



# Bollettino di Sorveglianza Vulcani Campani

## Novembre 2012

### 1 – VESUVIO

L'attività del Vesuvio non mostra particolari anomalie o variazioni rispetto alle osservazioni precedenti. La sismicità, con circa 91 eventi rilevati nell'ultimo mese, permane dal 2000 ad un livello di bassa energia, ed è localizzata nella parte centrale della struttura vulcanica, molto superficiale. Le deformazioni del suolo, su base annuale, mostrano un processo di lenta subsidenza della parte sommitale della struttura vulcanica, verosimilmente associata ad un effetto di scivolamento e/o compattazione.

#### 1.1 - Sismicità

Nel corso dell'ultimo mese al Vesuvio sono stati registrati 91 terremoti (Fig. 1.1.1). E' stato possibile determinare l'ipocentro di 14 eventi. I loro ipocentri sono localizzati al di sotto dell'area craterica a profondità inferiori ai 2 km (Fig. 1.1.2, 1.1.3). Dei 91 eventi 33 sono concentrati in un piccolo sciame sismico registrato tra le 23:45 del 22/10 e le 02:20 del 23/10 (Mmax=1.2). Non si evidenziano anomalie significative nei parametri sismologici (Fig. 1.1.3, 1.1.4, 1.1.5).

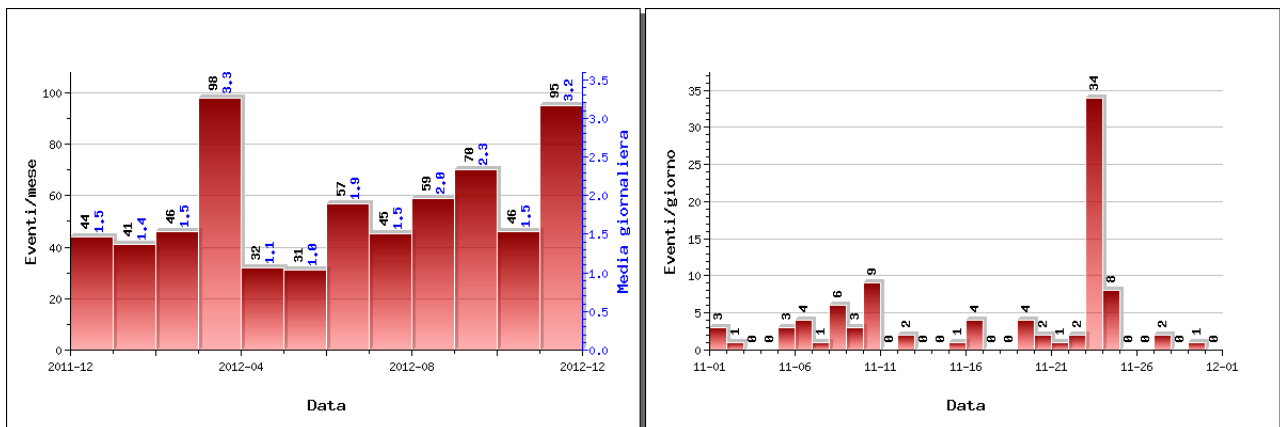


Figura 1.1.1 – A sinistra il numero di eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (in totale 664), mentre a destra quelli avvenuti nell'ultimo mese (in totale 91).

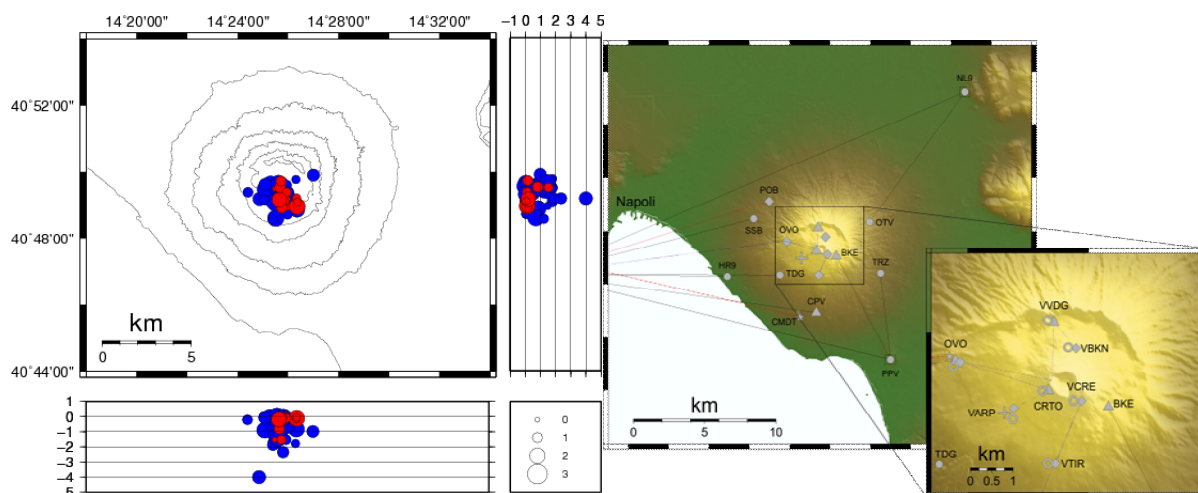


Figura 1.1.2 – Localizzazioni ipocentrali al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (in blu) e dell'ultimo mese (in rosso). La dimensione dei simboli è proporzionale alla magnitudo, come indicato nel riquadro in basso. A destra è mostrata la mappa con la rete sismica del Vesuvio.

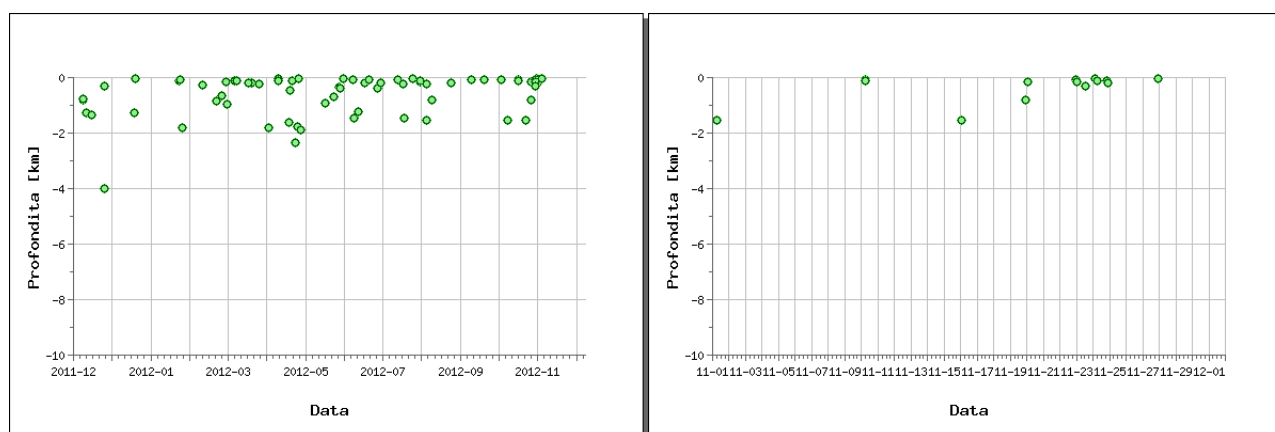


Figura 1.1.3 – Profondità ipocentrali degli eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

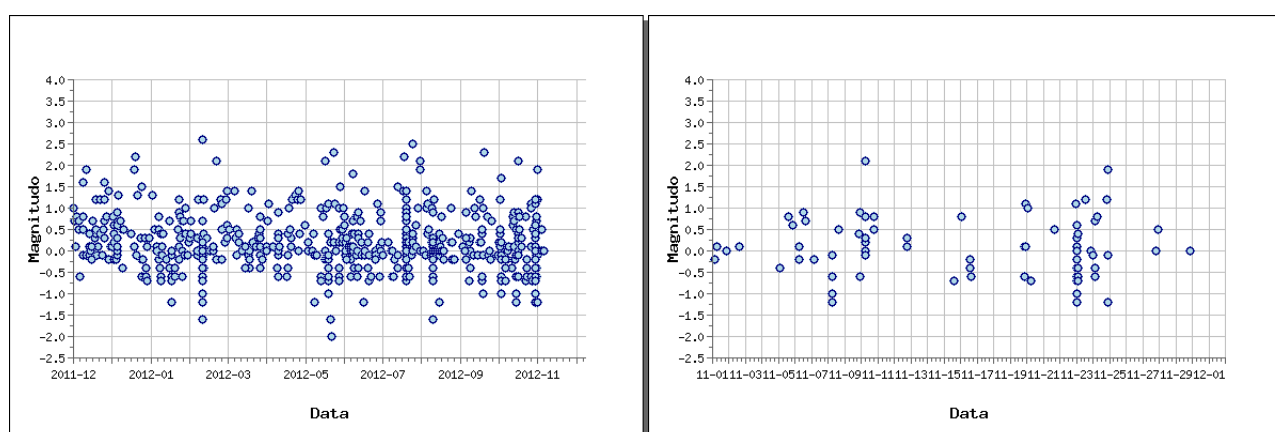


Figura 1.1.4 – Magnitudo degli eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

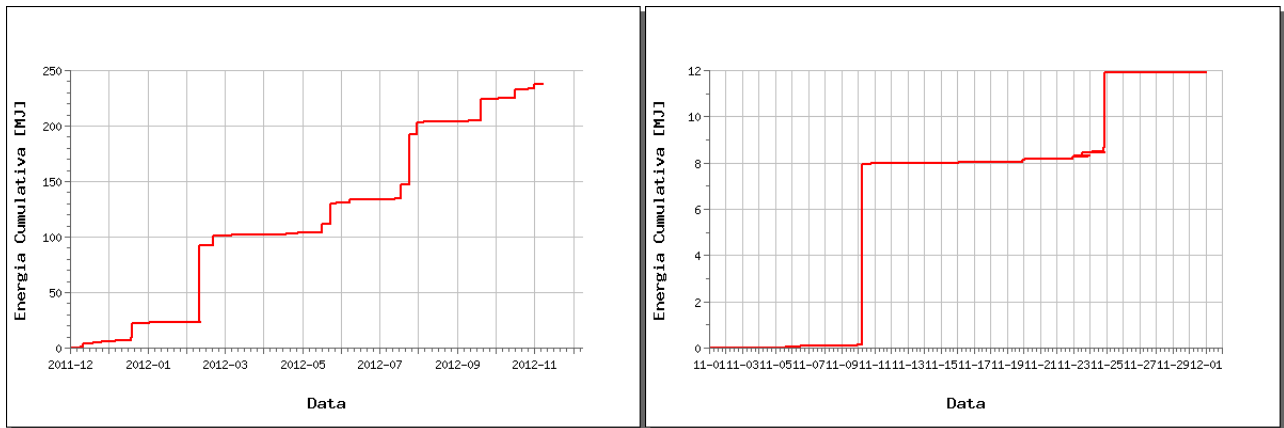


Figura 1.1.5 – Rilascio cumulativo di energia sismica al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

Di seguito si riportano i parametri ipocentrali degli eventi con  $M \geq 2$  registrati al Vesuvio nel corso dell'ultimo mese:

Data	Magnitudo	Latitudine	Longitudine	Profondità
2012/11/10 05:19:37.18	2.1	40° 48' 57.60"	14° 26' 21.48"	0.12 km

## 1.2 - Deformazioni del Suolo

Non si evidenziano deformazioni del suolo imputabili a fenomeni vulcanici. Le sole stazioni GPS ubicate nella parte alta dell'edificio vulcanico mostrano una moderata subsidenza (es. BKE1 in figura 1.2.1 e 1.2.2), verosimilmente dovuta a processi di compattazione e/o scivolamento di terreni poco coerenti ed in forte pendenza.

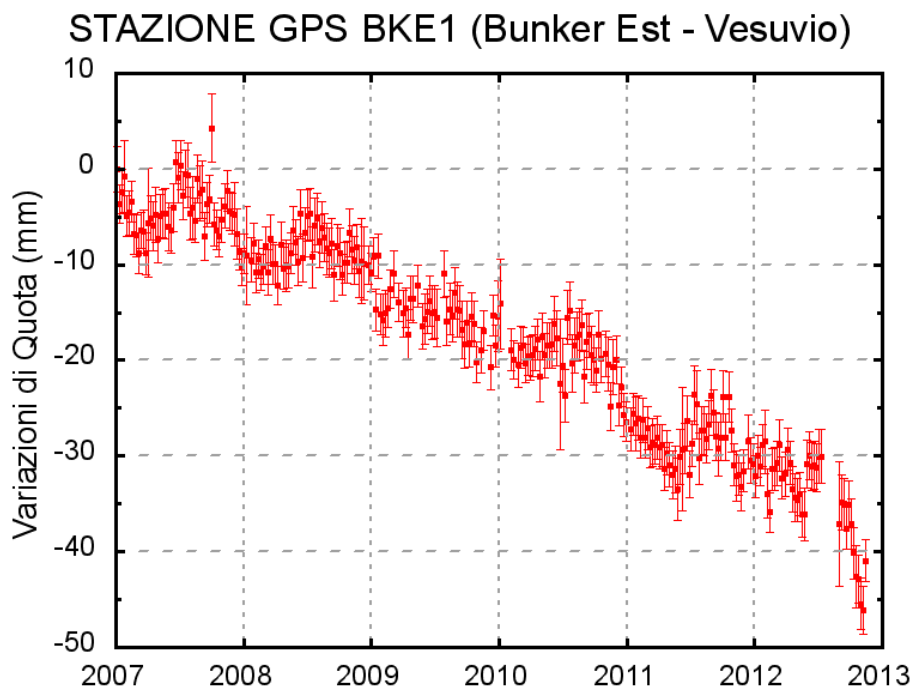


Fig. 1.2.1: Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di BKE1 (Vesuvio) dal 2007 al 30 novembre 2012

### 1.3 - Geochimica

Nel periodo di riferimento non sono state effettuate misure dei flussi di CO<sub>2</sub> dal suolo sul bordo del cratere, né il campionamento delle fumarole e le misure dei flussi gassosi a fondo cratere. Queste attività sono svolte dall'Unità Funzionale di Geochimica dei Fluidi della Sezione INGV Osservatorio Vesuviano che, alla luce del personale attualmente disponibile e per i maggiori impegni nel monitoraggio dell'area Flegrea, è in grado di assicurare delle misure al Vesuvio con una periodicità non inferiore ai tre mesi. Inoltre le operazioni di campionatura nel fondo del cratere, che nel passato sono state assicurate con il supporto di personale esterno specializzato in tecniche di alpinismo, sono al momento sospese per assenza di copertura finanziaria

## 2 - CAMPI FLEGREI

Dopo l'aumento della velocità di sollevamento del suolo dello scorso luglio-agosto ed il picco di sismicità che si è manifestato il 7 settembre, è confermata la successiva diminuzione di questi valori, già evidenziata nel precedente bollettino di ottobre.

A novembre non sono stati rilevati eventi sismici, mentre la velocità di sollevamento del suolo, valutata su base mensile, mostra una ulteriore diminuzione rispetto a quella già riscontrata nel mese di ottobre, quando era di circa 0.4-0.5 cm/mese. E' comunque da sottolineare che il processo in atto, anche se di intensità ridotta, non è ancora rapportabile né ad un arresto, né tantomeno ad una subsidenza, e pertanto i parametri delle deformazioni del suolo non sono riconducibili a quelli di base dell'area.

Inoltre i parametri rilevati dalle analisi geochimiche sui fluidi emessi dal suolo, benché possano rivelarsi con un certo ritardo rispetto ai processi che li hanno innescati, non mostrano variazioni rispetto a quanto illustrato nei precedenti bollettini, se non quelle imputabili a fattori esterni. Tali valori sono rapportabili ad una intensificazione, nel tempo, dei processi che portano ad un aumento delle quantità totali di fluidi magmatici che entrano nel sistema idrotermale. Pertanto il monitoraggio dell'area Flegrea permane ad un livello di attenzione.

### 2.1 - Sismicità

Ai Campi Flegrei, nel corso dell'ultimo mese, non sono stati registrati terremoti. Gli ultimi eventi registrati risalgono al 27/10 (M=0.5).

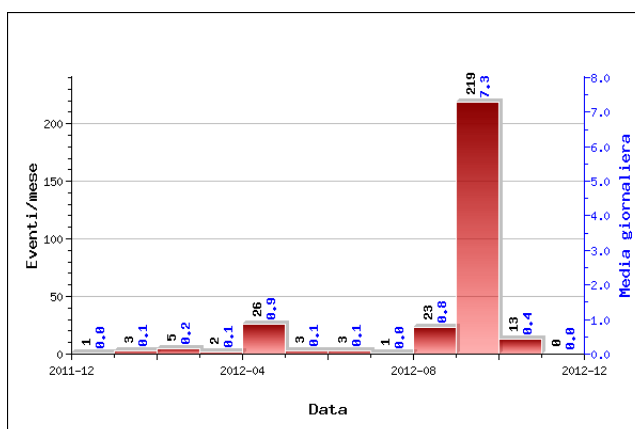


Figura 2.1.1 – Numero di eventi registrati ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi (in totale 299).

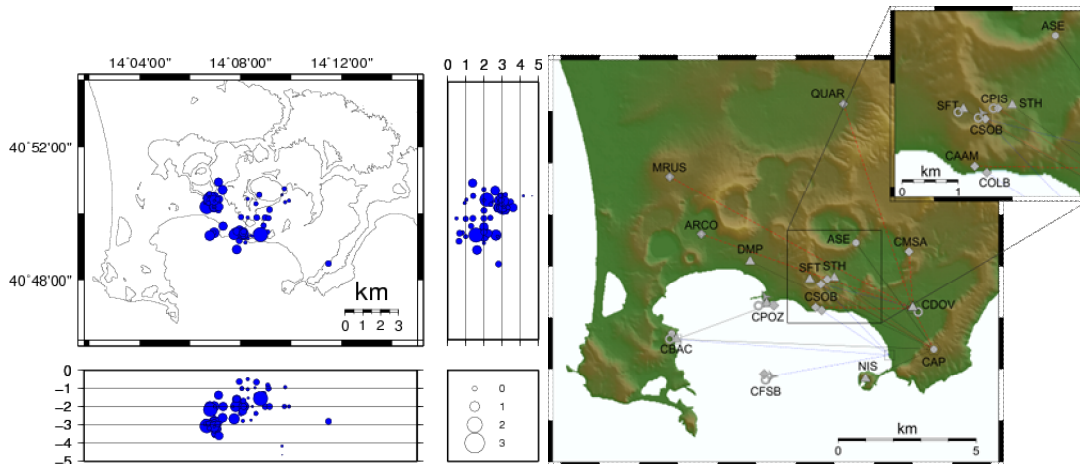


Figura 2.1.2 – Localizzazioni ipocentrali ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi (in blu). La dimensione dei simboli è proporzionale alla magnitudo, come indicato nel riquadro in basso. A destra è mostrata la mappa con la rete sismica dei Campi Flegrei.

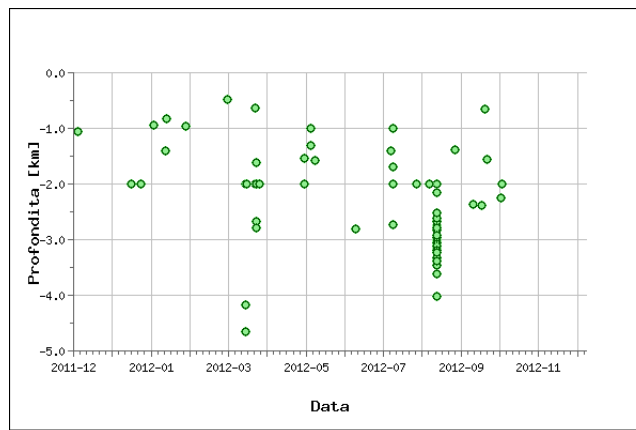


Figura 2.1.3 – Profondità ipocentrali degli eventi registrati ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi.

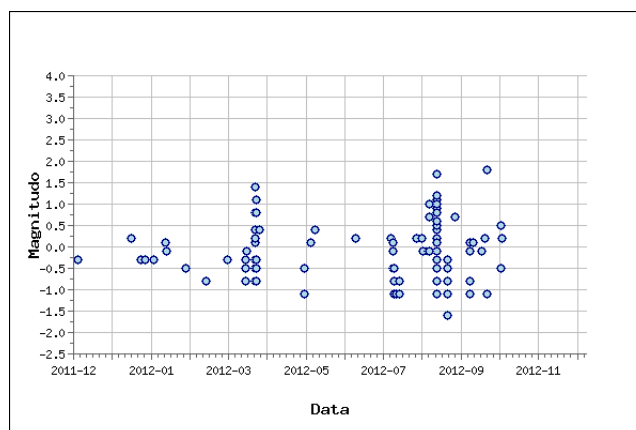


Figura 2.1.4 – Magnitudo degli eventi registrati ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi.

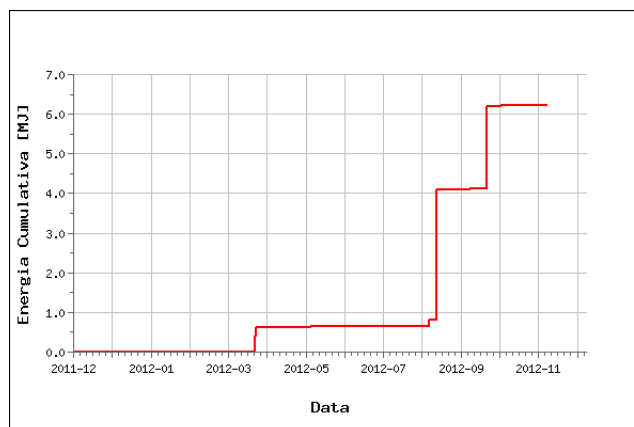


Figura 2.1.5 – Rilascio cumulativo di energia sismica ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi.

## 2.2 - Deformazioni del Suolo

L'analisi delle serie temporali GPS conferma il progressivo sollevamento del suolo a partire dal 2005-2006 già evidenziato nei precedenti Rapporti di monitoraggio.

Dalla fine del 2005, alla stazione GPS dove è rilevata la maggiore deformazione verticale, localizzata al Rione Terra a Pozzuoli, si evidenzia un sollevamento complessivo di circa 18 cm (fig 2.2.1), di cui circa 7 cm nel 2012 (fig 2.2.2). Dopo lo sciame sismico del 7 settembre, la velocità del sollevamento, che era significativamente aumentata durante il periodo luglio-agosto, si è notevolmente ridotta ed è ritornata ai valori registrati nel precedente periodo giugno 2011-giugno 2012.



Fig. 2.2.1: Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di RITE (Pozzuoli) dal 2000 al 30 novembre 2012

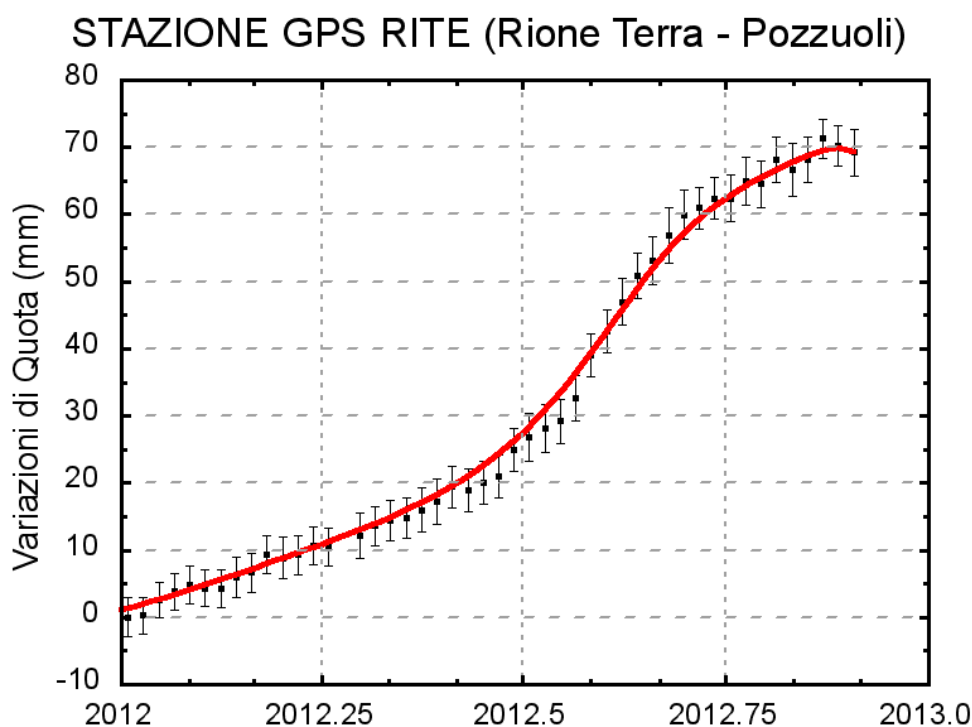


Fig. 2.2.2: Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di RITE (Pozzuoli) dal 01 gennaio 2012 al 30 novembre 2012

### 2.3 - Geochimica

L'attività di monitoraggio svolta nel periodo di riferimento ha incluso il campionamento delle fumarole della Solfatarà (BG e BN) e di Pisciarelli, acquisizione in continuo di dati di flusso di CO<sub>2</sub> dal suolo e della temperatura della fumarola principale a Pisciarelli.

Le analisi chimico-isotopiche dei campioni di gas confermano il periodo di incremento nell'attività idrotermale estesamente descritto nei precedenti rapporti.

In particolare l'analisi di geoidicatori di Temperatura e Pressione, basati sulle composizioni delle fumarole BG e BN, indicano la pressurizzazione delle parti più superficiali del sistema idrotermale della Solfatarà (es. PCO<sub>2</sub>, Fig. 2.3.1a). In Fig. 2.3.1 i dati stimati di PCO<sub>2</sub> sono confrontati con i rapporti Ar\*/Ar e CO<sub>2</sub> /<sup>36</sup>Ar.. Il rapporto Ar\*/Ar indica il rapporto fra l'Ar di derivazione profonda (magmatica ai Campi Flegrei) e l'Argon totale comprensivo cioè anche di quello atmosferico (banale contaminazione durante il campionamento o, in genere, frazione di Ar immesso nel sistema profondo da acque meteoriche, Air Saturated Water, Fig. 2.3.1b). La figura mostra come tale rapporto sta aumentando dal 2009-2010, compatibilmente con l'aumento della frazione di fluidi profondi (magmatici) emessi dalle fumarole. La stessa indicazione è ancor meglio evidenziata dall'aumento nel tempo del rapporto fra CO<sub>2</sub> ed <sup>36</sup>Ar, che, ricordiamo, è l'isotopo dell'Ar che maggiormente caratterizza la componente atmosferica. Assumendo che l'apporto della componente meteorica non sia cambiato sostanzialmente nel tempo, tali variazioni suggeriscono un aumento generalizzato nei flussi della componente profonda di derivazione magmatica. Simili conclusioni sono state suggerite anche da nuove simulazioni numeriche degli eventi d'immissione di fluidi magmatici nel sistema idrotermale che alimenta le fumarole della Solfatarà e che sono state oggetto di un approfondito lavoro scientifico ( Chiodini G., Caliro S., De Martino P., Avino R. and Gherardi F. (2012) . Early signals of new volcanic unrest at Campi Flegrei caldera? Insights from geochemical data and physical simulations. *Gelogy*, doi:10.1130/G33251.1).

Tali iniezioni di fluidi magmatici, la cui entità è stata stimata paragonabile alle quantità di fluidi emessi durante eruzioni di piccola-media taglia, sono evidenziate da brusche variazioni

nel rapporto  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$ , un buon indicatore dell'arrivo di fluidi magmatici nel sistema idrotermale (Fig. 2.3.2) (vedi Chiodini, G. (2009),  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$  ratio in fumaroles a powerful tool to detect magma degassing episodes at quiescent volcanoes., *Geophys. Res. Lett.*, doi: 10.1029/2008GL036347). Tali processi si stanno intensificando nel tempo con un conseguente aumento nelle quantità totali di fluidi magmatici che entrano nel sistema idrotermale (Chiodini et al., 2012).

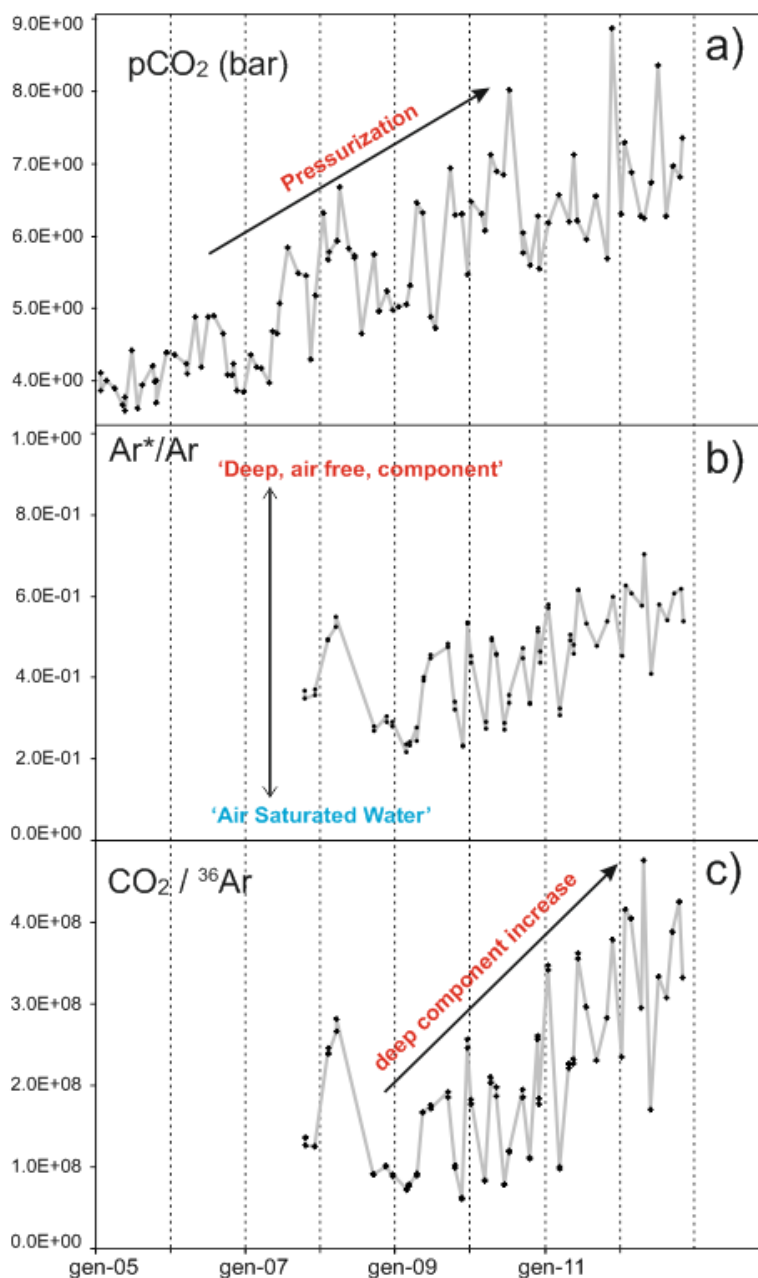


Fig 2.3.1 - (a) Cronogramma della pressione di  $\text{CO}_2$  d' equilibrio stimata nel sistema  $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2-\text{H}_2-\text{CO}$  per la fumarola BG; (b) variazione nel tempo del rapporto  $\text{Ar}^*/\text{Ar}$  (vedi il testo per spiegazioni); (c) variazione nel tempo del rapporto  $\text{CO}_2/^{36}\text{Ar}$  (vedi il testo per spiegazioni).

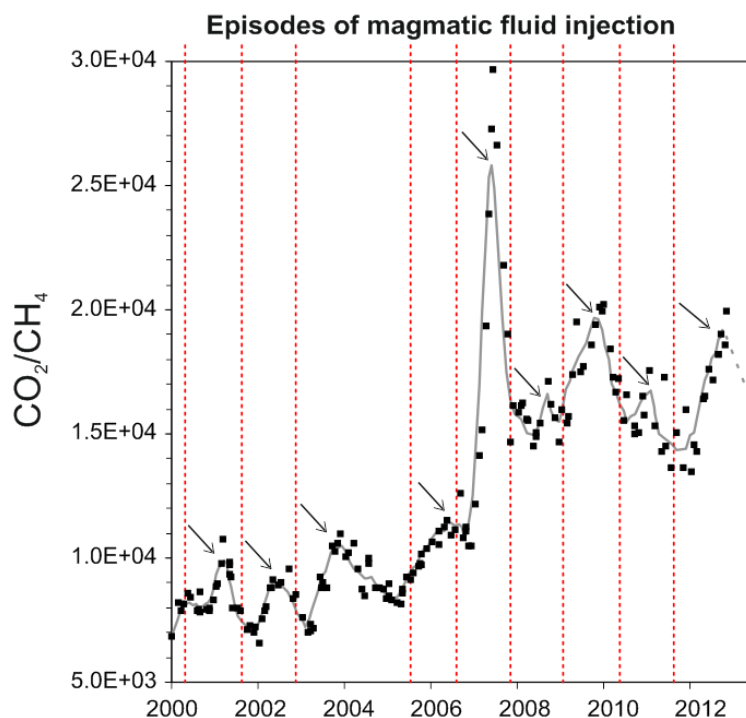


Fig. 2.3.2 -Episodi di degassamento magmatico occorsi ai Campi Flegrei a partire dal 2000 evidenziati da picchi nel rapporto  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$  (Chiodini et al, 2012)

Il processo di pressurizzazione della parte più superficiale del sistema idrotermale, iniziato a partire dal 2006 e tuttora in corso, causa a nostro avviso la fenomenologia che da qualche anno interessa l'area di Pisciarelli e che ha riguardato: l'apertura di vent fumarolici e di polle bollenti, l'emissione di fango, attività sismica localizzata, l'aumento della temperatura delle fumarole, che dal punto d'ebollizione di  $95^\circ\text{C}$  si è portata in pochi anni a  $111^\circ\text{C}$  (Fig. 2.3.3), l'aumento dei flussi misurati in continuo dalla stazione FLXOV3 (Fig 2.3.4).

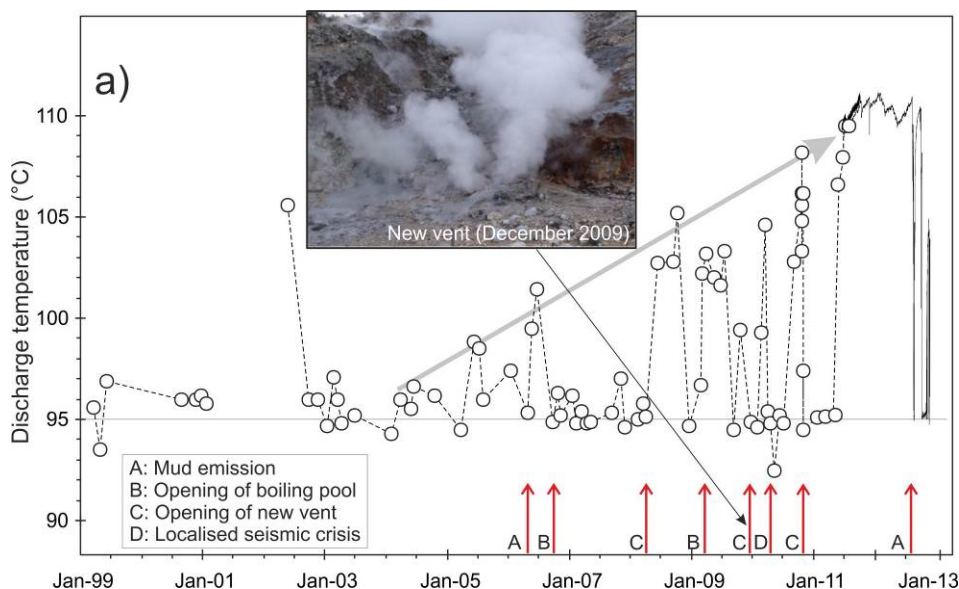


Fig. 2.3.3 -Cronogramma delle temperature ( $^\circ\text{C}$ ) della fumarola di Pisciarelli e dei maggiori eventi occorsi legati all'aumento dell'attività idrotermale a partire dal 1999. La temperatura di  $95^\circ\text{C}$  rappresenta la temperatura di ebollizione per i fluidi fumarolici di Pisciarelli. Nella foto è riportata la nuova vigorosa fumarola sorta il 20 dicembre 2009

La temperatura della fumarola monitorata in continuo, dopo un primo periodo di aumento, ha mostrato un lieve trend decrescente durante il periodo invernale e primaverile del 2012 (Fig.2.3.5). Una nuova emissione di fanghi dai vent fumarolici di Pisciarelli è avvenuta a luglio e ha portato ad un repentino abbassamento della temperatura della fumarola, fino alla temperatura di ebollizione, seguito nei giorni successivi da un graduale incremento fino ai valori precedenti l'emissione anomala. Successivi abbassamenti della temperatura sono imputabili ad eventi piovosi. Attualmente la temperatura si è riportata al valore d'ebollizione.

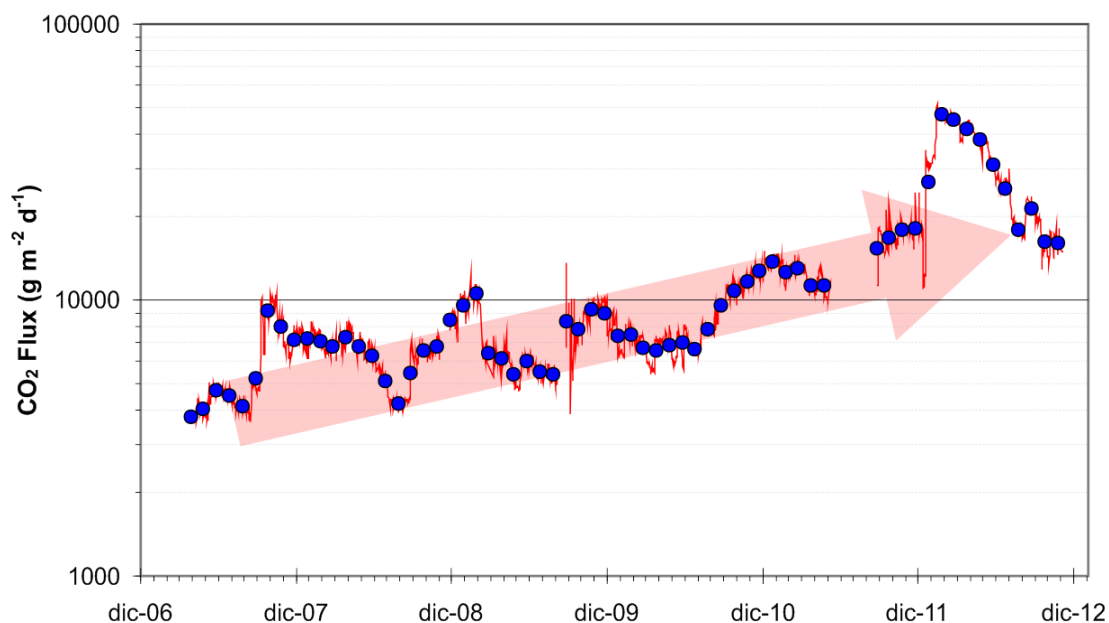


Fig. 2.3.4 Medie giornaliere e medie mensili (cerchi neri) dei flussi di CO<sub>2</sub> misurati al sito FLXOV3 (Pisciarelli). I valori mostrano un chiaro effetto stagionale, con massimi durante il periodo invernale, ed un trend d'aumento iniziato nella seconda metà del 2010 e tuttora in corso. Tale trend è ben correlato all' aumento macroscopico dell'attività idrotermale dell'area.

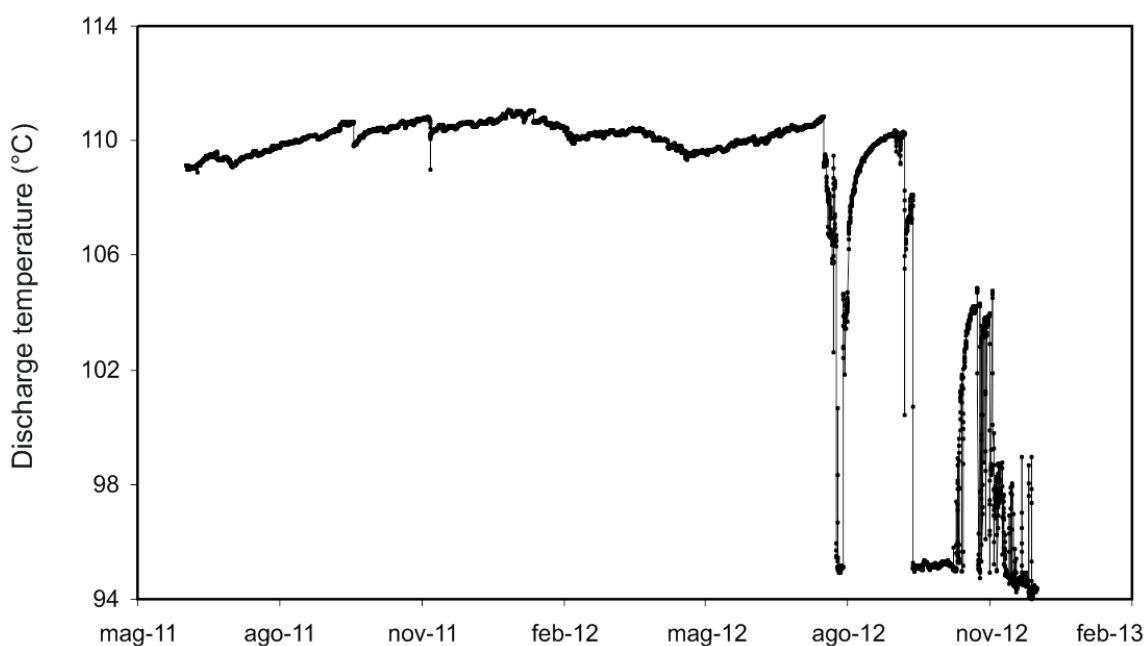


Fig. 2.3.5 Temperatura della fumarola di Pisciarelli registrata dalla Stazione FLXOV3, da giugno 2011

### 3 – ISCHIA

Ad Ischia non sono rilevate particolari variazioni dei parametri monitorati. In particolare non sono stati rilevati fenomeni sismici, mentre l'andamento della deformazione del suolo conferma unicamente la lenta subsidenza nel settore sud dell'isola, già rilevata anche in passato con la stazione SERR (Serrara Fontana) della rete GPS permanente e con campagne di misura periodiche estese (GPS e Livellazione), .

#### 3.1 - Sismicità

Nel corso degli ultimi 12 mesi ad Ischia non sono stati registrati terremoti. L'ultimo evento è stato registrato il 05/06/2011 alle 15.55 UTC con Md 1.2.

#### 3.2 - Deformazioni del Suolo

L'analisi delle serie temporali GPS conferma la subsidenza del settore meridionale dell'isola (fig 3.2.1 e 3.2.2).

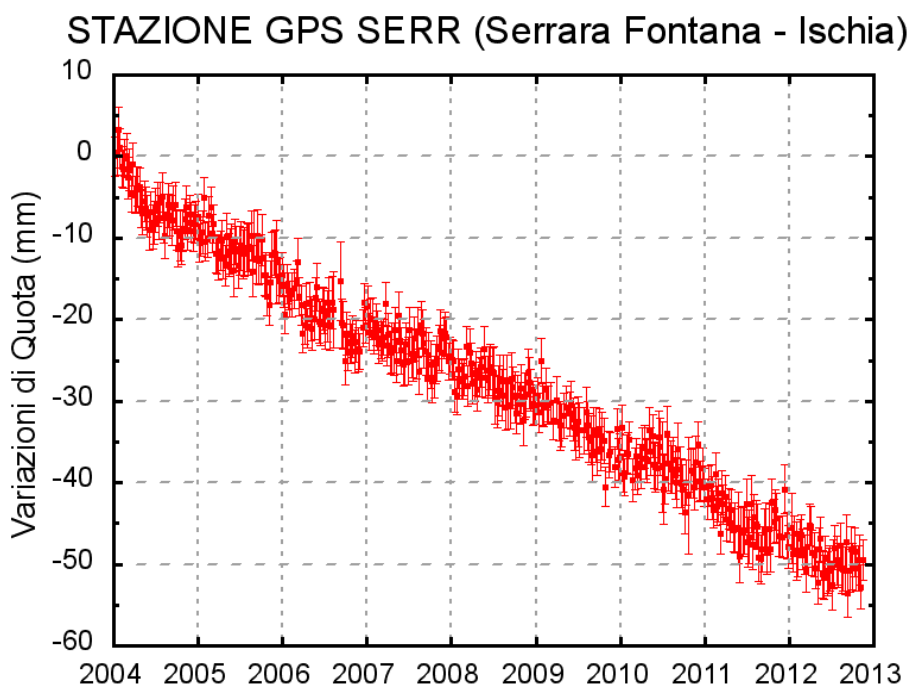


Fig. 3.2.1: Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di SERR (Ischia) dal 2004 al 30 novembre 2012

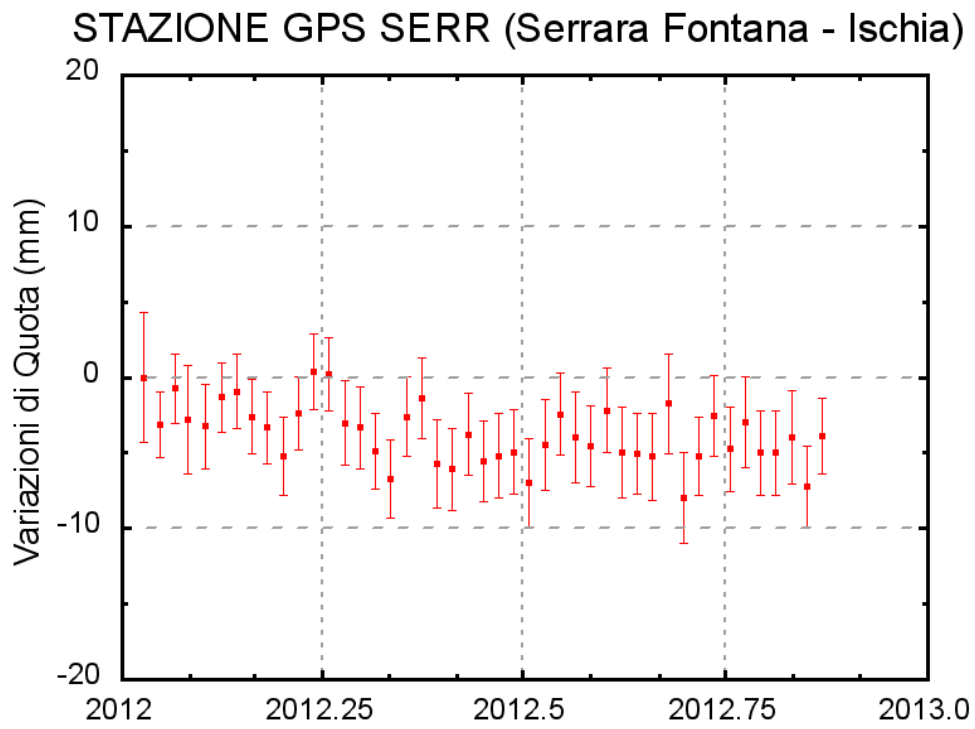


Fig. 3.2.2: Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di SERR (Ischia) dal 01 gennaio 2012 al 30 novembre 2012