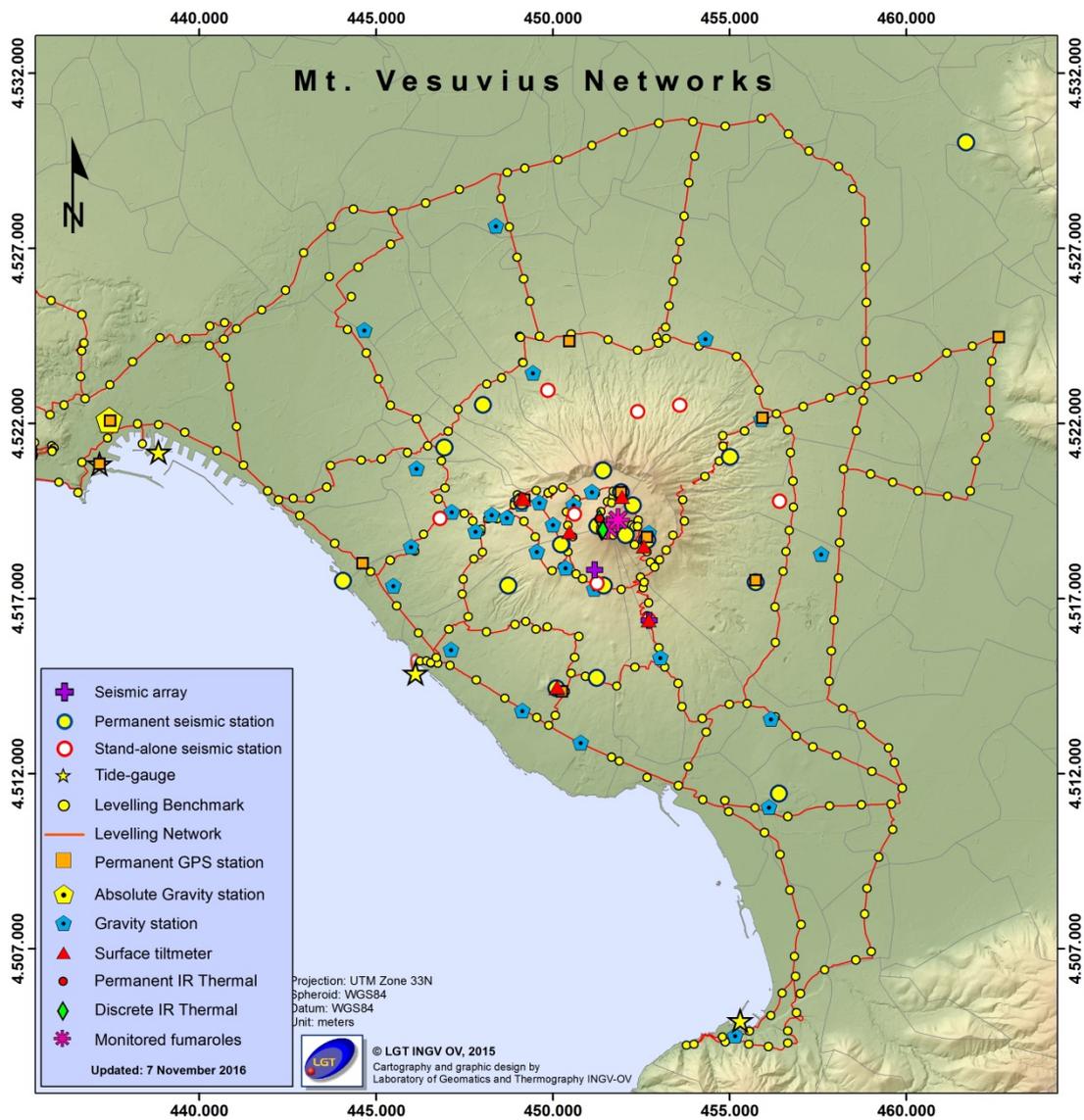




Bollettino di Sorveglianza

VESUVIO

DICEMBRE 2017



VESUVIO

1 - Sismicità

Nel corso del mese di dicembre 2017 al Vesuvio sono stati registrati 112 terremoti (Fig. 1.1). La magnitudo massima è stata pari a 1.6 (evento del 27/12 alle 21:42 UTC).

E' stato possibile determinare l'ipocentro di 69 degli eventi registrati. Le localizzazioni sono mostrate in Fig. 1.2.

34 terremoti, con $-0.7 \leq M_d \leq 0.9$, sono stati registrati durante un breve sciame sismico iniziato alle 06:13 UTC del 31/12 e durato circa 2h.

Non si evidenziano trend significativi nei parametri sismologici (Fig. 1.2, 1.3, 1.4, 1.5).

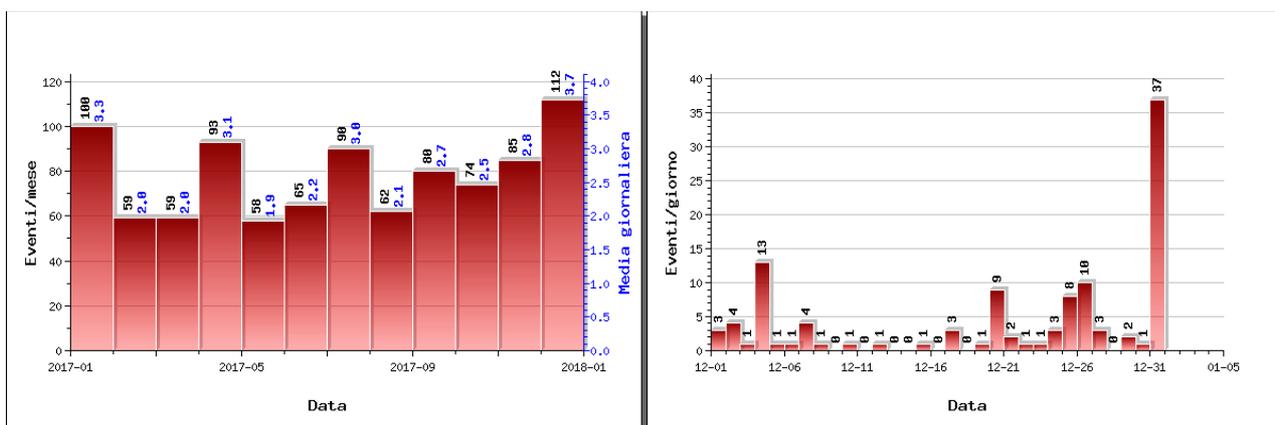


Figura 1.1 - A sinistra il numero di eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (in totale 937), mentre a destra quelli avvenuti nell'ultimo mese (in totale 112).

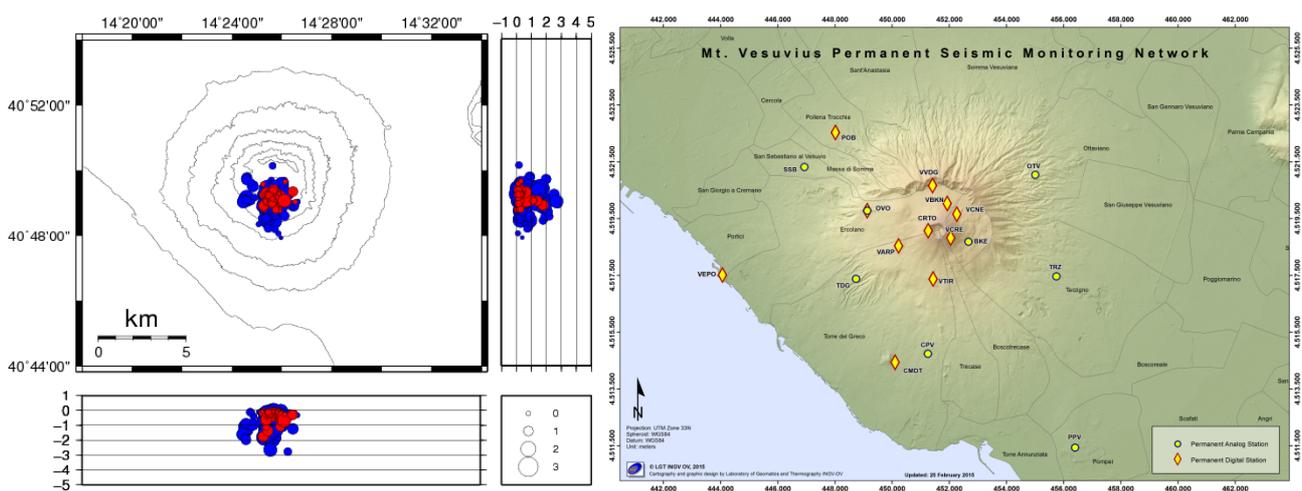


Figura 1.2 - Localizzazioni ipocentrali al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (in blu) e dell'ultimo mese (in rosso). La dimensione dei simboli è proporzionale alla magnitudo, come indicato nel riquadro in basso. A destra è mostrata la mappa della Rete Sismica Permanente del Vesuvio.

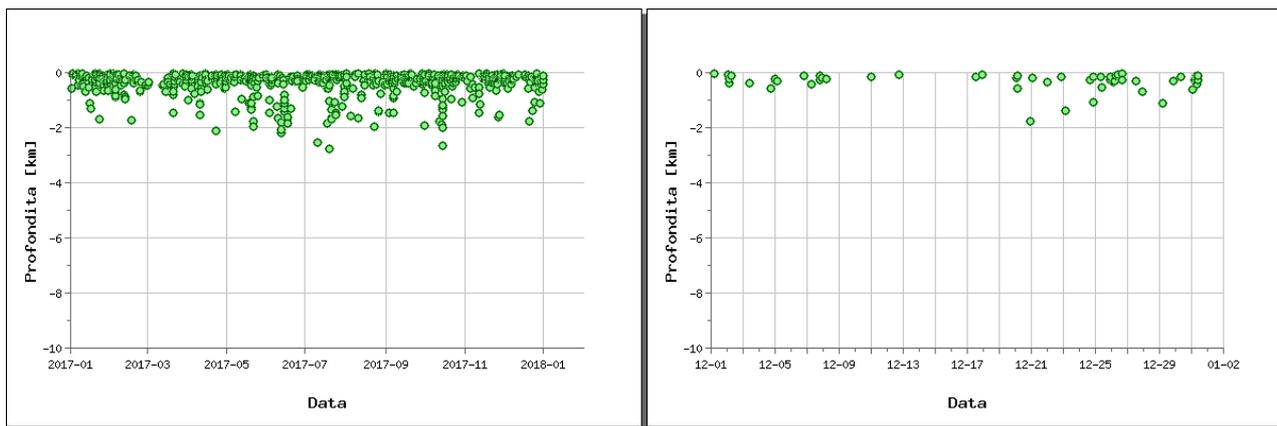


Figura 1.3 - Profondità ipocentrali degli eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

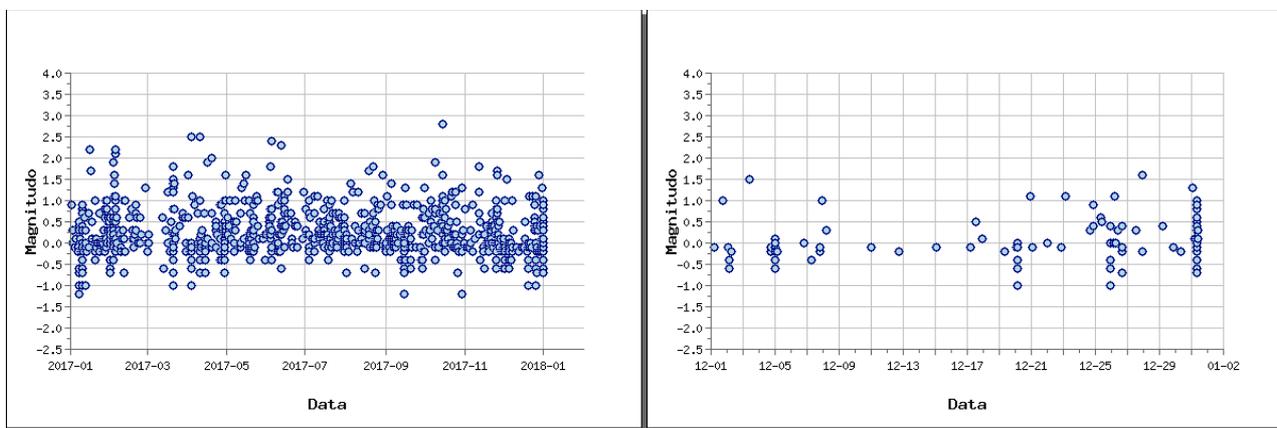


Figura 1.4 - Magnitudo degli eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

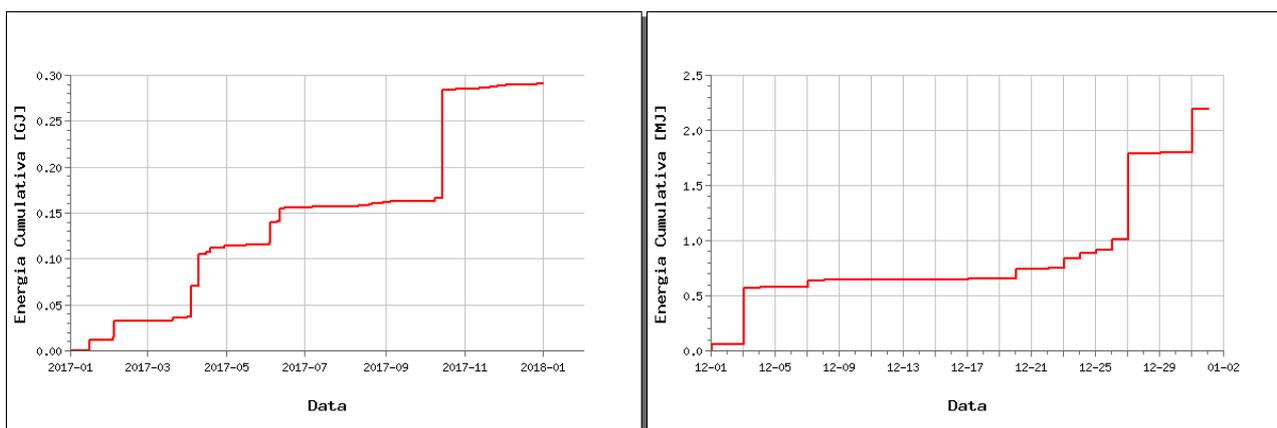


Figura 1.5 - Rilascio cumulativo di energia sismica al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

2 - Deformazioni del Suolo

GPS

In Figura 2.1 è mostrata la Rete GPS Permanente operativa al Vesuvio con 8 stazioni ubicate sulla struttura vulcanica.

Non si evidenziano deformazioni del suolo imputabili a fenomeni vulcanici. In Figura 2.2 viene riportata la serie temporale delle variazioni in quota della stazione GPS di BKNO (Bunker Nord) da cui si evidenzia la lieve subsidenza verosimilmente dovuta a processi di compattazione e/o scivolamento di terreni poco coerenti.

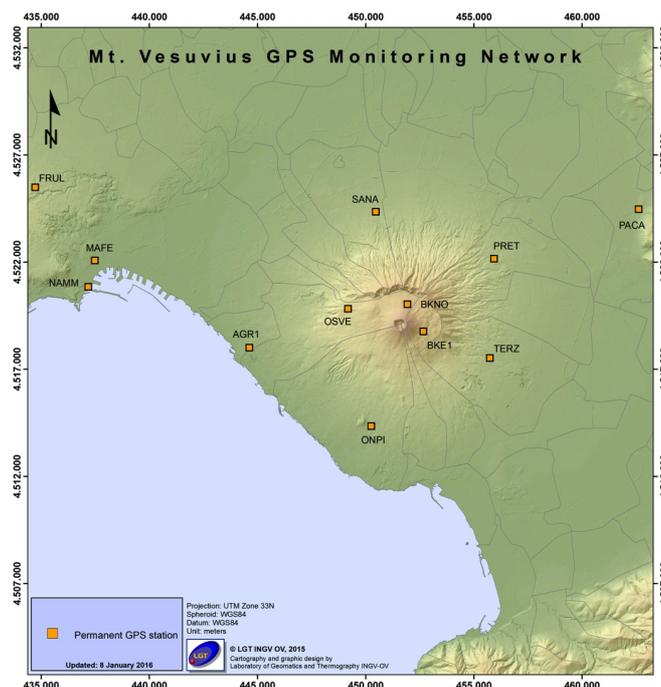


Figura 2.1 - Rete GPS Permanente del Vesuvio.

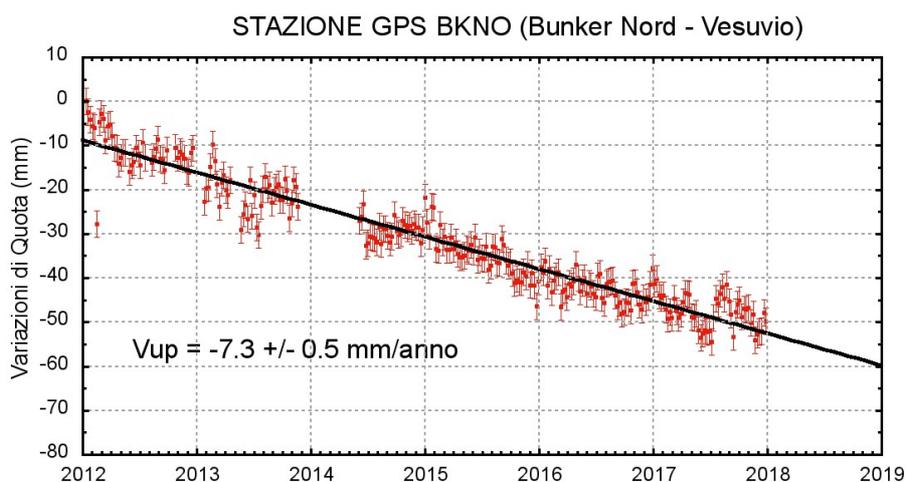


Figura 2.2 - Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione BKNO (Vesuvio) da gennaio 2012 a dicembre 2017.

Mareometria

In Figura 2.3 è mostrata la Rete Mareografica operativa al Vesuvio.

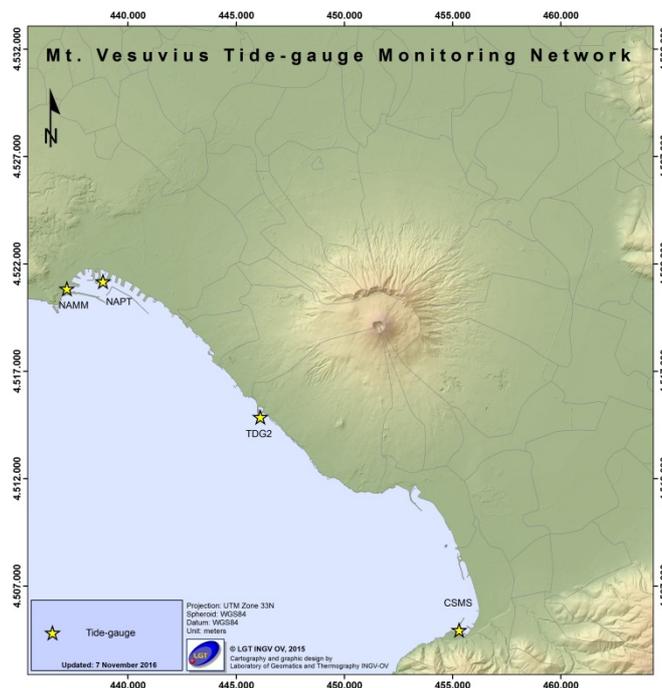


Figura 2.3 - Rete Mareografica del Vesuvio

Nell’area vesuviana non si osservano significativi movimenti verticali del suolo come rilevato dalle analisi dei dati alle stazione di Torre del Greco (TDG2) (Figura 2.4). Le analisi evidenziano delle lievi oscillazioni che rimangono confinate entro la soglia di significatività delle misure mareometriche.

Il picco visibile verso la fine del mese di luglio 2016 è stato determinato dal malfunzionamento temporaneo del sensore della stazione di riferimento NAMM.

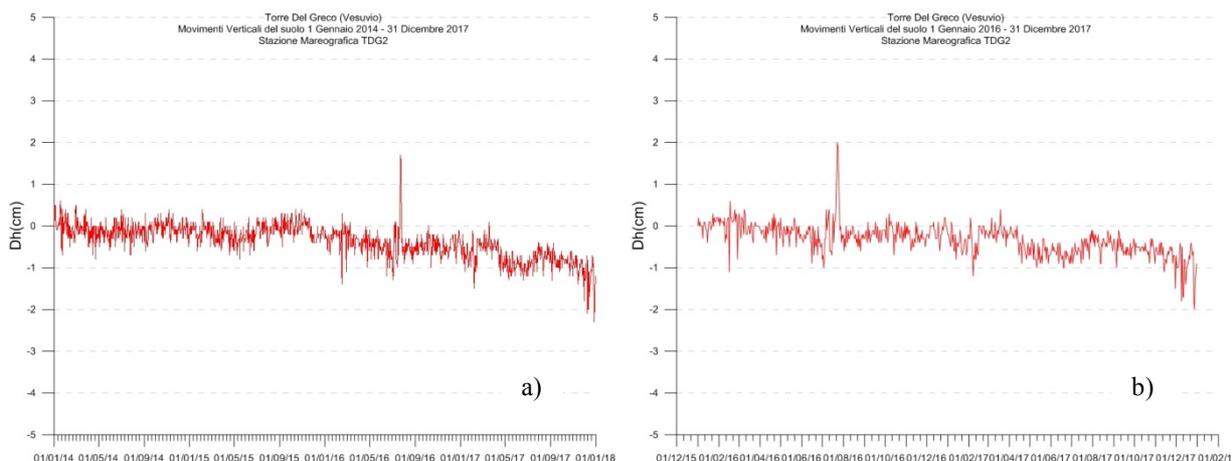


Figura 2.4 - Movimenti verticali del suolo, nel periodo gennaio 2014 - dicembre 2017 (a) e gennaio 2016 - dicembre 2017 (b), ottenuti dall’analisi dei dati acquisiti dal sensore digitale alla stazione mareografica di Torre del Greco (TDG2). Le variazioni riportate rappresentano le medie giornaliere e sono riferite alla stazione di Napoli Molo S.Vincenzo (NAMM).

Tiltmetria

La Rete di Monitoraggio delle inclinazioni del suolo del Vesuvio consiste in 7 stazioni (Fig. 2.5) di cui 3 equipaggiate con sensori analogici di superficie (OVO, CMD, ROV) e 4 con sensori digitali da pozzo (IMB, TRC, CMT, CMG installati a 25 m di profondità).

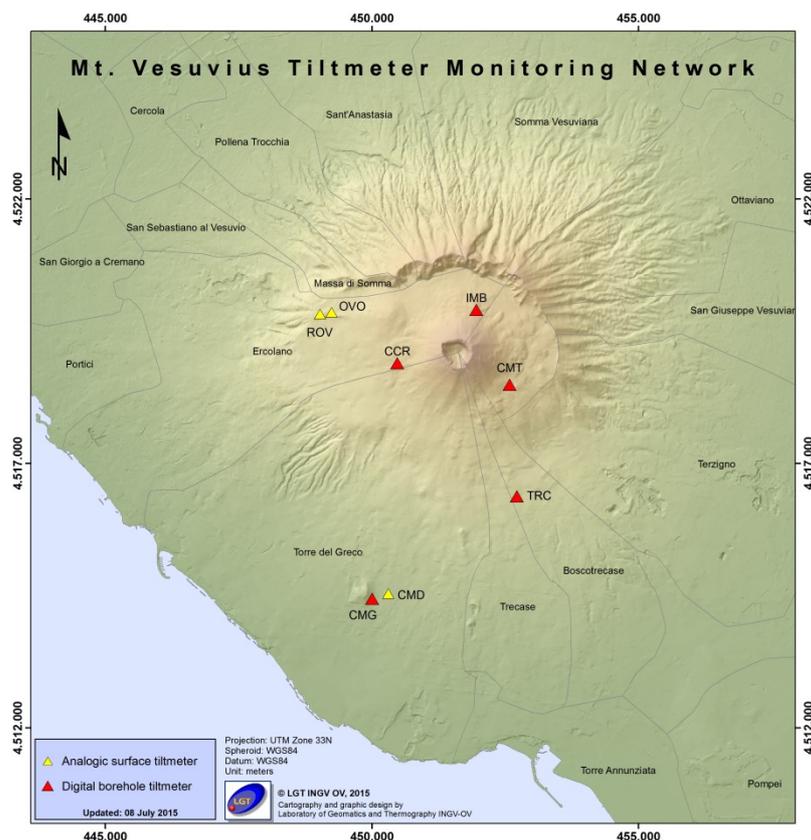


Figura 2.5 – Rete Tiltmetrica del Vesuvio. La stazione CCR è in corso di completamento.

Il pattern di inclinazione calcolato al Vesuvio nel periodo 2017 è riportato in Figura 2.6.

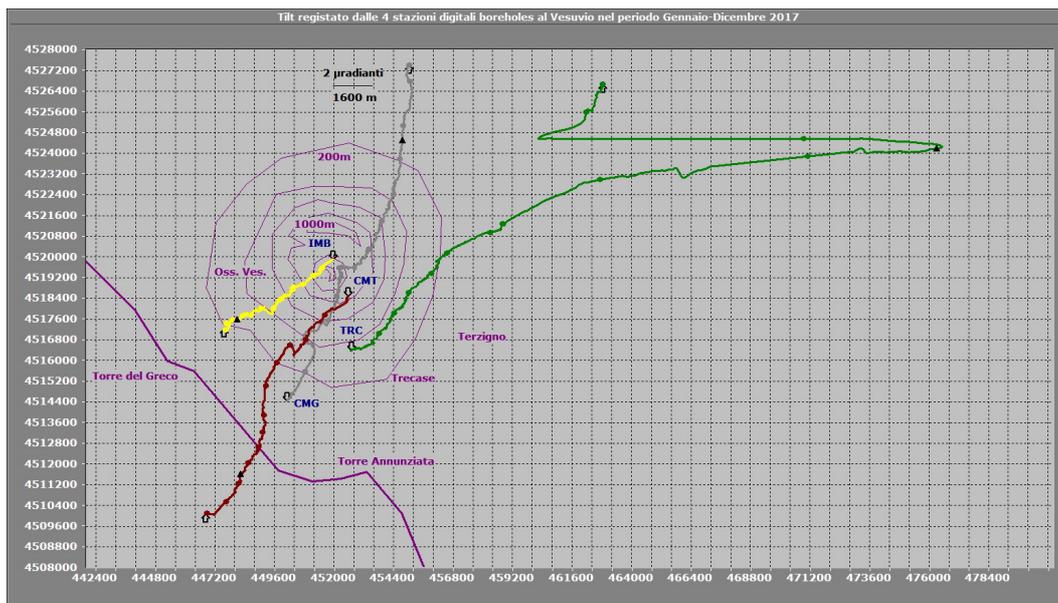


Figura 2.6 – Odografo del tilting registrato alle stazioni del Vesuvio nel 2017. Per chiarezza di rappresentazione grafica sono state selezionate solo le stazioni borehole con sensori ubicati tra 20 e 25 m di profondità. Il triangolino nero sovrapposto al tilt cumulativo di ogni stazione indica l'evento sismico del 15 Ottobre.

La deformazione relativa ad ogni sito-stazione è rappresentata con segmenti orientati di colore diverso; l'origine di ogni vettore tilt è siglata con il nome del sito stesso ed evidenziata con una freccia puntata verso il basso mentre l'estremo libero è indicato con una freccia puntata verso l'alto. Il verso di ogni vettore (che indica settori di crosta in abbassamento) è univocamente definito dal suo estremo libero.

Nella Tabella seguente sono riportati i valori di inclinazione del suolo, le rispettive direzioni del tilting e la variazione di temperatura registrata a fondo pozzo (≈ -25 m dal p.c.) acquisiti nel 2017. Si segnala che dal 4 dicembre si registra un malfunzionamento alla stazione CMG per cui non è stato possibile acquisire i relativi segnali.

Sito	Inclinazione e direzione	Temperatura
Stazione TRC (372 m s.l.m.)	18.0 μ radianti a NE	0.01 °C
Stazione IMB (974 m s.l.m.)	6.4 μ radianti a SW	0.02 °C
Stazione CMG (117 m s.l.m.)	17.3 μ radianti a NNE	0.00 °C
Stazione CMT (842 m s.l.m.)	12.7 μ radianti a SSW	0.10 °C

In Figura 2.7 sono riassunti gli andamenti temporali delle componenti tiltmetriche (filtrate dalle periodicità giornaliere) e termica registrate da ognuna delle 4 stazioni borehole. Le componenti NS delle stazioni più in quota (IMB e CMT) mostrano un trend di inclinazione verso S, mentre il trend di quelle EW è in direzione W; una situazione opposta si ha invece alle stazioni situate a quote più basse.

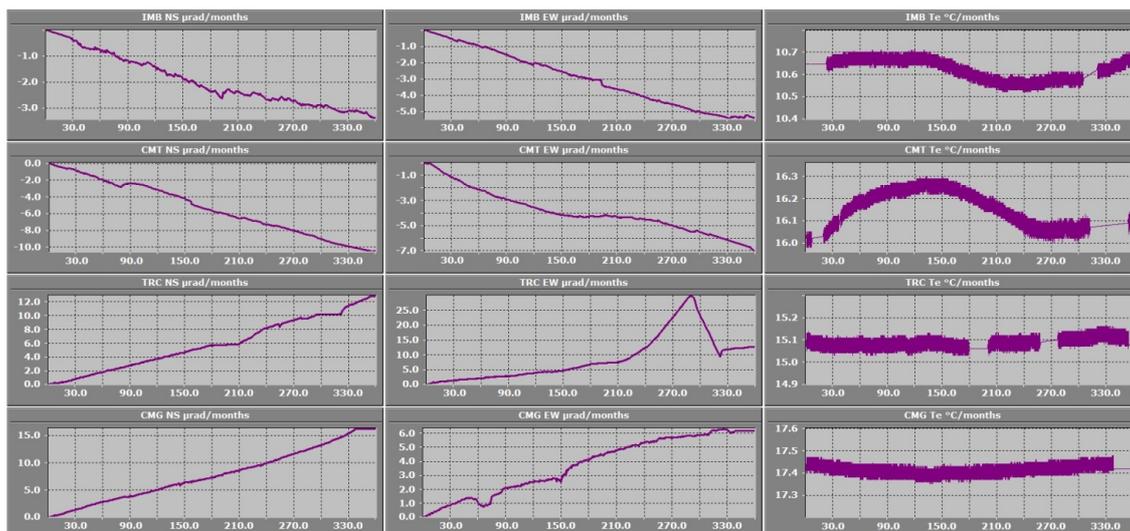


Figura 2.7 – Serie temporali dei segnali registrati nel 2017 dalle 4 stazioni “borehole” della rete vesuviana, con sensori ubicati a 25 m di profondità, ordinate dal basso verso l’alto secondo la latitudine. Le prime 2 colonne riportano le componenti NS ed EW in μ radianti i cui valori di tilt crescenti nel tempo indicano rispettivamente la variazione di inclinazione del suolo a N e ad E, mentre la terza colonna riporta la temperatura in $^{\circ}$ C registrata da ogni sensore.

L’inclinazione dell’edificio vulcanico avviene in prevalenza in direzione NNE-NE nella parte meridionale del Vesuvio e quindi a quote più basse (CMG e TRC). Il tilting prevalente, riguardante la porzione settentrionale del vulcano ed a quote maggiori (IMB e CMT), si concentra invece in direzione SW.

Per quanto riguarda la stazione TRC, la direzione di tilting continua a seguire quella che ha sempre avuto, eccezion fatta per l’anomalia in azimuth riscontrata tra i mesi di agosto e ottobre già evidenziata nei bollettini precedenti.

3 - Monitoraggio termico ad immagine

La stazione della Rete Permanente di Monitoraggio Termico acquisisce immagini all’infrarosso del versante interno sud occidentale del cratere del Vesuvio (Sansivero et al., 2013). La serie temporale in Fig. 3.1 non evidenzia la presenza di trend significativi del campo di temperatura superficiale nell’area d’analisi.

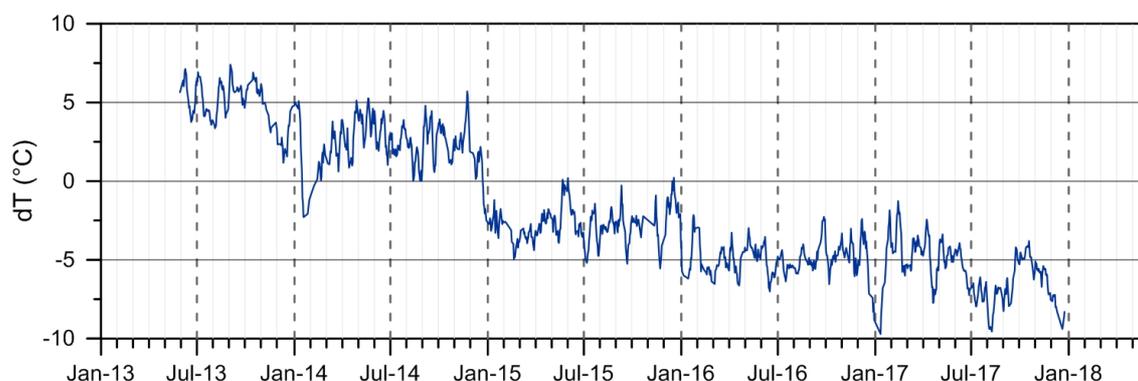


Figura 3.1 - Stazione Vesuvio. Medie settimanali dei residui (dT° ; Vilardo et al., 2015) della serie temporale dei valori di temperatura massima rilevati nell’immagine IR.

4 - Geochimica dei Fluidi

L'attività di monitoraggio svolta nel mese di dicembre 2017 ha riguardato (Fig. 4.1):

- l'acquisizione in continuo di dati di flusso di CO₂ dal suolo, della temperatura della fumarola principale e del gradiente di temperatura del suolo tramite la stazione multiparametrica (FLXOV6) installata in area bordo cratere (settore SW)
- la stazione installata in area di fondo cratere (FLXOV7) è attualmente in riparazione.

La stazione multiparametrica, installata in area bordo cratere (settore SW), misura: il flusso di CO₂ dal suolo (ogni due ore), gradiente di temperatura nel suolo, temperatura della maggiore emissione fumarolica dell'area, pressione atmosferica e temperatura dell'aria (ogni 10 minuti).

I parametri misurati nel periodo di interesse, non hanno mostrato variazioni significative (Fig. 4.2). I valori registrati sono, comunque, da mettersi in relazione a variazioni stagionali ed a particolari eventi meteorologici (pioggia, vento forte, bassa pressione, temperatura atmosferica etc.).

In conclusione le indicazioni fornite dalla geochimica dei fluidi sono di una sostanziale stabilità dei trend precedentemente osservati.



Figura 4.1 - Ubicazione delle stazioni multiparametriche FLXOV6 e FLXOV7, e dei siti oggetto delle attività di sorveglianza geochimica in area craterica. In particolare, sono riportate le principali fumarole di bordo cratere (B1-B3) e di fondo cratere (FC2), sono inoltre riportati i punti fissi per la misura del flusso di CO₂ dal suolo e della temperatura del suolo, in area bordo cratere (simboli bianchi) e in area di fondo cratere (simboli gialli).

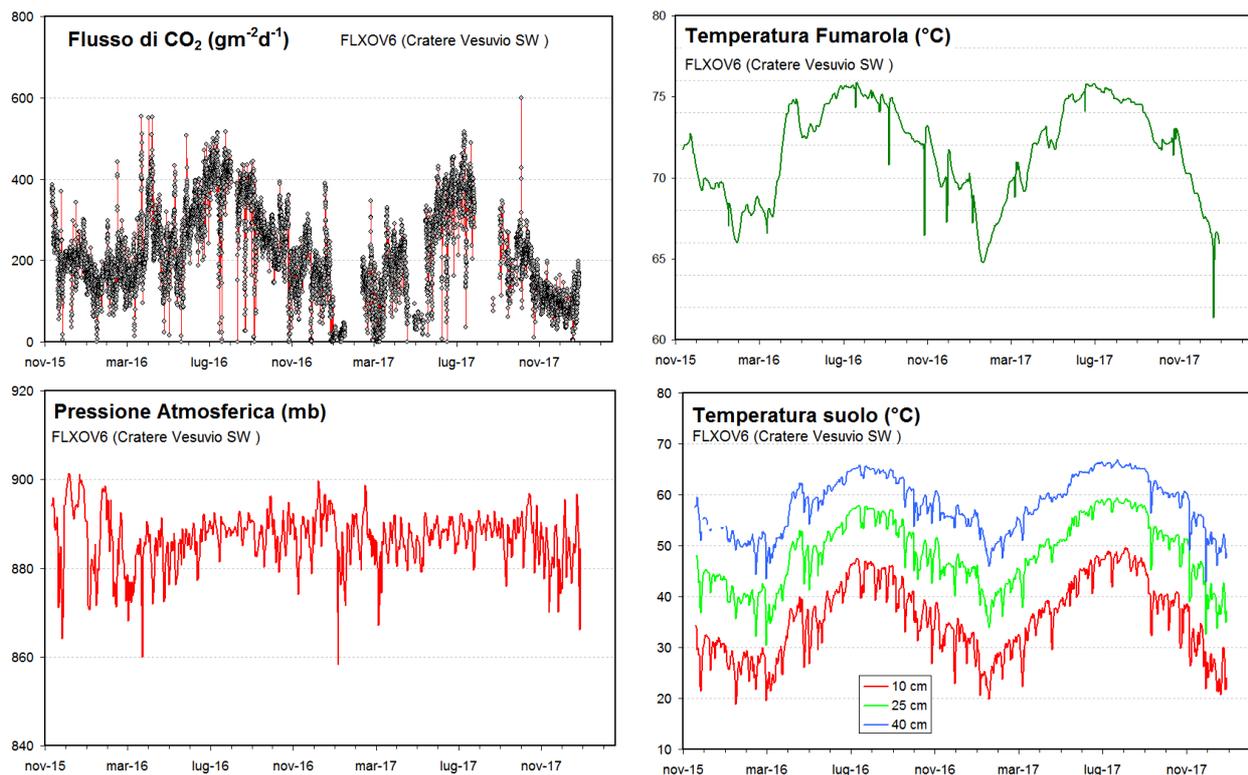


Figura 4.2 - Parametri misurati dalla stazione geochimica (FLXOV6) installata in area bordo cratere del Vesuvio (settore SW). I valori, eccetto il flusso di CO₂ dal suolo, sono riportati come medie giornaliere.

5 - QUADRO DI SINTESI DELLO STATO DEL VULCANO NEL MESE DI DICEMBRE 2017 E VALUTAZIONI

Al Vesuvio permane una lieve sismicità di fondo con 112 terremoti registrati nel mese di dicembre 2017 ($M_{dmax}=1.6$).

Non si osservano deformazioni riconducibili a sorgenti vulcaniche.

I dati delle telecamere termiche e le analisi geochimiche non evidenziano variazioni significative alle fumarole presenti sul versante del cratere e sul fondo.

Sulla base dell'attuale quadro dell'attività vulcanica sopra delineato, non si evidenziano elementi tali da suggerire significative evoluzioni a breve termine.

Bibliografia

- Caliro S., Chiodini G., Avino R., Minopoli C., and Bocchino B. (2011) Long time-series of chemical and isotopic compositions of Vesuvius fumaroles: evidence for deep and shallow processes. *Annals Geophysics* **54**, 137-149. doi: 10.4401/ag-5034.
- Chiodini G., Marini L., and Russo M. (2001) Geochemical evidence for the existence of high-temperature hydrothermal brines at Vesuvio volcano, Italy. *Geochim. Cosmochim. Acta* **65**, 2129-2147.
- Sansivero F., Scarpato G. and G. Vilardo (2013). The automated infrared thermal imaging system for the continuous long-term monitoring of the surface temperature of the Vesuvius crater. *Annals of Geophysics*, 56, 4, S0454; doi:10.4401/ag-6460.
- Vilardo G., Sansivero F. and G. Chiodini (2015). Long-term TIR imagery processing for spatiotemporal monitoring of surface thermal features in volcanic environment: a case study in the Campi Flegrei (Southern Italy). *J. Geophys. Res. - Solid Earth*, 120 (2), 812-826, doi:10.1002/2014JB011497.

Responsabilità e proprietà dei dati

L'INGV, in ottemperanza a quanto disposto dall'Art.2 del D.L. 381/1999, svolge funzioni di sorveglianza sismica e vulcanica del territorio nazionale, provvedendo alla organizzazione della rete sismica nazionale integrata e al coordinamento delle reti sismiche regionali e locali in regime di convenzione con il Dipartimento della Protezione Civile.

L'INGV concorre, nei limiti delle proprie competenze inerenti la valutazione della Pericolosità sismica e vulcanica nel territorio nazionale e secondo le modalità concordate dall'Accordo di programma decennale stipulato tra lo stesso INGV e il DPC in data 2 febbraio 2012 (Prot. INGV 2052 del 27/2/2012), alle attività previste nell'ambito del Sistema Nazionale di Protezione Civile. In particolare, questo documento, redatto in conformità all'Allegato A del suddetto Accordo Quadro, ha la finalità di informare il Dipartimento della Protezione Civile circa le osservazioni e i dati acquisiti dalle reti di monitoraggio gestite dall'INGV su fenomeni naturali di interesse per lo stesso Dipartimento.

L'INGV fornisce informazioni scientifiche utilizzando le migliori conoscenze scientifiche disponibili; tuttavia, in conseguenza della complessità dei fenomeni naturali in oggetto, nulla può essere imputato all'INGV circa l'eventuale incompletezza ed incertezza dei dati riportati e circa accadimenti futuri che differiscano da eventuali affermazioni a carattere previsionale presenti in questo documento. Tali affermazioni, infatti, sono per loro natura affette da intrinseca incertezza.

L'INGV non è responsabile dell'utilizzo, anche parziale, dei contenuti di questo documento da parte di terzi, e/o delle decisioni assunte dal Dipartimento della Protezione Civile, dagli organi di consulenza dello stesso Dipartimento, da altri Centri di Competenza, dai membri del Sistema Nazionale di Protezione Civile o da altre autorità preposte alla tutela del territorio e della popolazione, sulla base delle informazioni contenute in questo documento. L'INGV non è altresì responsabile di eventuali danni recati a terzi derivanti dalle stesse decisioni.

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