

Rapporti tecnici INGV

**Le nuove stazioni cGPS per il
monitoraggio delle deformazioni del
fondo marino ai Campi Flegrei**

358



Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia

Direttore Responsabile

Silvia MATTONI

Editorial Board

Luigi CUCCI - Editor in Chief (INGV-RM1)

Raffaele AZZARO (INGV-CT)

Mario CASTELLANO (INGV-NA)

Viviana CASTELLI (INGV-BO)

Rosa Anna CORSARO (INGV-CT)

Mauro DI VITO (INGV-NA)

Marcello LIOTTA (INGV-PA)

Mario MATTIA (INGV-CT)

Milena MORETTI (INGV-CNT)

Nicola PAGLIUCA (INGV-RM1)

Umberto SCIACCA (INGV-RM2)

Alessandro SETTIMI (INGV-RM2)

Salvatore STRAMONDO (INGV-CNT)

Andrea TERTULLIANI (INGV-RM1)

Aldo WINKLER (INGV-RM2)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano - Referente

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860068

redazionecen@ingv.it

in collaborazione con:

Barbara Angioni (RM1)

REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.173 | 2014, 23 LUGLIO

© 2014 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Rappresentante legale: Carlo DOGLIONI

Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma



Rapporti tecnici

INGV

LE NUOVE STAZIONI CGPS PER IL MONITORAGGIO DELLE DEFORMAZIONI DEL FONDO MARINO AI CAMPI FLEGREI

Prospero De Martino, Mario Dolce, Giuseppe Brandi, Sergio Guardato, Giovanni Scarpato

INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano)

358

Indice

Introduzione	7
1. La Rete cGPS dei Campi Flegrei e l'attuale fase di unrest	7
2. La precedente esperienza GPS sulla boa CUMAS	8
3. Le nuove stazioni cGPS e primi risultati	9
Bibliografia	11

Introduzione

Con l'estensione in mare del sistema di sorveglianza dell'area vulcanica dei Campi Flegrei [Guardato et al., 2015] nell'ambito del Progetto MIUR *"EMSO-MedIT: Potenziamento delle infrastrutture multidisciplinari di ricerca marina in Sicilia, Campania e Puglia quale contributo alla ESFRI EMSO"* sono ora disponibili 3 nuove boe (tipo meda elastica e/o a palo), oltre alla preesistente infrastruttura CUMAS [Iannaccone et al., 2009], equipaggiate con stazioni GPS in continuo (cGPS) per il monitoraggio delle deformazioni del fondo marino.

I primi risultati confermano l'efficacia di monitorare le deformazioni del fondale marino con tecniche GPS e il miglior dettaglio raggiunto rispetto alla precedente esperienza con la boa CUMAS [De Martino et al., 2012; 2014a].

1. La Rete cGPS dei Campi Flegrei e l'attuale fase di unrest

Attualmente la Rete cGPS dei Campi Flegrei è costituita da 18 stazioni sulla terraferma e 4 stazioni installate su boe (tipo meda elastica e/o a palo) ubicate nel Golfo di Pozzuoli (Figura 1).

Le stazioni CFBA, CFBB e CFBC in Figura 1 indicano le nuove installazioni cGPS realizzate nell'ambito del Progetto "Emso-MedIT". Le stazioni CFBA e CFBC sono installate su boe a palo, CFBB su una meda elastica. Per le caratteristiche e specifiche tecniche delle infrastrutture realizzate si rimanda a [Guardato et al., 2015]. L'ubicazione delle boe è il risultato di una scelta basata su diversi fattori: logistica, permessi e vicinanza all'area di massima deformazione.

Le tre nuove stazioni cGPS affiancano la preesistente stazione cGPS di CFB1 (Figura 1) installata alla fine del 2011 sull'infrastruttura marina CUMAS (meda elastica).

A breve, in seguito ai lavori di ammodernamento e manutenzione dell'infrastruttura CUMAS, la stazione cGPS di CFB1 sarà sostituita da una nuova stazione (CFSB in Figura 1).

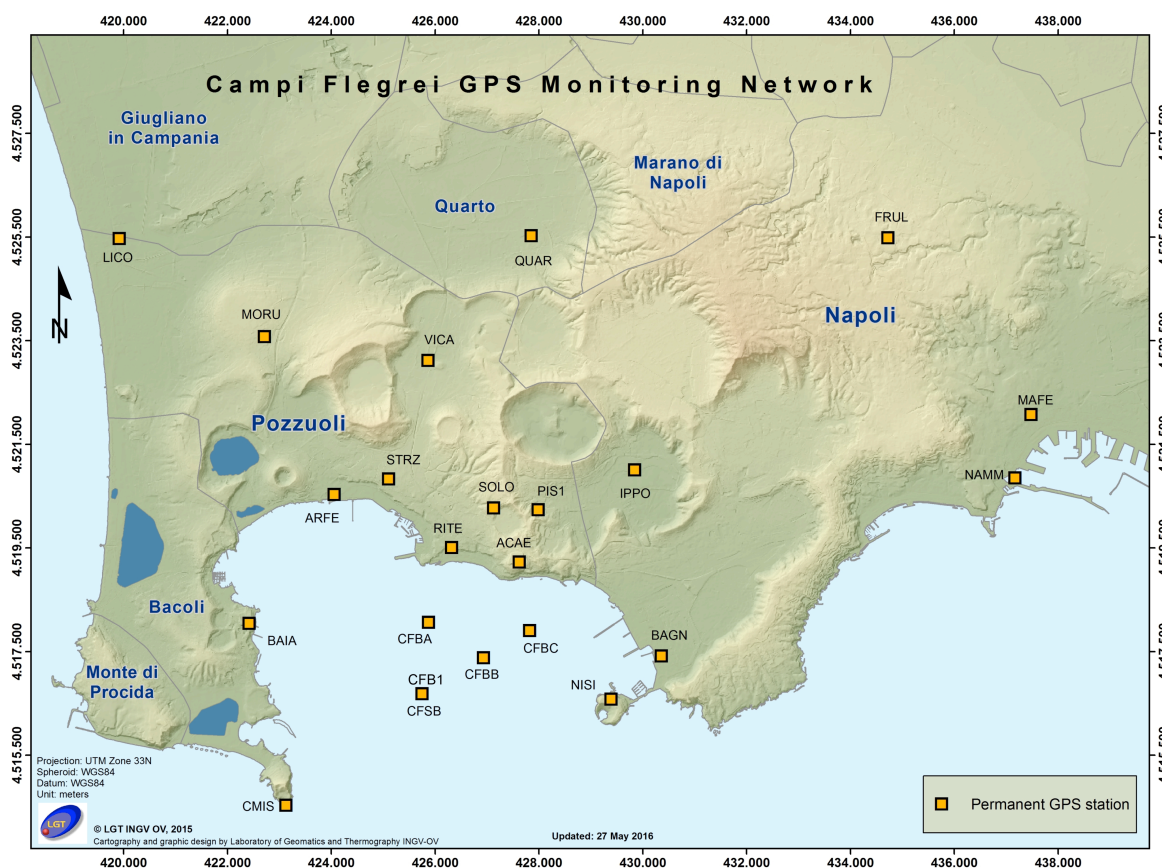


Figura 1. Mappa della rete cGPS dell'intera Caldera dei Campi Flegrei (aggiornata a maggio 2016).

La caldera dei Campi Flegrei è attualmente in una fase di unrest. A partire dal 2006 è iniziata ed è tutt'ora in corso una fase di lento sollevamento del suolo [De Martino et al., 2014b].

In Figura 2 è riportata la serie temporale delle variazioni in quota della stazione cGPS di RITE (Rione Terra - Pozzuoli) ubicata sulla terraferma nell'area di massima deformazione. Dalla figura si evince come dal 2006 il sollevamento massimo è complessivamente di circa 36 cm.



Figura 2. Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione cGPS di RITE (Pozzuoli) dal 2000 a maggio 2016.

2. La precedente esperienza GPS sulla boa CUMAS

Alla fine del 2011, con l'installazione di una stazione GPS in continuo (CFB1) sulla torretta della parte fuori acqua della meda elastica CUMAS, fu condotto uno studio di fattibilità [De Martino et al., 2012] con l'obiettivo di verificare la possibilità di utilizzare tale tipo di metodologia per la stima delle deformazioni verticali del suolo in corrispondenza della base della boa sul fondale marino.

I risultati furono incoraggianti e si proseguì con l'attività di acquisizione e analisi dati.

Per una descrizione dettagliata delle strategie di processamento dei dati e filtraggio delle serie temporali si rimanda ai lavori di De Martino et al. [2012; 2014a]. Qui si ricorda brevemente che a causa degli spostamenti della boa dovuti alle condizioni meteo-marine si è adottata una strategia di analisi dei dati GPS di tipo cinematico epoca per epoca (ogni 30 s) rispetto alla stazione cGPS di LICO (in alto a sinistra in Figura 1), per poi apportare una correzione in quota (Figura 3) e infine calcolare soluzioni mediane giornaliere dopo aver filtrato dagli outliers (Figura 4).

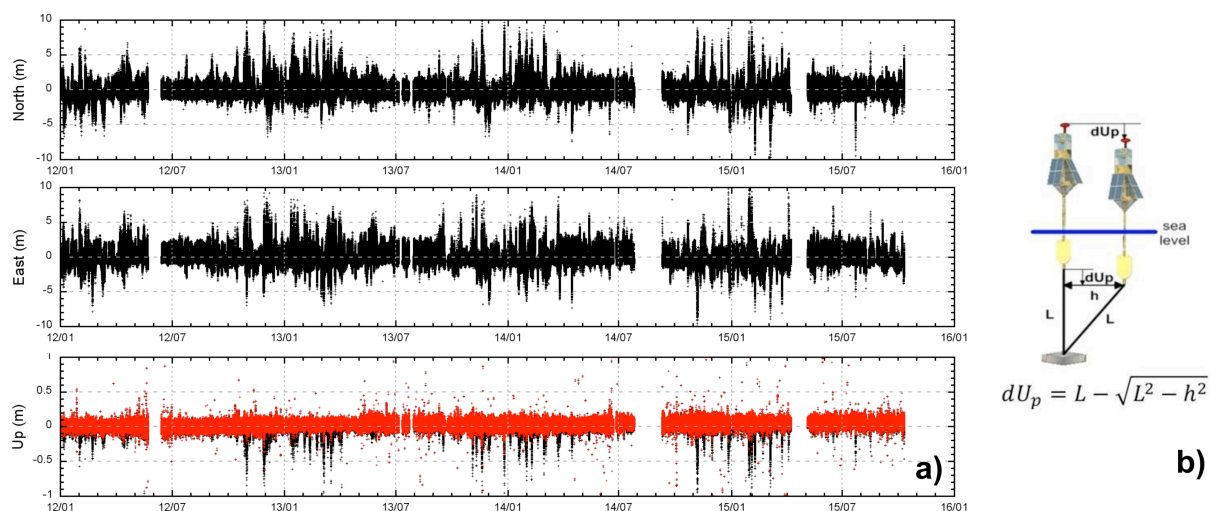


Figura 3. a) Serie temporale GPS cinematica (in nero) della stazione CFB1. In rosso i valori in quota corretti secondo la formula riportata nel pannello b).

Durante il 2012 vi è stato un aumento della velocità del fenomeno di inflazione dell'area (Figura 2) ed è stato possibile evidenziare un sollevamento del fondo marino dell'ordine di circa 4 cm fino a maggio 2013 (Figura 4) [De Martino et al., 2014a]. La stazione cGPS di CFB1 ha funzionato fino ad ottobre 2015 quando è stata dismessa per lavori di manutenzione e ammodernamento dell'infrastruttura CUMAS, facendo registrare un sollevamento totale nel periodo di funzionamento di circa 7-8 cm (Figura 4). A breve verrà installata una nuova stazione (CFSB in Figura 1), dotata di nuova strumentazione e con un'ubicazione sulla torretta che garantirà una migliore stabilità nel tempo.

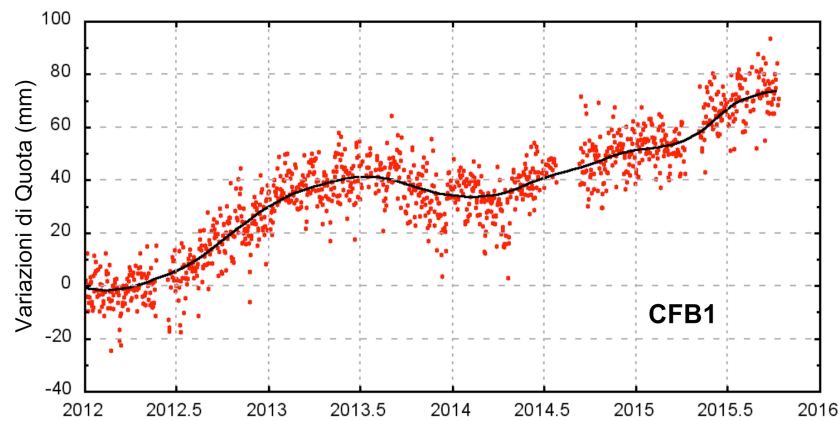


Figura 4. Serie temporale delle variazioni giornaliere in quota della stazione cGPS di CFB1 (meda CUMAS - Golfo di Pozzuoli) dal 2012 ad ottobre 2015. La linea nera rappresenta la mediana calcolata su una finestra mobile di 121 giorni.

3. Le nuove stazioni cGPS e primi risultati

Dalla fine di marzo 2016 sono operative le nuove stazioni cGPS CFBA, CFBB e CFBC (Figura 1) che, seppur ancora in fase di test per ottimizzare i sistemi di trasmissione e alimentazione, iniziano a fornire i primi interessanti risultati.

In Figura 5 vengono messe a confronto le serie temporali cinematiche dei primi 19 giorni di registrazione (dal 24 marzo al 11 aprile 2016) delle 3 nuove stazioni cGPS sulle boe con quelle di 2 stazioni sulla terraferma (ACAE e RITE in Figura 1) e con i dati della dismessa stazione di CFB1 relativi allo stesso periodo, ma del 2015. L'intento è verificare il miglioramento dei risultati rispetto alla vecchia installazione e le differenze con le stazioni sulla terraferma.

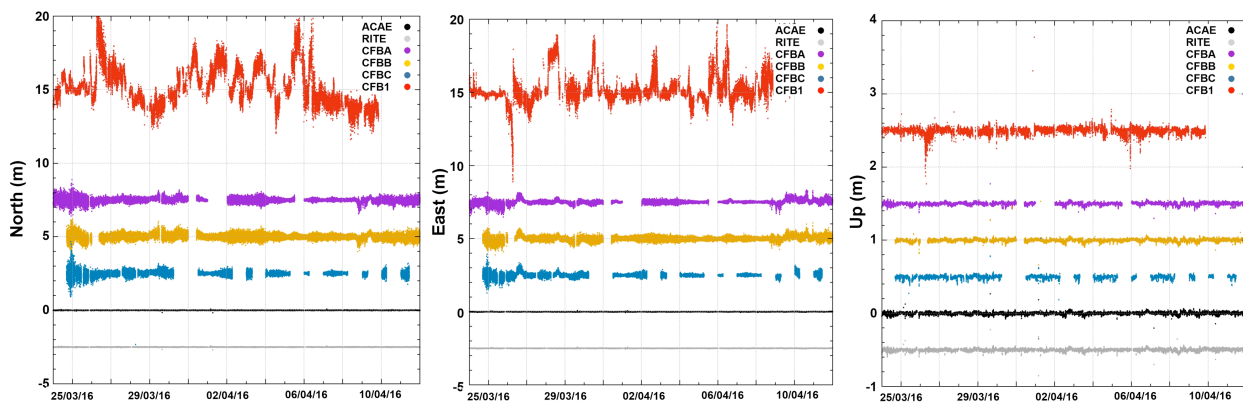


Figura 5. Serie temporali GPS cinematiche delle 3 nuove stazioni (CFBA, CFBB e CFBC) messe a confronto con 2 stazioni sulla terraferma (ACAE e RITE) e la stazione dismessa sulla boa CUMAS (CFB1). Le serie sono traslate in ordinata per una migliore visualizzazione.

È evidente il netto miglioramento delle variazioni lungo le componenti planimetriche (nord ed est), indice della miglior stabilità delle nuove boe e della bontà delle scelte progettuali delle stesse [Guardato et al., 2015]. La miglior qualità delle componenti planimetriche è ancor più evidente dalla Figura 6, dove le variazioni delle componenti Nord ed Est di Figura 5 sono graficate sul piano orizzontale.

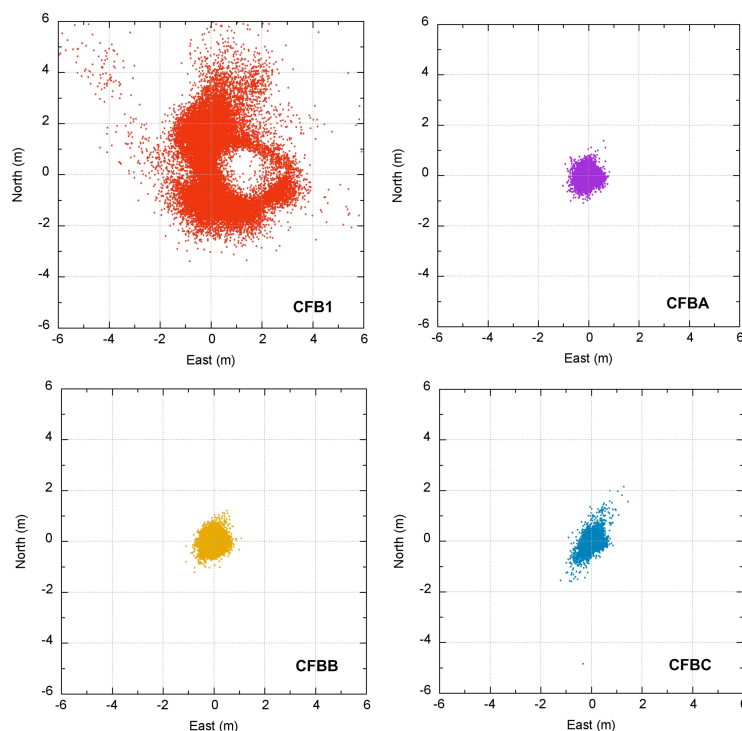


Figura 6. Variazioni delle componenti Nord ed Est (Figura 5) lungo il piano orizzontale.

Per quanto riguarda la variazioni in quota (Up), anche queste sono migliorate raggiungendo lo stesso livello di qualità delle stazioni sulla terraferma (Figura 5).

Da aprile 2016 la velocità massima di sollevamento ai Campi Flegrei è aumentata a valori di circa 1.5 cm/mese [<http://www.ov.ingv.it/ov/it/bollettini/272-campi-flegrei-bollettini-settimanali.html>] e i primi risultati preliminari permettono di evidenziare che anche la parte sommersa della caldera è interessata da un sollevamento di circa 1.5 cm alla stazione di CFBA nel periodo aprile-maggio 2016 (Figura 7).

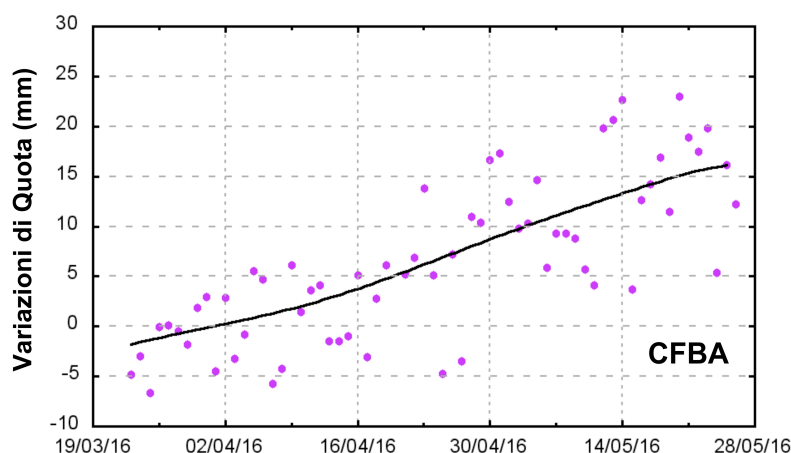


Figura 7. Serie temporale delle variazioni giornaliere in quota della stazione cGPS di CFBA nel periodo aprile-maggio 2016. La linea nera rappresenta la mediana calcolata su una finestra mobile di 15 giorni.

Bibliografia

- De Martino P., Guardato S., Tammaro U., Iannaccone G., (2012). *Studio di fattibilità per il monitoraggio delle deformazioni del fondo marino tramite GPS su una meda elastica (Golfo di Pozzuoli – Campi Flegrei)*. Quaderni di Geofisica, INGV, n. 104, 2012, ISSN 1590-2595.
- De Martino P., Guardato S., Tammaro U., Vassallo M., Iannaccone G., (2014a). *A first GPS measurement of vertical seafloor displacement in the Campi Flegrei caldera (Italy)*. J. Volcanol. Geother. Res. 276, 145-151, doi:10.1016/j.jvolgeores.2014.03.003.
- De Martino P., Tammaro U., Obrizzo F., (2014b). *GPS time series at Campi Flegrei caldera (2000-2013)*. Annals of Geophysics, 57(2), S0213. doi:10.4401/ag-6431.
- Guardato S., Iannaccone G., (2015). *Specifiche tecniche del progetto di potenziamento a mare del sistema di sorveglianza dell'area vulcanica dei Campi Flegrei*. Rapporti Tecnici INGV, n. 303, 2015, ISSN 2039-7941.
- Iannaccone G., Guardato S., Vassallo M., Elia L., Beranzoli L., (2009). *A new multidisciplinary Marine Monitoring system for the surveillance of Volcanic and Seismic areas*. Seismological Research Letters, Vol. 80, N. 2, March/April 2009, pp. 203-213.

Quaderni di Geofisica

ISSN 1590-2595

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/quaderni-di-geofisica/>

I Quaderni di Geofisica coprono tutti i campi disciplinari sviluppati all'interno dell'INGV, dando particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari, che per tipologia e dettaglio necessitano di una rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. La pubblicazione on-line fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. L'Editorial Board multidisciplinare garantisce i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

Rapporti tecnici INGV

ISSN 2039-7941

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/rapporti-tecnici-ingv/>

I Rapporti Tecnici INGV pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico e di rilevante interesse tecnico-scientifico per gli ambiti disciplinari propri dell'INGV. La collana Rapporti Tecnici INGV pubblica esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. L'Editorial Board multidisciplinare garantisce i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

Miscellanea INGV

ISSN 2039-6651

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/miscellanea-ingv/>

La collana Miscellanea INGV nasce con l'intento di favorire la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV (sismologia, vulcanologia, geologia, geomagnetismo, geochimica, aeronomia e innovazione tecnologica). In particolare, la collana Miscellanea INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli ecc..

Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

© 2016 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

<http://www.ingv.it>



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia