durante il 2024 che nel 2023), come anche la percentuale dei sismi con magnitudo maggiore o pari a 3.0 sul totale degli eventi registrati (fig.43), localizzati nelle aree già fortemente interessate dalla sismicità negli anni precedenti (fig.44).

comunicati relativi ai singoli eventi e sciami sismici che erano pubblicati sistematicamente attraverso i citati canali social (Facebook, X, Instagram, Bluesky) e nei blog INGVvulcani e INGVterremoti (oltre ai comunicati stampa, consultabili dal sito principale dell'INGV). Inoltre, molte comunicazioni sono state rese disponibili anche nella sezione "In primo piano" del sito web dell'Osservatorio Vesuviano, insieme alle notizie relative ai vari studi pubblicati sulla caldera flegrea. Il 29 novembre 2023 nacque su questo sito la pagina tematica "Obiettivo Campi Flegrei", per permettere agli utenti di accedere facilmente a tutte le informazioni relative a questo sistema vulcanico, così come fu aperta una pagina tematica simile sul blog INGVvulcani, lo "Speciale Campi Flegrei". Come già accennato, inoltre, l'anno successivo, a partire da luglio, venne lanciato un nuovo servizio web sul portale GOSSIP che mise a disposizione le mappe di scuotimento del suolo a seguito degli eventi sismici con magnitudo maggiore di 3.0 (inizialmente previsto solo per i Campi Flegrei, ma ora esteso anche al Vesuvio e Ischia). Come già riscontrato per il biennio 2018-2019, un'altra fonte di comunicazione con il pubblico sono state le numerose interviste dei ricercatori dell'Osservatorio Vesuviano, specialmente dopo i forti terremoti che hanno colpito l'area, sia per la stampa tradizionale che per i canali social.

A fronte dell'aumento importante della sismicità sono state inoltre realizzate specifiche esercitazioni con la popolazione dell'area a rischio, previste dal Decreto Legge n. 140 del 12 ottobre 2023, effettuate dal Dipartimento di Protezione Civile in collaborazione con l'INGV e la Regione Campania, per fronteggiare l'emergenza bradisismica. In particolare, il 22 aprile 2024 venne organizzata la prima simulazione, volta a verificare l'operatività dei centri di coordinamento e delle sale operative degli enti coinvolti, insieme all'evacuazione di quattro istituti scolastici situati nella zona rossa dei Campi Flegrei. Una seconda esercitazione fu organizzata nuovamente nel giugno dello stesso anno, ma con un coinvolgimento maggiore dei cittadini. Inoltre, tra il 9 e il 12 ottobre, venne simulato il piano di evacuazione a fronte di un'eruzione ("ExeFlegrei24"), similmente all'anno successivo con l'esercitazione "ExeFlegrei25", tenutasi il 5 e il 6 novembre. Durante questi ultimi anni sono stati tenuti anche diversi incontri informativi sul rischio vulcanico e sismico, rivolti in particolare alla popolazione, ma anche corsi di formazione per i volontari della Protezione Civile e i giornalisti, per promuovere una corretta informazione al pubblico sui fenomeni in atto.

Bollettini di sorveglianza analizzati: 9 bollettini di sorveglianza settimanali e 8 bollettini di sorveglianza unificati a cura dell'INGV Osservatorio Vesuviano (presi in riferimento ai terremoti principali con magnitudo pari o maggiore a 4.0 nel triennio 2023-2025), 2 Report di Monitoraggio dei Vulcani Campani curati dall'INGV Osservatorio Vesuviano (2023 e 2024).

Comunicati stampa e news INGV analizzati: 9 comunicati stampa pubblicati sul sito web INGV (27 settembre e 29 novembre 2023; 18 maggio, 19 settembre e 8 ottobre 2024; 25 febbraio, 7 giugno e 3 luglio 2025).

Materiale video analizzato: Intervista a Francesca Bianco per RaiNews (30 giugno 2025), interviste a Fabio Florindo (Presidente INGV dal 2025) e Lucia Pappalardo (Direttrice dell'Osservatorio Vesuviano dal 2025) per TGR Campania (18 novembre 2025).

Post blog INGV analizzati: 9 post del blog INGVterremoti (aggiornamenti sugli eventi sismici principali) e 9 post del blog INGVvulcani (approfondimenti e aggiornamenti sugli sciame sismici).

Post social analizzati: 5 post Facebook dei profili INGV, INGVvulcani e INGVterremoti, 6 post Instagram delle pagine INGVvulcani e INGVterremoti, 4 tweet dei profili INGVterremoti e INGVvulcani.

Nota: sono stati presi solo alcuni post come riferimento per descrivere le loro tipologie in relazione agli eventi principali, non tutti i post pubblicati per gli aggiornamenti sull'evoluzione degli sciame.

Rassegna stampa analizzata: 12 articoli giornalistici pubblicati da Fanpage (3 luglio 2025), La Stampa (20 maggio e 26 luglio 2024, 13 maggio e 30 giugno 2025), Metropolitan (13 marzo 2025), Open (3 ottobre 2023), Rai News (13 marzo 2023), Repubblica (3 ottobre 2023), Repubblica Napoli (13 maggio e 18 luglio 2025), SkyTG24 (13 marzo 2025).

Analisi della comunicazione: La struttura e la frequenza dei bollettini di sorveglianza pubblicati sul sito web dell'INGV Osservatorio Vesuviano non ha subito variazioni in concomitanza con l'accadimento dei sismi più forti, mentre i report annuali esprimono chiaramente "il notevole

incremento del numero totale di eventi sismici e dell'energia sismica". Tuttavia, i comunicati con gli aggiornamenti degli sciami sismici e dei singoli eventi sono stati divulgati in maniera sistematica rispetto agli anni passati, su diverse piattaforme social contemporaneamente. In particolare, i post di questa tipologia sono stati costanti sul profilo Instagram INGVvulcani (così come nei profili Facebook INGVvulcani e INGVterremoti), con aggiornamenti continui fino a 10 pubblicazioni consecutive (nel caso dello sciame sismico del 20 maggio 2024), dal primo comunicato dell'evento sismico alla chiusura dello sciame. La struttura dei post è molto semplice (fig.45), con una breve descrizione tecnica sul numero di eventi e la magnitudo massima raggiunta, insieme alla mappa con la localizzazione degli eventi (a volte anche con la mappa degli scuotimenti del suolo per gli eventi più energetici, a partire dalla sua introduzione nel 2024). Sono presenti inoltre i link diretti alla pagina GOSSIP e a eventuali conferenze tenute dall'Istituto nel caso di eventi particolarmente significativi (come nel caso del terremoto del 30 giugno 2025). Sul profilo Instagram INGVterremoti, invece, la comunicazione è stata più ridotta, con un post che indica l'accadimento del sisma principale (fig.46) e una breve didascalia di descrizione dell'evento, ma senza aggiornamenti sugli sciami.

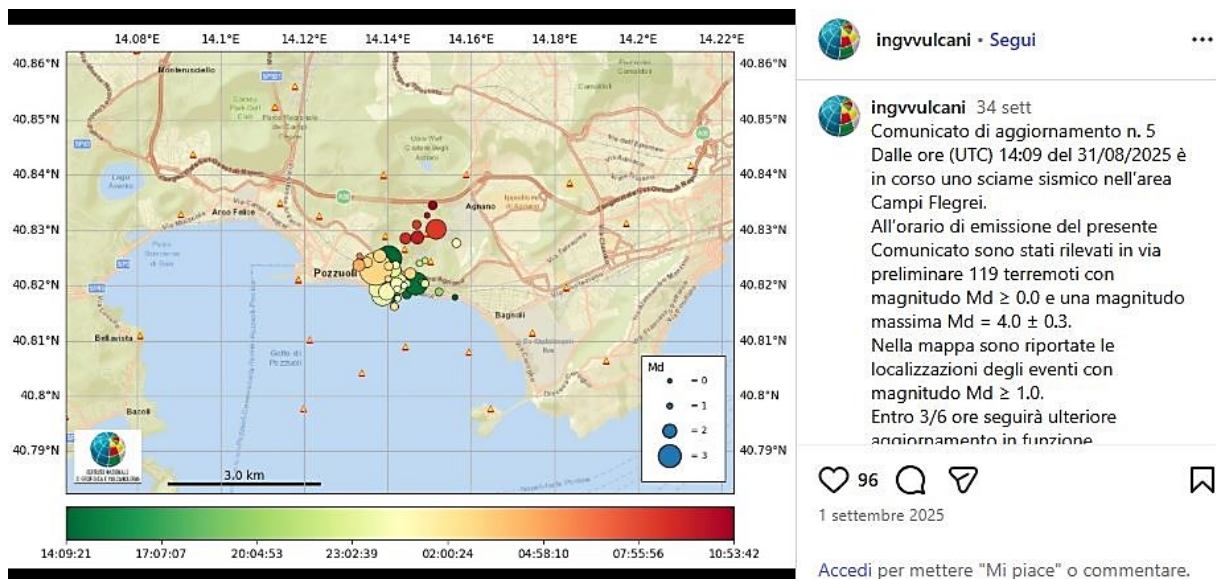


Fig.45: Esempio di post di aggiornamento su uno sciame sismico ai Campi Flegrei, pubblicato dal profilo Instagram INGVvulcani.



Fig.46: Esempio di post di aggiornamento sugli eventi sismici ai Campi Flegrei, pubblicato dal profilo Instagram INGVterremoti.

Anche la comunicazione sull'allora Twitter (ora X) e sul più recente Bluesky presenta caratteristiche simili ai social descritti in precedenza, con tweet di aggiornamento sugli sciami sismici e tweet per il singolo evento sismico principale (fig.47), oltre a presentare link ai blog dell'Istituto oppure alla Lista Terremoti (in entrambi i profili, INGVterremoti e INGVvulcani).

La piattaforma meno utilizzata in questo triennio per questo tipo di comunicazione è stata YouTube, non sono infatti presenti in nessun canale attivo dei video (brevi o di approfondimento) sui singoli eventi e sciami sismici, ma solo dei seminari (pubblicati sul canale INGVpress), tenuti dai ricercatori che presentano la loro ricerca agli altri membri dell'Istituto (in particolare studi sulla storia del bradisismo e della sismicità ai Campi Flegrei, oltre alla ricostruzione della struttura geologica della caldera e della storia eruttiva di questo sistema vulcanico). Sul canale INGVvulcani si approfondiscono o vengono riportati aggiornamenti sui vulcani attivi, principalmente Etna e Stromboli, con solo pochi video divulgativi sul funzionamento delle reti e della sala di monitoraggio dell'Osservatorio Vesuviano (pubblicati tra il 2021 e il 2022).

In generale i post pubblicati fra i vari social presentano interazioni molto alte da parte degli utenti (testimoniate dal relativo numero di *like*, visualizzazioni e commenti, fig.47), spesso più elevate in concomitanza con il primo post in cui si comunica l'evento sismico principale,

questo testimonia la grande attenzione della popolazione alla situazione e alla comunicazione ufficiale dell'INGV.



Fig.47: Esempio di tweet di aggiornamento sugli eventi sismici ai Campi Flegrei, pubblicato dal profilo Twitter INGVterremoti.

L'aumentata diffusione degli aggiornamenti e dei bollettini ufficiali da parte dell'INGV rispondeva infatti all'esigenza di fornire a tutti "una comunicazione più trasparente e corretta, senza alimentare panico né rassicurazioni infondate" (queste le parole di Mauro De Vito, Direttore dell'Osservatorio dal 2022 al 2025, un'intervista La Stampa dopo il sisma del 30 giugno 2025), in un momento di forte apprensione per la popolazione.

Sul blog INGVvulcani sono stati inoltre pubblicati in questo triennio diversi approfondimenti sulla sismicità in atto e sul bradisismo, in particolare sulle sue cause (Di Vito et al., 09/09/2023), sulla spiegazione dei sciame sismici (Castellano, 03/02/2025) e sull'uso della magnitudo durata (Castellano et al., 06/11/2024), oltre alla descrizione dettagliata dei dati e delle reti di monitoraggio (post del 16/05/2024) insieme alle sue componenti, come l'infrastruttura per la sorveglianza dell'ambiente sottomarino della caldera (Minopoli et al., 24/05/2024) e la rete GNSS (Mattia et al., 20/06/2024). Il post di Mario Castellano sugli sciame sismici è particolarmente interessante nel contesto comunicativo perché nasce proprio con lo scopo di spiegare come si può affermare che uno sciame sismico sia concluso anche se successivamente accadono altri terremoti. Infatti, "la comunicazione dell'inizio e della fine di uno sciame da parte dell'INGV-Osservatorio Vesuviano crea ancora una certa perplessità tra

la cittadinanza coinvolta perché non si comprende bene come si determina l'inizio di uno sciame" (Castellano et al., 06/11/2024), evidenziando quindi un'altra problematica, insieme ai frequenti commenti critici sui social riguardo alle possibili magnitudo più forti di quelle ufficialmente dichiarate.

Infine, oltre ai post di aggiornamento sui social e sui blog riguardanti la sismicità, nei comunicati e nelle interviste a seguito degli eventi sismici principali viene ribadita la loro imprevedibilità, ma si ipotizza la possibilità del verificarsi di altri terremoti, anche forti quanto quelli già accaduti (o addirittura superiori). Rilevanti le dichiarazioni pubbliche in un'audizione alla Commissione Ambiente della Camera dei Deputati a Roma (30/09/2023) di Carlo Doglioni (Presidente dell'INGV dal 2016 al 2025), che diede una stima massima della magnitudo attesa nell'area, intorno al grado 5. Anche l'attuale Presidente dell'INGV, Fabio Florindo, in un'audizione alla Commissione Parlamentare di inchiesta sul rischio idrogeologico e sismico del territorio italiano (02/07/2025) diede una stima di una magnitudo massima, questa volta con "limite massimo di 5.5".

Inoltre, dopo il terremoto del 13 marzo 2025, il più forte in epoca strumentale, Francesca Bianco, direttrice del Dipartimento Vulcani dell'INGV dal 2022 al 2025, dichiarò un "ulteriore step di intensificazione del fenomeno bradisismico" (Skynews, 13/03/2025) e che bisognava aspettarsi altra sismicità, seppur questo scenario era già stato ipotizzato dai ricercatori e non rappresentava un fattore imprevisto. Oltre alla forte paura legata direttamente agli eventi sismici, aumentò sensibilmente, già dal 2023, il timore di un'eruzione imminente, subito però smentita dai ricercatori e la cui probabilità, sulla base degli elementi di conoscenza a disposizione, fu valutata nel 2023 come "relativamente bassa" (Di Vito et al., post blog INGVvulcani, 09/09/2023). Infatti, oltre all'aumento della sismicità, in tutto il periodo considerato non sono mai stati registrati segnali che potessero essere indicativi di un'eruzione vulcanica imminente, infatti i "dati sismici, geochimici, le deformazioni del suolo, le variazioni termiche superficiali e in pozzo, le variazioni gravimetriche non forniscono, allo stato attuale, indicazioni che il magma stia risalendo verso la superficie. Tuttavia, il vulcano ha la sua inarrestabile naturale evoluzione e, prima o poi, tornerà a eruttare" (Di Vito et al., post blog INGVvulcani, 09/09/2023). Nel corso del 2025 è però emersa chiaramente l'allerta verso possibili eruzioni freatiche, anche pubblicamente nelle interviste per RaiNews (30/06/2025) e TGR Campania (18/11/2025), rispettivamente a Francesca Bianco e Fabio Florindo (Presidente INGV), con un intervento anche di Lucia Pappalardo (Direttrice dell'Osservatorio Vesuviano).

Questi fenomeni erano già stati inseriti come possibili eventi previsti nel Piano di emergenza per l'attuale livello di allerta, ma solo ultimamente vi sono state dichiarazioni esplicite sul loro possibile accadimento e la loro pericolosità. In particolare, questo tema era già stato affrontato da Florindo nel già citato intervento alla Commissione Parlamentare del luglio 2025, dove espresse relative difficoltà nel prevedere eventi di questo tipo.

In generale, la comunicazione di questi ultimi anni si è concentrata nel mettere a disposizione dei cittadini comunicati e aggiornamenti sempre costanti su più canali contemporaneamente (in particolare i social), oltre ai numerosi incontri informativi organizzati, ma anche nell'avvertire dei possibili rischi per l'incremento della sismicità e le eruzioni freatiche. Queste furono novità molto importanti nella comunicazione rispetto ai periodi precedenti, quando ci si soffermava solo sull'impossibilità di prevedere l'evoluzione del fenomeno bradisismico e lo si descriveva dal punto di vista scientifico, perché i cambiamenti nella comunicazione vanno di pari passo con l'aumento degli studi e dell'attività di ricerca sull'area, che ha visto una notevole espansione negli ultimi anni. La caldera dei Campi Flegrei è infatti diventata laboratorio di ricerca per studiosi da tutto il mondo e di varie discipline, e questi studi hanno permesso di conoscere meglio le caratteristiche del sistema vulcanico flegreo, definendo meglio i modelli e le ipotesi. In futuro saranno inoltre completati gli studi di microzonazione sismica (ossia ricerche che analizzano in dettaglio la pericolosità sismica a livello locale), che daranno ulteriori elementi di conoscenza utili nelle attività di prevenzione e di messa in sicurezza del territorio. L'entità dei danni a seguito degli eventi sismici, infatti, non dipende solo dalla magnitudo, ma anche dal valore di accelerazione del suolo, dalla profondità dell'ipocentro e dagli effetti di sito determinati dalle caratteristiche geologiche dell'area interessata.

Una ulteriore novità di questi anni è stata l'organizzazione, da parte del Dipartimento di Protezione Civile, delle prime esercitazioni dedicate esclusivamente al rischio bradisismico legato all'aumento della sismicità, distinguendolo così dal rischio vulcanico, come previsto dal Decreto Legge n. 140 del 12 ottobre 2023.

5 DISCUSSIONE DELL'ANALISI E CONCLUSIONI

Nel complesso, l'analisi ha mostrato un'evoluzione continua e l'aumento nel tempo delle piattaforme di comunicazione (fig.48) usate dall'INGV per divulgare news, aggiornamenti, comunicati e approfondimenti sulla situazione dei Campi Flegrei, in relazione all'attuale crisi bradisismica ancora in corso (l'analisi si è fermata al 2025).

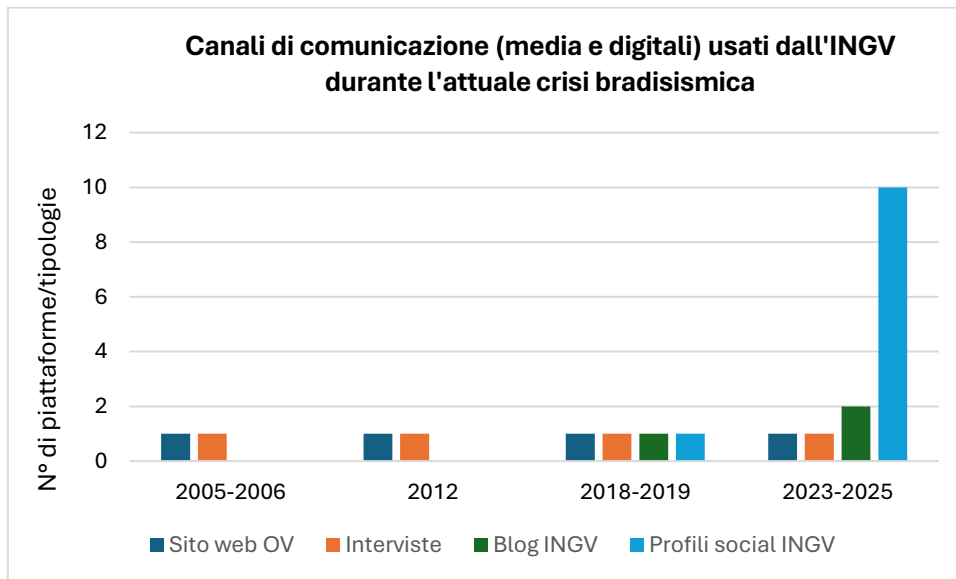


Fig.48: Grafico che mostra le diverse piattaforme e tipologie di canali usati dall'INGV per la comunicazione col pubblico, in relazione ai periodi precedentemente analizzati sull'evoluzione del bradisismo. *Nota:* il numero associato alle interviste non indica l'effettivo numero di interviste realizzate ma solo la tipologia, mentre i profili social INGV si riferiscono ai profili INGVvulcani e INGVterremoti nelle varie piattaforme (il grafico è stato realizzato con Excel).

Il sito web dell'Osservatorio Vesuviano ha rappresentato una fonte costante di informazione nel corso degli anni, punto di riferimento per i cittadini già all'inizio del sollevamento (fig.28), ed è stato continuamente aggiornato nel tempo, sia con l'aggiunta di numerose pagine tematiche e strumenti (per esempio la pagina delle localizzazioni sismiche GOSSIP), sia nell'impostazione grafica, permettendo agli utenti una maggiore fruibilità dei contenuti (bollettini di sorveglianza, aggiornamenti sugli sciami sismici, notizie sulle ricerche scientifiche) e una loro immediata reperibilità. Anche le interviste e i servizi giornalistici pubblicati sui media tradizionali sono state fin dal biennio 2005-2006 una modalità di dialogo con il pubblico continua, dimostrando l'attenzione della stampa agli scienziati e le conseguenti

richieste di spiegazioni più tecniche dei fenomeni osservati. In particolare, all'inizio del sollevamento i ricercatori e le ricercatrici dell'INGV venivano spesso intervistati per informazioni sulle reti di monitoraggio, mentre il bradisismo veniva descritto come fenomeno scientifico e tale da non suggerire evidenze significative di una possibile evoluzione a breve termine. Queste affermazioni da parte della comunità scientifica vennero ribadite negli anni successivi, in particolare anche dopo il 2018-2019, quando la sismicità in aumento per la prima volta dopo molti anni mise in allerta la popolazione e aumentò la percezione degli eventi sismici. Nello stesso tempo, il Dipartimento di Protezione Civile provvedeva a definire ulteriormente il Piano Nazionale di Emergenza per il rischio vulcanico per l'area flegrea (link in sitografia), in cui sono contenute le azioni programmate per la messa in sicurezza della popolazione.

Ciò che cambiò invece in questo periodo fu la quantità degli interventi del personale dell'Osservatorio Vesuviano sugli organi di stampa (sia locali che nazionali), con gli articoli su questo tema sempre più presenti nella rassegna stampa dopo gli eventi sismici, seppur essi fossero di magnitudo ancora molto contenuta (fino al 2018-2019). Questo aumento fu ulteriormente evidente con i primi terremoti più intensi dall'ultima crisi bradisismica (avvenuti nel triennio 2023-2025), che raggiunsero una notevole attenzione mediatica anche a livello nazionale, insieme al timore sempre presente ma ulteriormente accentuato di una possibile eruzione imminente. Quest'ultima in particolare fu però smentita dall'INGV, che cercò sempre di non creare allarmismi ingiustificati su questa eventualità, a causa della mancanza di altre anomalie importanti che ne potessero indicare l'approssimarsi, ribadendo tuttavia nei bollettini di monitoraggio che "Eventuali variazioni dei parametri monitorati, che possano comportare una diversa evoluzione dei fenomeni sopra descritti, saranno oggetto di approfondimenti tempestivamente comunicati". La comunicazione nel tempo si spostò quindi nel dare più risalto al rischio strettamente legato all'aumento della sismicità e ai possibili danni che sismi ancora più forti in futuro avrebbero potuto causare, oltre alla possibilità di eruzioni freatiche, tipologia di fenomeno che non era esplicitato negli anni precedenti. In generale, la comunicazione attraverso questi molteplici canali di dialogo con il pubblico ha mostrato un progressivo uso di termini sempre più tecnici e dettagliati durante l'evolversi della crisi, con l'obiettivo di spiegare meglio i fenomeni in atto dal punto di vista geologico (per esempio i motivi per cui i terremoti nell'area flegrea siano così percepibili oppure la relazione tra deformazione e sismicità).

Oltre al sito web e alle interviste, i cambiamenti più evidenti sono stati in primo luogo l'aumento delle tipologie di bollettini pubblicati (settimanale, mensile e annuale, oltre al formato web riassuntivo di quello mensile), a partire dal 2012, in concomitanza con la variazione del livello di allerta dal livello base (verde) a quello di attenzione (giallo), e l'utilizzo delle piattaforme social. I bollettini, considerati come "l'unico documento ufficiale e validato sui fenomeni in atto" (post blog INGVvulcani, 16/05/2024), hanno rappresentato una impronta fortemente tecnica di informazioni sullo stato del sistema vulcanico e hanno subito poche modifiche nella loro struttura col tempo, seppur con un progressivo approfondimento nei bollettini settimanali tra il 2012 e il 2018, mentre i bollettini mensili e i report annuali sono stati sempre molto più dettagliati.

La crescita dei profili social INGV dopo il 2019 (fig.48) ha inoltre permesso di riportare costantemente la pubblicazione dei bollettini attraverso dei post dedicati con link diretti (fig.36) su diverse piattaforme contemporaneamente, permettendone così una più ampia e immediata diffusione, insieme ai comunicati sugli eventi e gli sciami sismici (fig.45, 46 e 47), rappresentando così un modo molto rapido per aggiornare la popolazione in tempo reale sull'accadimento dei terremoti e sullo stato dei Campi Flegrei. Nonostante il continuo sforzo di divulgare i dati raccolti dalle reti di monitoraggio in maniera più trasparente e continua, l'INGV ha dovuto ribadire che "per una corretta valutazione dei dati riportati occorrono competenze specifiche ed esperienza, oltre alla disponibilità degli strumenti [...] sviluppati dall'INGV" e che l'Istituto "non risponde dell'uso, dell'interpretazione o della valutazione impropria dei dati che può dare adito a considerazioni errate" (post blog INGVvulcani, 16/05/2024). Questo perché, come si può evincere da diversi commenti sui profili social dell'INGV, spesso sono stati criticati i dati trasmessi o sono stati interpretati in maniera errata. Per esempio, uno dei commenti critici più comuni è quello di non comunicare le reali magnitudo dei terremoti alla popolazione (specialmente per quelli più percepiti e nel caso in cui la magnitudo sia stata rivista dopo ulteriori analisi, nonostante questo abbia portato ad ulteriori chiarimenti dell'INGV nei commenti, fig.49). Altri invece hanno sostenuto spesso che un'eruzione fosse imminente dopo ogni forte sisma, anche se l'Osservatorio Vesuviano ha sempre finora affermato che il suo sistema di monitoraggio "non mostra evidenze dell'imminenza di un'eruzione vulcanica" (post blog INGVvulcani, 13/03/2025).

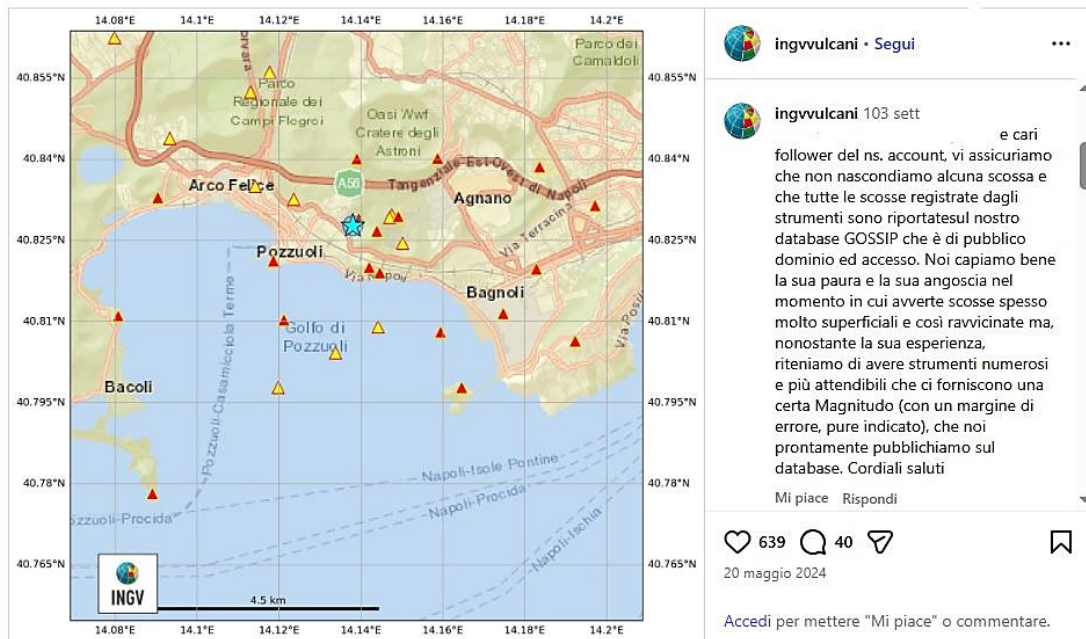


Fig.49: Esempio di intervento nei commenti da parte dell'INGV in un post di Instagram (20/05/2024) per chiarire i tanti dubbi della popolazione sulla reale magnitudo dei terremoti.

Oltre a queste tipologie di post che hanno presentato il più alto livello di engagement, sono stati pubblicati anche aggiornamenti sugli studi effettuati dai ricercatori sui Campi Flegrei, con link diretti alle pubblicazioni e ai post presenti nel blog INGVvulcani. Quest'ultimo infatti è stato utilizzato con frequenza, a partire dal 2018-2019, per fornire dettagli e approfondimenti divulgativi sulle reti di monitoraggio e sui dati raccolti, tramite anche la creazione della pagina tematica "Speciale Campi Flegrei" nel blog INGVvulcani, che riunisce tutti gli articoli pubblicati negli ultimi anni su questo sistema vulcanico, mentre il blog INGVterremoti è stato invece utilizzato in particolare dal 2023, con la pubblicazione dei comunicati sugli eventi e sciame sismici.

Nonostante il numero e la diversità delle piattaforme utilizzate (Instagram, Facebook, X, Bluesky, blog INGVvulcani e INGVterremoti), oltre al relativo alto engagement dei post (considerando anche i commenti più critici), vi è ancora un canale social che finora è stato poco utilizzato nella comunicazione in tempo reale sul fenomeno bradisismico, ossia YouTube. Infatti, i video pubblicati sul profilo INGVvulcani si occupano principalmente di mostrare le eruzioni dei vulcani più attivi (Etna e Stromboli), con solo qualche breve video divulgativo sulle

sale di monitoraggio dell'Osservatorio Vesuviano, mentre sul profilo INGVpress sono presenti dei seminari che trattano diverse ricerche sui Campi Flegrei, ma sono di tipo tecnico e non divulgativo. Tuttavia, è interessante notare come i seminari su queste tematiche abbiano ottenuto molte più interazioni rispetto agli altri video (per esempio il seminario *Il bradisismo ai Campi Flegrei: dinamica di un horst vulcano tettonico*, tenuto l'11 marzo 2024, che ha avuto oltre 22 mila visualizzazioni, picco mai raggiunto dagli altri contenuti pubblicati sul canale), anche quando la conferenza presentata non verteva direttamente sul bradisismo ma è stata pubblicata pochi giorni dopo un forte evento sismico (come il seminario *Imaging e ricostruzione delle strutture profonde della caldera dei Campi Flegrei*, pubblicato tre giorni dopo l'evento di magnitudo 4.4 ± 0.3 del 13 maggio 2024 e che ha ottenuto oltre 6.500 visualizzazioni, nonostante qualche commento critico sulla difficoltà di capire i termini tecnici utilizzati).

È quindi evidente il potenziale di engagement che anche i canali YouTube INGV potrebbero generare su queste tematiche, ma a differenza degli altri social è finora mancata una copertura dell'evoluzione recente del bradisismo e degli eventi sismici più energetici accaduti a partire dal 2023. Una possibile proposta derivante da questa analisi per completare l'insieme delle informazioni trasmesse dall'INGV su tutte le piattaforme è la pubblicazione di video (anche brevi, come quelli sul canale INGVvulcani) in particolare sulla crisi in atto e di confronto con il bradisismo del passato, ma anche di aggiornamento periodico nel caso di eventi o sciami sismici particolarmente rilevanti che potrebbero ancora accadere in futuro. Questa tipologia di video è già stata utilizzata negli anni scorsi con la serie "TGweb Geoscienze", che ha proposto per esempio già nel marzo 2022 un aggiornamento della situazione ai Campi Flegrei, ma è stato l'ultimo pubblicato prima degli eventi sismici più forti e mai più realizzato come format, pertanto potrebbe essere reintrodotta soprattutto in caso di particolari evoluzioni del bradisismo e della sismicità. Sarebbero quindi riassunte e commentate direttamente dai ricercatori in un unico formato tutte le informazioni già trasmesse dall'Osservatorio Vesuviano attraverso i bollettini e gli eventuali comunicati stampa, insieme ad eventuali aggiornamenti sulle ultime ricerche scientifiche (mantenendo anche la pubblicazione dei post di approfondimento sui blog e i video completi dei seminari su INGVpress). Infatti, questo tipo di divulgazione sui Campi Flegrei viene oggi offerta su YouTube solamente da agenzie giornalistiche o divulgative, ma non dall'INGV, manca perciò ancora una comunicazione "ufficiale" ma in stile più divulgativo su queste tematiche e su questa piattaforma, importante

per dare alla popolazione un ulteriore strumento per capire i fenomeni in atto e forse ridurre le possibili interpretazioni errate dei dati forniti. Questo andrebbe a integrare anche i numerosi incontri pubblici di formazione per i volontari del Dipartimento di Protezione Civile e per i giornalisti, nati proprio con questo intento, oltre alle esercitazioni sul campo organizzate con gli altri enti, in particolare quelle dedicate specificatamente al rischio bradisismico, introdotte negli ultimi anni, seppur il numero di persone coinvolte è ancora lontano dal numero reale di cittadini che sarebbero interessati da una vera emergenza legata ai rischi sismici e vulcanici.

In conclusione, l'analisi ha evidenziato l'elevato numero di canali di comunicazione messi a disposizione dall'INGV per il pubblico e le piattaforme utilizzate per trasmettere i dati di monitoraggio sulla situazione dei Campi Flegrei (profili social, blog, incontri pubblici e esercitazioni, bollettini, sito web dell'Osservatorio Vesuviano, comunicati stampa, interviste), mostrando una costante evoluzione nel tempo, con una crescita esponenziale proprio nel triennio 2023-2025, in concomitanza con la sismicità più intensa dall'ultima crisi bradisismica (e di conseguenza in un momento di forte allerta e attenzione da parte della popolazione, testimoniato anche dall'elevato engagement dei post social pubblicati). Questo ha offerto molti strumenti ai cittadini per informarsi in maniera dettagliata sui fenomeni in atto, ma è stato accompagnato da diversi commenti critici e di diffidenza sui dati forniti dall'INGV, in particolare sui canali social. Nonostante i numerosi chiarimenti ufficiali, e la più volte ricordata incertezza inerente le misure e i modelli utilizzati, alcuni cittadini esprimono comunque dubbi, in particolare per ogni terremoto fortemente percepito (già dal biennio 2018-2019). Si suggerisce per il futuro che l'analisi presentata in questa tesi possa essere ampliata con studi di tipo sociologico, anche tramite interviste e questionari alla popolazione per valutare l'effettiva efficacia di questi strumenti di comunicazione con il pubblico, confrontando parallelamente l'evoluzione dei canali di comunicazione e la percezione del fenomeno bradisismico nel tempo, così da individuare le strategie di comunicazione più efficaci e testare eventuali nuove proposte per il loro miglioramento.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Battaglia M., Troise C., Obrizzo F., Pingue F., De Natale G., 2006 – *Evidence for fluid migration as the source of deformation at Campi Flegrei caldera (Italy)*, Geophysical Research Letters, Vol.33, No.1, 1-4.
- Berrino G., d’Errico V., Ricciardi G., 2012 – *Campagna di misure gravimetriche ai Campi Flegrei*, Rendiconto sull’attività di sorveglianza I semestre 2012 (1 gennaio – 30 giugno 2012), 1-5, <https://www.earth-prints.org/server/api/core/bitstreams/1ee227cb-9c4c-4e86-9949-6a63c16f3ff7/content>.
- Bevilacqua A., Neri A., De Martino P., Giudicepietro F., Macedonio G., Ricciolino P., 2023 – *Accelerating upper crustal deformation and seismicity of Campi Flegrei caldera (Italy), during the 2000–2023 unrest*, Communications Earth & Environment, Vol.5, No.742, 1-14.
- Borriello G., Giudicepietro F., Scarpato G., D’Auria L., Orazi M., Ricciolino P., Sansivero F., 2006 – *Statistiche Web del sito dell’Osservatorio Vesuviano - INGV*, Open File Report INGV, 1-31, <https://www.ov.ingv.it/ov/doc/ofr06003.pdf>.
- Buono G., Paonita A., Pappalardo L., Caliro S., Tramelli A., Chiodini G., 2022 – *New Insights Into the Recent Magma Dynamics Under Campi Flegrei Caldera (Italy) From Petrological and Geochemical Evidence*, JGR Solid Earth, Vol.127, No.3, 1-15.
- Capuano P., 2013 – *Terremoti in aree vulcaniche: i Campi Flegrei*, in Ambiente Rischio Comunicazione – *Che succede ai Campi Flegrei?*, No.5, 58-61.
- Caricchi L., Lormand C., Carlino S., Pivetta T., Simpson G., 2026 – *Scenario-based forecast of the evolution of 75 years of unrest at Campi Flegrei caldera (Italy)*, Communications Earth & Environment, Vol.7, No.37, 1-7.
- Carlino S., Kilburn R. J. C., Tramelli A., Troise C., Somma R., De Natale G., 2015 – *Tectonic stress stress and renewed uplift at Campi Flegrei caldera, southern Italy: New insights from caldera drilling*, Earth and Planetary Science Letters, Vol.420, 23-29.

- Castellano M., 2005 – *Rapporto sullo stato della rete sismica permanente dell'Osservatorio Vesuviano-INGV e della sua evoluzione nel periodo 2000-2005*, Rapporto Interno Osservatorio Vesuviano-INGV, 1-30, <https://www.earth-prints.org/server/api/core/bitstreams/031f6671-ce8e-4c50-a883-b6afc0cd7c7e/content>.
- Chiodini G., Caliro S., Cardellini C., Granieri D., Avino R., Baldini A., Donnini M., Minopoli C., 2010 – *Long-term variations of the Campi Flegrei, Italy, volcanic system as revealed by the monitoring of hydrothermal activity*, Journal of Geophysical Research, Vol.115, No.B3, 1-17.
- D'Antonio M., 2010 – *Lithology of the basement underlying the Campi Flegrei caldera: Volcanological and petrological constraints*, Journal of Volcanology and Geothermal Research, Vol.200, No.1-2, 91-98.
- Del Gaudio C., Ricco C., Aquino I., Brandi G., Serio C., Siniscalchi V., 2005 – *Misure di livellazione di precisione e dati tiltmetrici per il controllo delle deformazioni del suolo ai Campi Flegrei*, Open File Report INGV, 1-9, <https://www.ov.ingv.it/ov/doc/ofr05004.pdf>.
- Del Gaudio C., Aquino I., Ricco C., Serio C., 2007 – *Movimenti verticali del suolo ai Campi Flegrei: risultati della livellazione geometrica di precisione eseguita nel periodo dicembre 2006 - gennaio 2007*, Open File Report INGV, No.3, 1-11, <https://www.ov.ingv.it/ov/doc/ofr07003.pdf>.
- Del Gaudio C., Aquino I., Ricciardi G.P., Ricco C., Scandone R., 2010 – *Unrest episodes at Campi Flegrei: A reconstruction of vertical ground movements during 1905-2009*, Journal of Volcanology and Geothermal Research, Vol.195, No.1, 48-56.
- De Natale G., Troise C., Sacchi M., 2007 – *The Campi Flegrei Deep Drilling Project*, Workshops Reports, 1-3, <https://sd.copernicus.org/articles/4/48/2007/sd-4-48-2007.pdf>.
- De Natale G., Troise C., Mark D., Mormone A., Piochi M., Di Vito M. A., Isaia R., Carlino S., Barra D., Somma R., 2016 – *The Campi Flegrei Deep Drilling Project (CFDDP): New insight on caldera structure, evolution and hazard implications for the Naples area (Southern Italy)*, AGU Publications, Vol.17, No.12, 4836-4847.

- Di Vito M., Lirer L., Mastrolorenzo G., Rolandi G., 1987 – *The 1538 Monte Nuovo eruption (Campi Flegrei, Italy)*, Bulletin of Volcanology, Vol.49, 608-615.
- Di Vito M., Acocella V., Aiello G., Barra D., Battaglia M., Carandente A., Del Gaudio C., de Vita S., Ricciardi P. G., Ricco C., Scandone R., Terrasi F., 2016 – *Magma transfer at Campi Flegrei caldera (Italy) before the 1538 AD eruption*, Scientific Reports, Vol.6, No.32245, 1-9.
- Ferrara S., Selva I., Sandri L., Marzocchi W., Elicitation VI Working Group, 2025 – *Forecasting the evolution of the current unrest of Campi Flegrei by defining anomalies through experts' elicitation*, Annals of Geophysics, Vol.68, No.1, 1-17.
- Forni F., Degruyter W., Bachmann O., De Astis G., Mollo S., 2018 – *Long-term magmatic evolution reveals the beginning of a new caldera cycle at Campi Flegrei*, Science Advances, Vol.4, No.9401, 1-11.
- Gabrielli F., 2013 – *Considerazioni conclusive*, in Ambiente Rischio Comunicazione – *Che succede ai Campi Flegrei?*, No.5, 70-71.
- Gaeta F. S., Peluso F., Arienzo I., Castagnolo D., De Natale G., Milano G., Albanese C., Mita D. G., 2003 – *A physical appraisal of a new aspect of bradyseism: The miniuplifts*, Journal of Geophysical Research, Vol.108, No.20921-20933, 1-15.
- Gagnor R., Surroz M., 2024 – *L'attimo decisivo. La virgola (Speciale Campi Flegrei)*, Grafica Metelliana, 1-28.
- Giudicepietro F., Ricciolino P., Scarpato G., Casagrande I., De Paola V., D'Auria L., Sansivero F., Borriello G., Orazi M., De Lucia M., Nave R., 2006 – *Il servizio info del sito web dell'Osservatorio Vesuviano (INGV)*, Open File Report INGV, 1-18, <https://www.ov.ingv.it/ov/doc/ofr06001.pdf>.
- Giudicepietro F., Chiodini G., Caliro S., De Cesare W., Esposito A. M., Galluzzo D., Lo Bascio L., Macedonio G., Orazi M., Ricciolino P., Vandemeulebrouck J., 2019 – *Insight into Campi Flegrei Caldera Unrest Through Seismic Tremor Measurements at Pisciarelli Fumarolic Field*, Geochemistry, Geophysics, Geosystems, Vol.20, 5544-5555.
- Greco P., 2013 – *Il paradiso e l'inferno*, in Ambiente Rischio Comunicazione – *Che succede ai Campi Flegrei?*, No.5, 67-69.

- Hainzl S., Dahm T., Tramelli A., 2026 – *A deformation-driven earthquake interaction model for seismicity at Campi Flegrei*, Communications Earth & Environment, Vol.7, No.244, 1-9.
- Iervolino I., Cito P., De Falco M., Festa G., Herrmann M., Lomax A., Marzocchi W., Santo A., Strumia C., Massaro L., Scala A., Scotto di Uccio F., Zollo A., 2024 – *Seismic risk mitigation at Campi Flegrei in volcanic unrest*, Nature Communications, Vol.15, No.10474, 1-14.
- Istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia, 2007 – *Convenzione DPC-INGV 2004-2006. Rendiconto dell'attività svolta nel secondo semestre 2006*, 1-313.
- La Rocca A., Pinto S., Russo A., 2005 – *La rete mareografica dell'Osservatorio Vesuviano*, Open File Report INGV, No.1, 1-39, <https://www.ov.ingv.it/ov/doc/ofr05001.pdf>.
- Luciani R., 2018 – *Noi e i vulcani*, Libri progetti educativi S.r.l., 1-19.
- Martini M., 2013 – *L'attività recente dei Campi Flegrei*, in Ambiente Rischio Comunicazione – *Che succede ai Campi Flegrei?*, No.5, 7-12.
- Moretti R., Troise C., Sarno F., De Natale G., 2017 – *Caldera unrest driven by CO₂-induced drying of the deep hydrothermal system*, Scientific Reports, Vol.8, No.8309, 1-11.
- Orsi G., D'Antonio M., de Vita S., Gallo G., 1992 – *The Neapolitan Yellow Tuff, a large-magnitude trachytic phreatoplinian eruption: eruptive dynamics, magma with drawal and caldera collapse*, Journal of Volcanology and Geothermal Research, Vol.53, No.1-4, 275-287.
- Orsi G., Cuna L., De Astis G., de Vita S., Di Vito M.A., Isaia R., Nave R., Pappalardo L., Piochi M., Postiglione C., Sansivero F., 2001 – *I Vulcani Napoletani: Pericolosità e Rischio*, Osservatorio Vesuviano, 1-49.
- Pingue F., De Martino P., Obrizzo F., Serio C., Tammaru U., 2006 – *Stima del campo di spostamento ai Campi Flegrei da dati CGPS e di livellazione di precisione nel periodo*

maggio 2004 – marzo 2006, Open File Report INGV, 1-16, <https://www.ov.ingv.it/ov/doc/ofr06005.pdf>.

- Pyle D. M., 2015 – *Syzes of volcanic eruptions*, in Sigurdson H., *The Encyclopedia of Volcanoes*, Academic Press, 257-263.
- Regione Campania - Protezione Civile, Presidenza del Consiglio dei ministri - Dipartimento della Protezione Civile, 2024 – *Conoscere la caldera. Bradisismo, emissioni di gas e possibili eruzioni vulcaniche*, Grafica Metelliana, 1-28.
- Sansivero F., Vilardo G., De Martino P., Chiodini G., 2011 – *Analysis of temperature time series from thermal IR continuous monitoring network (TIIMNET) at Campi Flegrei caldera in the period 2004-2011*, Report INGV, 182-185, <https://www.earth-prints.org/server/api/core/bitstreams/f5e961b9-db51-4e2d-9569-cd9bf76d5db1/content>.
- Sansivero F., Vilardo G., De Martino P., Augusti V., Chiodini G., 2012 – *Campi Flegrei volcanic surveillance by thermal IR continuous monitoring*, 11th International Conference on Quantitative InfraRed Thermography, 1-7, <https://www.earth-prints.org/server/api/core/bitstreams/ede635b8-89bb-433c-a0aa-6373a8cff47b/content>.
- Scafetta N., Lima A., Milia A., Spera F., Bodnar J. R., De Vivo B., Daniele L., 2026 – *Rainwater accumulation model related to tectono-stratigraphic assessment for bradyseism at Campi Flegrei, Italy*, *Geoscience Frontiers*, Vol.17, 1-19.
- Scarpati C., Perrotta A., Lepore S., Calvert A., 2012 – *Eruptive history of Neapolitan volcanoes: constraints from ^{40}Ar - ^{39}Ar dating*, *Geological Magazine*, Vol.150, No.3, 412-425.
- Silleni A., Giordano G., Isaia R., Ort H.M., 2020 – *The Magnitude of the 39.8 ka Campanian Ignimbrite Eruption, Italy: Method, Uncertainties and Errors*, *Frontiers in Earth Science*, Vol.8, No.543399, 1-22.
- Sparice D., Pelullo C., de Vita S., Arienzo V., Petrosino P., Mormone A., Di Vincenzo G., Marfè B., Cariddi B., De Lucia M., Vertechì E., d'Oriano C., Del Carlo P., Di Roberto A., Giaccio B., Zanchetta G., Di Vito M. A., 2024 – *The pre-Campi Flegrei caldera (>40 ka)*

explosive volcanic record in the Neapolitan Volcanic Area: New insights from a scientific drilling north of Naples, southern Italy, Journal of Volcanology and Geothermal Research, Vol.455, No.108209, 1-25.

- Trasatti E., Magri C., Acocella V., Del Gaudio C., Ricco C., Di Vito M. A., 2023 – *Magma Transfer at Campi Flegrei Caldera (Italy) After the 1538 AD Eruption*, Geophysical Research Letters, Vol.50, 1-9.
- Troiano A., Isaia R., Di Giuseppe M.G., Tramparulo F. D. A., Vitale S., 2019 – *Deep Electrical Resistivity Tomography for a 3D picture of the most active sector of Campi Flegrei caldera*, Scientific Reports, Vol.9., No.15124, 1-10.
- Utsu T., 2002 – *Statistical Features of Seismicity*, in Lee W. H. K., Kanamori H., Jennings P. C., Kisslinger C., *International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology*, International Geophysics, Volume 81, Part A, 719-732.

SITOGRAFIA

- Archivio dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza Galileo (<https://www2.museogalileo.it/it/biblioteca-e-istituto-di-ricerca/biblioteca-digitale/collezioni-tematiche/749-congressi-degli-scientziati-italiani.html>).
- Archivio Stampa INGV (<https://archiviostampa.ingv.it/>).
- Banca dati GOSSIP (<https://terremoti.ov.ingv.it/gossip/>).
- Blog del Dipartimento INGVterremoti (<https://ingvterremoti.com/>).
- Blog del Dipartimento INGVvulcani (<https://ingvvulcani.com/>).
- Canale Youtube INGVpress (https://www.youtube.com/@INGV_press).
- Canale Youtube INGVvulcani (<https://www.youtube.com/@INGVvulcani>).
- Esercitazione “ExeFlegrei19” (<https://www.protezionecivile.gov.it/it/approfondimento/esercitazione-flegrei-2019/>).
- GOSSIP INGV (<https://terremoti.ov.ingv.it/gossip/>).

- Microzonazione sismica (<https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/suolo-e-territorio/microzonazione-sismica-ms>).
- Pagina web della Protezione Civile dedicata ai Campi Flegrei (<https://rischi.protezionecivile.gov.it/it/vulcanico/vulcani-italia/campi-flegrei/>).
- Pagina web della Regione Campania dedicata ai Campi Flegrei (<https://regione.campania.it/campi-flegrei>).
- Pianificazione nazionale di emergenza per il rischio vulcanico per i Campi Flegrei (<https://rischi.protezionecivile.gov.it/it/vulcanico/vulcani-italia/campi-flegrei/la-pianificazione-nazionale-di-emergenza-il-rischio-vulcanico-i-campi-flegrei/>)
- Portale Earth – prints (<https://www.earth-prints.org/handle/2122/51>).
- Profilo Bluesky INGVpress (<https://bsky.app/profile/ingv-press.bsky.social>).
- Profilo Bluesky INGVterremoti (<https://bsky.app/profile/ingvterremoti.bsky.social>).
- Profilo Bluesky INGVvulcani (<https://bsky.app/profile/ingvvulcani.bsky.social>).
- Profilo Facebook INGVpress (<https://www.facebook.com/INGVpress/>).
- Profilo Facebook INGVterremoti (https://www.facebook.com/p/INGVterremoti-100064312406420/?locale=it_IT).
- Profilo Facebook INGVvulcani (https://www.facebook.com/ingvvulcani/?locale=it_IT).
- Profilo Instagram INGVpress (https://www.instagram.com/ingv_press/).
- Profilo Instagram INGVterremoti (<https://www.instagram.com/ingvterremoti/>).
- Profilo Instagram INGVvulcani (<https://www.instagram.com/ingvvulcani/>).
- Profilo X INGVpress (https://x.com/INGV_press).
- Profilo X INGVterremoti (<https://x.com/INGVterremoti>).
- Profilo X INGVvulcani (<https://x.com/INGVvulcani>).
- Progetto MEDUSA (<http://medusa.ingv.it/index.php>).

- Public Engagement e Terza Missione (<https://www.unimore.it/it/terza-missione/public-engagement>).
- Rassegna Stampa Consiglio Nazionale dei Geologi (<https://www.cngeologi.it/2023/11/13/rassegna-stampa-4/>).
- Sito web dedicato al bradisismo flegreo dell'associazione Lux in Fabula (<https://bradisismoflegreo.wordpress.com/>).
- Sito web del Deep Drilling Project dei Campi Flegrei (<https://www.icdp-online.org/projects/by-continent/europe/cfddp-italy/>).
- Sito web INGV (<https://www.ingv.it/>).
- Sito web INGV Osservatorio Vesuviano (<https://www.ov.ingv.it/>).

APPENDICE A

(APPROFONDIMENTI)

INDICE VEI

Nota: Le seguenti informazioni sull'indice VEI sono tratte dal capitolo di Pyle D. M. nel volume *The Encyclopedia of Volcanoes* (2015).

Esistono molti modi diversi per misurare e quantificare la “dimensione” di un'eruzione. Le due grandezze principali più ampiamente utilizzate per definire la scala di un'eruzione sono la magnitudo, ovvero la massa di materiale eruttato, e l'intensità, ovvero la massa eruttata per unità di tempo. Queste due grandezze possono essere determinate con diversi gradi di precisione sia per le eruzioni moderne che per quelle antiche, e sia per le eruzioni di tipo effusivo che per quelle di tipo esplosivo. In particolare, la massa di magma espulsa durante un'eruzione, le quantità di gas rilasciate e il flusso eruttivo variano di molti ordini di grandezza, di conseguenza, sono necessarie scale logaritmiche per classificare le dimensioni delle eruzioni vulcaniche, in modo molto simile a come la scala di magnitudo di Gutenberg-Richter viene utilizzata per i terremoti.

Il VEI, nella sua definizione originaria, utilizza proprio una scala numerica da 0 a 8 (tab.1) per descrivere in linea di massima il volume eruttato e l'altezza del pennacchio eruttivo. Per esempio, un'eruzione di VEI 4 si colloca negli eventi con un volume complessivo di $0,1 \times 10^3 \text{ km}^3$ di tefra eiettato e un'altezza della colonna eruttiva compresa tra 10 e 25 km. Nonostante la sua grande diffusione nella comunità scientifica e la sua utilità, presenta dei limiti evidenti, per esempio le eruzioni effusive, che sono prevalentemente non esplosive e pertanto ricevono una classificazione predefinita pari a 0 o 1, oppure eruzioni di entità molto ridotta che oggi possono essere regolarmente rilevate e analizzate utilizzando moderne tecniche di monitoraggio, tra cui gli infrasuoni e le riprese video ad alta velocità. Inoltre, la scala VEI non è facilmente applicabile alle eruzioni di lunga durata o intermittenti, in cui la classificazione di un evento basata sul volume totale eruttato potrebbe differire da quella basata sull'esplosività di una singola fase eruttiva. Per questo motivo negli ultimi anni i vulcanologi hanno ideato nuovi strumenti di confronto delle eruzioni per estendere il VEI, come la magnitudo (indice logaritmico della

massa totale eruttata) e l'intensità (indice logaritmico del tasso eruttivo), più sensibili ai diversi tipi di eruzioni che il VEI originario non riesce a quantificare con precisione.

MAGNITUDO DURATA

Nota: Le seguenti informazioni e l'immagine sulla magnitudo durata sono tratte dal post blog INGVvulcani di Mario Castellano e Patrizia Ricciolino (06/11/2024).

La magnitudo durata (M_d), utilizzata per la prima volta in California nel 1972, è definita in base alla durata strumentale di un terremoto, confrontando l'ampiezza del segnale sismico prima dell'inizio dell'evento (cosiddetto "rumore di fondo") e quella della "coda" del sismogramma: il punto della coda in cui l'ampiezza torna equivalente a quella prima dell'inizio dell'evento definisce la durata (fig.A).

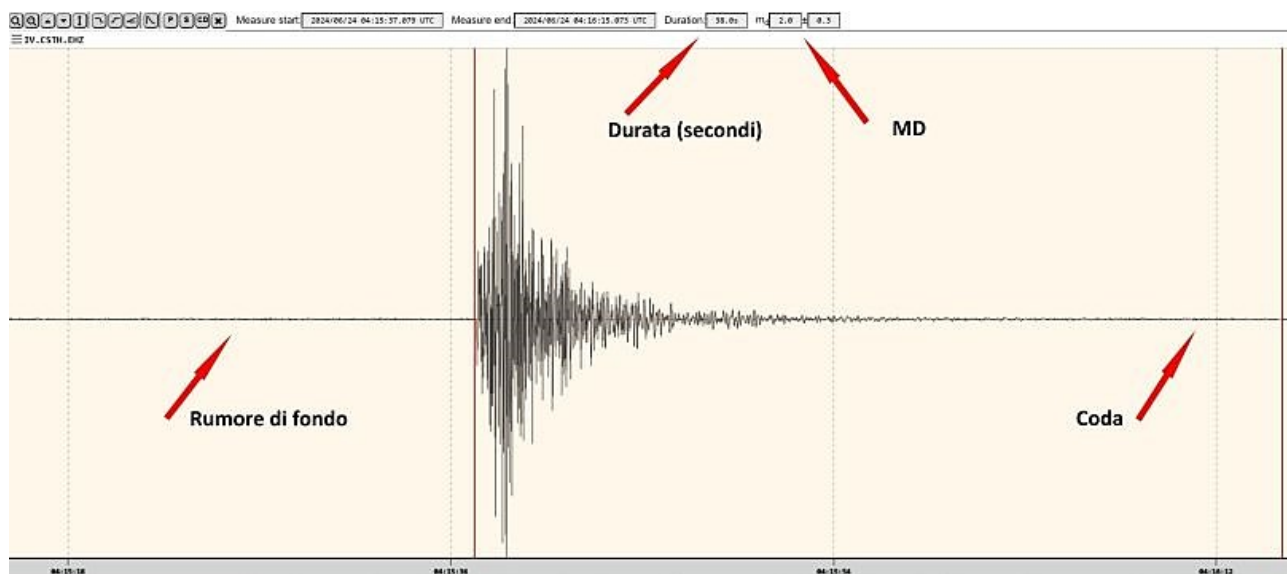


Fig.A: Esempio di stima della magnitudo durata per un evento sismico avvenuto ai Campi Flegrei (Castellano et al., post blog INGVvulcani, 06/11/2024).

Viene utilizzata nel contesto dei Campi Flegrei al posto di altre tipologie di magnitudo, in particolare quella più nota, ossia la magnitudo Richter (detta anche magnitudo locale, M_L) per diversi motivi. In primo luogo, a causa della vicinanza fra le numerose stazioni sismiche e gli eventi sismici (inferiore a 10 km), la magnitudo locale non è definibile, basandosi sull'ampiezza

delle onde sismiche registrate dai sismografi a distanze comprese fra 10 e 600 km dall'epicentro. Inoltre, la magnitudo durata è solitamente utilizzata in aree con alta sismicità superficiale e localizzata (sia nella distribuzione epicentrale che ipocentrale), caratterizzata da eventi con bassissima energia, condizioni che si presentano nella caldera flegrea. Presenta comunque un certo grado di incertezza (0.3), così come le altre tipologie di stime della magnitudo, e nel tempo sono stati implementati specifici software che permettono di distinguere con maggiore chiarezza i singoli eventi, specialmente in caso di sciame sismici (infatti durante l'accadimento di terremoti vicini nel tempo i segnali si sovrappongono, aumentando la complessità dell'analisi).

Le altre tipologie di magnitudo, come quella locale o momento (M_w), che si basa sull'analisi delle forme d'onda dei sismogrammi, vengono comunque utilizzate ma più raramente, in particolare nel caso di terremoti più energetici o più duraturi nel tempo, condizioni che spesso non avvengono nella zona dei Campi Flegrei. Per questo la magnitudo durata è stata preferita e ufficialmente formalizzata come magnitudo ufficiale anche nelle comunicazioni fra l'INGV e il Dipartimento di Protezione Civile.

APPENDICE B

(MATERIALE UTILIZZATO PER L'ANALISI E LE RICERCHE)

BOLLETTINI DI SORVEGLIANZA DEI CAMPI FLEGREI (OSSERVATORIO VESUVIANO)

Nota: I seguenti Bollettini sono tutti liberamente consultabili e scaricabili dal sito web dell'Osservatorio Vesuviano al seguente link: <https://www.ov.ingv.it/index.php/monitoraggio-e-infrastrutture/bollettini-tutti>.

2012

- Bollettini settimanali del 21 e 28 dicembre.
- Bollettini unificati dei Vulcani Campani di luglio e dicembre.

2013

- Bollettino settimanale dell'8 gennaio 2013.
- Bollettino unificato dei Vulcani Campani del gennaio 2013.

2015

- Bollettino settimanale del 13 ottobre 2015.

2018

- Bollettini mensili di marzo e settembre.
- Bollettino settimanali del 2018 (13 marzo e 25 settembre).

2019

- Bollettino mensile di dicembre.
- Bollettini settimanali dell'8 ottobre e 20 dicembre.
- Report monitoraggio dei Vulcani Campani (I e II semestre).

- Bollettino web riassuntivo di dicembre.

2023

- Bollettini mensili di settembre e ottobre.
- Bollettini settimanali del 3 e 10 ottobre.
- Report monitoraggio dei Vulcani Campani.

2024

- Bollettini mensili di maggio e luglio.
- Bollettini settimanali del 28 maggio e 30 luglio.
- Report monitoraggio dei Vulcani Campani.

2025

- Bollettini mensili di marzo, maggio, giugno e dicembre.
- Bollettini settimanali del 18 marzo, 20 maggio, 1 e 22 luglio, 9 settembre.

2026

- Bollettino web riassuntivo del febbraio 2026.
- Bollettino settimanale dell'14 aprile 2026.

COMUNICATI STAMPA E NEWS INGV

- *Nuova interpretazione del bradisismo dei Campi Flegrei, 30/05/2018.*
- *INGV, un nuovo modello per il sistema magmatico dei Campi Flegrei, 15/11/2018.*
- *INGV, un nuovo studio ricostruisce in 3D la struttura sepolta dei Campi Flegrei, 29/10/2019.*

- *Monitoraggio dei Campi Flegrei: i dati delle variazioni nella caldera dallo studio del tremore sismico delle fumarole, 22/11/2019.*
- *La scossa di Magnitudo 2.8 del 6 dicembre ai Campi Flegrei e lo sciame sismico associato, 06/12/2019.*
- *Comunicazione del Direttore del 27.09.2023, aggiornamento di fine sciame sismico ai Campi Flegrei, ore 19:00.*
- *Obiettivo Campi Flegrei - una pagina tematica dedicata allo stato del vulcano, 29/11/2023.*
- *CAMPI FLEGREI | Precisazioni su Magnitudo durata (Md) dell'evento sismico del 18 maggio 2024 delle ore 06:30:55 (ora locale).*
- *VULCANI CAMPANI | Un nuovo servizio web per gli eventi sismici di maggiore energia, 18/09/2024.*
- *CAMPI FLEGREI | Dalla sismicità nuove informazioni sulla crisi bradisismica in corso, 08/10/2024.*
- *CAMPI FLEGREI | Approfondimento sullo sciame sismico del 5 giugno 2025, 07/06/2025.*
- *CAMPI FLEGREI | Chiarimenti su notizie errate diffuse a mezzo stampa, 03/07/2025.*

MATERIALE VIDEO

- Dipartimento della Protezione Civile, 25/06/2024 – *Eruzioni vulcaniche e bradisismo: la risposta di protezione civile – Bradisismo Campi Flegrei 2024* (<https://www.youtube.com/watch?v=f1yJjfoUsv4&list=PLvlgLSRODUVaRII1OGRTX8h9YU22CHdbk&index=13>).
- Fanpage.it, 18/06/2018 – *Terremoto a Pozzuoli, l'esperto: "Non è risalita di magma, ma ci saranno altre scosse"* (<https://www.youtube.com/watch?v=h95D68gbQWw&list=PLvlgLSRODUVaRII1OGRTX8h9YU22CHdbk&index=9>).

- Freebacoli, 16/01/2013 – *Bradisismo e piani di evacuazione - Intervista a Luongo*
(https://www.youtube.com/watch?v=-1CPWTMvA_U&list=PLvlgLSRODUVaRII1OGRTX8h9YU22CHdbk&index=2).
- Rai News, 30/06/2025 – *Terremoto 4.6 a Napoli. INGV: ‘Sollevamento della crosta di 1.5 cm al mese’*
(<https://www.youtube.com/watch?v=1CGJQMQuiurQ&list=PLvlgLSRODUVaRII1OGRTX8h9YU22CHdbk&index=11>).
- TG1, 02/01/2012 – *Bradisismo a Pozzuoli*
(<https://www.youtube.com/watch?v=DIBBVQfp1Ug&list=PLvlgLSRODUVaRII1OGRTX8h9YU22CHdbk&index=3>).
- TGR Campania, 18/09/2018 – *Intervista all'esperta sul lieve terremoto dei Campi Flegrei*
(<https://www.youtube.com/watch?v=SpUHMw0KSDg&list=PLvlgLSRODUVaRII1OGRTX8h9YU22CHdbk&index=11>).
- TGR Campania, 18/11/2025 – *Campi Flegrei, comunità scientifica a confronto sul rischio vulcanico* (<https://www.rainews.it/tgr/campania/video/2025/11/comunita-scientifica-a-confronto-sul-rischio-vulcanico-bei-camapi-flegrei--7094303a-c6c0-4db3-ba8e-c84df8e07358.html>).

NEWSLETTER INGV

- Marzo 2019, n.2 - *L'editoriale*, Doglioni C.
- Maggio 2019, n.3 – *L'editoriale*, Doglioni C.
- Giugno 2019, n.4 - *L'editoriale*, Doglioni C.

POST BLOG INGV

Blog INGVterremoti

- *Sciame sismico ai Campi Flegrei, 18 agosto 2023.*

- *Aggiornamento sullo sciame sismico ai Campi Flegrei, 18 agosto 2023.*
- *Sciame sismico ai Campi Flegrei, 27 settembre 2023, aggiornamento ore 06.30.*
- *Sciame sismico ai Campi Flegrei, 20 maggio 2024: comunicati di aggiornamento.*
- *Evento sismico Md 4.0 nell'area dei Campi Flegrei, 26 luglio 2024.*
- *Campi Flegrei: aggiornamento della magnitudo Md del terremoto del 13 marzo 2025.*
- *Terremoto del 30 giugno 2025 ai Campi Flegrei, 01/07/2025.*
- *Evento sismico ai Campi Flegrei, Md 4.0, 18 luglio 2025.*
- *Evento sismico ai Campi Flegrei, Md 4.0, e comunicato di sciame: 01 settembre 2025.*

Blog INGVvulcani

- *Castellano M., Ricciolino P., 06/11/2024 – Il calcolo della Magnitudo Durata per i terremoti dei vulcani campani.*
- *Castellano M., 03/02/2025 – Gli sciame sismici ai Campi Flegrei.... Questi (s)conosciuti.*
- *De Lucia M., 07/08/2018 – Il monitoraggio accessibile. La rappresentazione grafica dei bollettini mensili dei Campi Flegrei.*
- *Di Vito M., Bianco F., Doglioni C., 09/09/2023 – L'origine degli sciame sismici ai Campi Flegrei. Aggiornamento.*
- *Di Vito M. et al., 13/09/2023 – Le reti di monitoraggio dell'INGV-Osservatorio Vesuviano ai Campi Flegrei.*
- *Giudicepietro F., Ricciolino P., Tramelli A., 11/06/2019 – La sismicità dei Campi Flegrei.*
- *Giudicepietro F., Chiodini G., Caliro S., De Cesare W., Esposito A. M., Galluzzo D., Lo Bascio D., Macedonio G., Orazi M., Ricciolino P., Vandemeulebrouck J., 24/01/2020 – Il tremore fumarolico di Pisciarelli e lo stato di attività dell'area vulcanica dei Campi Flegrei.*

- Guardato S., Donnarumma G. P., Iannaccone G., 25/09/2018 – *Una MEDUSA per esplorare la parte sommersa dei Campi Flegrei.*
- Mattia M., Bruno V., Bonforte A., Di Martino P., Dolce M., 20/06/2024 – *Il monitoraggio GNSS dei vulcani italiani.*
- Minopoli C., Pappalardo L., Caliro S., Avino R., Orazi M., 24/05/2024 – *Una nuova infrastruttura per il monitoraggio sottomarino della caldera dei Campi Flegrei.*
- Peluso R., De Lucia M., Di Filippo A., Cirillo F., Martino C., 26/03/2021 – *Le banche dati sismologiche dell'Osservatorio Vesuviano.*
- *Comunicato fine sciame sismico Campi Flegrei, 14 aprile 2024, ore 20:57.*
- *I dati di monitoraggio e sorveglianza nel vulcano dei Campi Flegrei – INGV Osservatorio Vesuviano, 16/05/2024.*
- *CAMPI FLEGREI | Sciame sismico del 20 maggio 2024, 21/05/2024.*
- *Sciame sismico ai Campi Flegrei: comunicato di aggiornamento n.9 del 17 febbraio 2025, ore 14.08.*
- *Campi Flegrei: il terremoto di Md 4.4 del 13 marzo 2025 e lo stato della caldera, 13/03/2025.*

POST SOCIAL INGV

Facebook

- INGVpress, 17/09/2023 – News ricerca pubblicata.
- INGVpress, 27/09/2023 – Aggiornamento sciame sismico.
- INGVterremoti, 13/03/2025 – Aggiornamenti sciame sismico.
- INGVvulcani, 12/11/2019 – Pubblicazione del bollettino settimanale.
- INGVvulcani, 10/12/2019 – Pubblicazione del bollettino settimanale.

- INGVvulcani, 10/01/2020 - Pubblicazione del bollettino web riassuntivo.
- INGVvulcani, 03/10/2023 – Comunicato di fine sciame sismico.

Instagram

- INGVterremoti, 31/08/2025 – Comunicato evento sismico.
- INGVvulcani, 05/05/2020 – Prima pubblicazione del bollettino settimanale.
- INGVvulcani, 03/10/2023 – Aggiornamento sciame sismico.
- INGVvulcani, 20/05/2024 – 2 aggiornamenti sciame sismico.
- INGVvulcani, 12/03/2025 – Comunicato evento sismico.
- INGVvulcani, 30/06/2025 – Annuncio conferenza INGV.
- INGVvulcani, 01/09/2025 – Mappa scuotimento sismico e comunicato evento sismico.
- INGVvulcani, 24/03/2026 – Pubblicazione del bollettino settimanale.

X

- INGVterremoti, 13/03/2025 – 3 aggiornamenti sciame sismico.
- INGVvulcani, 15/03/2025 – Aggiornamento sciame sismico.

YouTube

- *La Sala di Monitoraggio dell'Osservatorio Vesuviano*, 24/09/2021, INGVvulcani.
- *MEDUSA: misure innovative di deformazione fondo-mare della caldera vulcanica dei Campi Flegrei*, 15/12/2021, INGVvulcani.
- *Il respiro della caldera la deformazione poroelastica ai Campi Flegrei*, 17/03/2022, INGVpress.
- *TGweb GEOSCIENZE News - CAMPI FLEGREI | Il punto sul bradisismo (31 marzo 2022)* INGVpress.
- *Le sale operative dell'INGV*, 22/04/2022, INGVvulcani.

- *Il degassamento magmatico ai Campi Flegrei nelle crisi bradisismiche recenti*, 19/05/2022, INGVpress.
- *The seismicity of Campi Flegrei*, 19/01/2023, INGVpress.
- *Il bradisismo ai Campi Flegrei: dinamica di un horst vulcano tettonico*, 11/03/2024, INGVpress.
- *L'attività della caldera dei Campi Flegrei negli ultimi 500 anni attraverso i dati di deformazione*, 13/12/2024, INGVpress.
- *Imaging e ricostruzione delle strutture profonde della caldera dei Campi Flegrei*, 16/05/2025, INGV.

RASSEGNA STAMPA

Nota: Se i link dei singoli articoli e comunicati giornalistici non sono indicati essi sono liberamente consultabili in formato .jpeg nell'Archivio Stampa dell'INGV per il periodo 2005-2006, mentre per i periodi successivi nella Rassegna Stampa del Consiglio Nazionale dei Geologi (link in sitografia). I report ufficiali sono invece riportati in bibliografia.

- L'Arena, 18/06/2006 – *Italiani controllori dei vulcani cattivi*, Piancatelli U., foglio 1, pag.58.
- Corriere del Mezzogiorno Napoli e Campania, 08/10/2015 – *La Protezione Civile: “Il piano di evacuazione? Usiamo quello del Vesuvio”*, Agrippa A., pag.3-4.
- Corriere del Mezzogiorno Napoli e Campania, 21/09/2019 – *Pozzuoli, le scosse e l'incubo dell'83. “Come facciamo a non aver paura?”*, Franco C., fogli 1 e 2, pag.1-2.
- Corriere della Sera, 28/08/2006 – *Una rete controlla i vulcani. Satelliti puntati sull'Italia*, Martin F. F., pag.24.
- Cronache di Napoli, 13/03/2018 – *La terra trema, paura a Pozzuoli*, Urciuoli I., pag.20.

- Fanpage, 03/07/2025 – *Campi Flegrei, il presidente INGV Florindo: “Rischio terremoti di magnitudo 5.5 ed esplosioni freatiche”*, Frattasi P., notizia web (<https://www.fanpage.it/napoli/campi-flegrei-il-presidente-ingv-florindo-possibili-terremoti-fino-a-magnitudo-5-5-rischio-esplosioni-freatiche/>).
- Il Denaro, Nutini G., 26/02/2005 – *Il guardiano del Vesuvio e dei Campi Flegrei*, , fogli 1 e 2, pag.67.
- Il Mattino, 12/11/2006 – *Sonda di 4 km sotto i Campi Flegrei*, Mancusi F.
- Il Mattino Napoli, 13/03/2018 – *“Nessuna anomalia, ma nell’area necessario il monitoraggio costante”*, Capone M., pag.31-33.
- Il Mattino Napoli, 22/03/2018 – *Campi Flegrei, da luglio il bradisismo si nota di più*, Guardascione P., pag.34-35.
- Il Mattino Napoli, 31/05/2018 – *Così il gas alza la terra flegrea*, Capone M., pag.15-16.
- Il Mattino Napoli, 16/11/2018 – *Campi Flegrei, nuovo studio sui rischi “Eruzione catastrofica tra 20 mila anni”*, Capone M., fogli 1 e 2, pag.25-26.
- Il Mattino Napoli, 19/09/2018 – *Campi Flegrei, trema la terra: è panico*, Guardascione P.
- Il Mattino Napoli, 06/10/2019 – *Il bradisismo. Tremano i Campi Flegrei “Ma non c’è emergenza”*, Guardascione P., pag.35-36.
- Il Venerdì di Repubblica, 15/12/2006 – *E Napoli scaldereà l’acqua con le rocce dell’ “Inferno”*, Sartini R., No.977/978, pag.121/122.
- La Stampa, 20/05/2024 – *Terremoto ai Campi Flegrei, 150 scosse in poche ore e la più forte degli ultimi 40 anni. Domani vertice Meloni-ministri*, Leo U., notizia web (<https://www.lastampa.it/cronaca/2024/05/20/news/scossa-di-terremoto-avvertita-a-napoli-nuovo-sciame-sismico-ai-campi-flegrei-14319729/>).
- La Stampa, 26/07/2024 – *Forte scossa di terremoto a Napoli, avvertita anche nel centro storico. Cede un costone di roccia a Bacoli*, notizia web

(https://www.lastampa.it/cronaca/2024/07/26/news/terremoto_napoli_campi_flegrei-14507651/).

- La Stampa, 13/05/2025 – *Terremoto 4.4 ai Campi Flegrei. Gli esperti: “Attese altre scosse”*. *Evacuate scuole e università*, notizia web (https://www.lastampa.it/cronaca/2025/05/13/news/napoli_terremoto_oggi-15144651/).
- La Stampa, 30/06/2025 – *Scossa di terremoto 4.6 a Napoli: è la più forte da 40 anni. Cede un costone a Bacoli. Stop ai treni*, notizia web (https://www.lastampa.it/cronaca/2025/06/30/news/terremoto_napoli_oggi_campi_flegrei_magnitudo-15212638/).
- Metropolitano, 13/03/2025 – *Terremoto Napoli: scossa alle 1.25, panico e danni ai Campi Flegrei*, Minazzi A., notizia web (<https://www.metropolitano.it/terremoto-napoli-scossa-alle-1-25-panico-e-danni-ai-campi-flegrei/>).
- Open, 3/10/2023 – *Napoli, terremoto ai Campi Flegrei, la gente in strada dopo la scossa: «Lo sciame sismico continuerà»*.
- Pozzuoli magazine, 12/01/2013 – *Nuova ondata di bradisismo? Nessun pericolo, parola del Professor Luongo*, Del Core C., <https://bradisismoflegreo.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/07/luongo.pdf>.
- Rai News, 13/03/2025 – *Scossa da 4,4 ai Campi Flegrei, paura a Napoli. Crollo a Pozzuoli, una persona in salvo*, notizia web (<https://www.rainews.it/articoli/2025/03/forte-scossa-in-campania-paura-a-napoli-37dca810-713b-459e-bb0b-9ef5ab31ef20.html>).
- Repubblica, 12/11/2006 – *Laboratorio Campi Flegrei scienziati a caccia di energia*, Cervasio S., pag.19.
- Repubblica, 03/10/2023 – *Campi Flegrei, allo studio piano di esodo della popolazione. Musumeci: “A breve decreto in Cdm”. L’Ingv: “Incremento della crisi bradisismica”*.

- Repubblica Napoli, 12/09/2017 – *Tragedia alla Solfatara di Pozzuoli: famiglia muore in un cratere per salvare il figlio*, De Arcangelis I., De Rosa A. L., Di Costanzo A., Cervasio S., (https://napoli.repubblica.it/cronaca/2017/09/12/news/pozzuoli_frana_morti-175273548/).
- Repubblica Napoli, 30/10/2019 – *Ricostruiti in 3D i segreti sepolti del super vulcano dei campi Flegrei*, Raicaldo P.
- Repubblica Napoli, 13/05/2025 – *Terremoto di magnitudo 4,4 ai Campi Flegrei, il ministro Musumeci: “Dichiarare lo stato d’emergenza”*, notizia web (https://napoli.repubblica.it/cronaca/2025/05/13/news/terremoto_napoli_campi_flegrei_oggi_magnitudo_scossa-424184290/).
- Repubblica Napoli, 18/07/2025 – *Terremoto a Napoli e ai Campi Flegrei: magnitudo 4*, Rainaldo P., notizia web (https://napoli.repubblica.it/cronaca/2025/07/18/news/terremoto_napoli_campi_flegrei_oggi_scossa_magnitudo-424738284/).
- Segni Flegrei, ottobre 2012 – *Luongo: “Bradismo no problem, ma...”*, Biondi C., pag.2, <https://bradismoflegreo.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/07/no-problem.pdf>.
- Sky TG24, 13/03/2025 – *Terremoto Napoli, cosa succede ai Campi Flegrei? Domande e risposte*, notizia web (<https://tg24.sky.it/cronaca/2025/03/13/napoli-terremoto-campi-flegrei-cosa-succede>).

Comunicati Adnkronos:

- 13/11/2006 – *Vulcani: INGV, allo studio interazione fra magma e sistema geotermale attraverso osservazione diretta della crosta terrestre.*

Comunicati ANSA:

- 13/11/2006 – *Campi Flegrei: Kilburn, rischio eruzione tra 10 e 50 anni.*
- 13/11/2006 ore 20:08 – *Campi Flegrei: Macedonio, eruzione? No fondamento scientifico.*

- 13/11/2006 ore 20:11 – *Campi Flegrei: eruzione entro 50 anni? Scienziati divisi. INGV annuncia progetto per esplorazione profonda.*