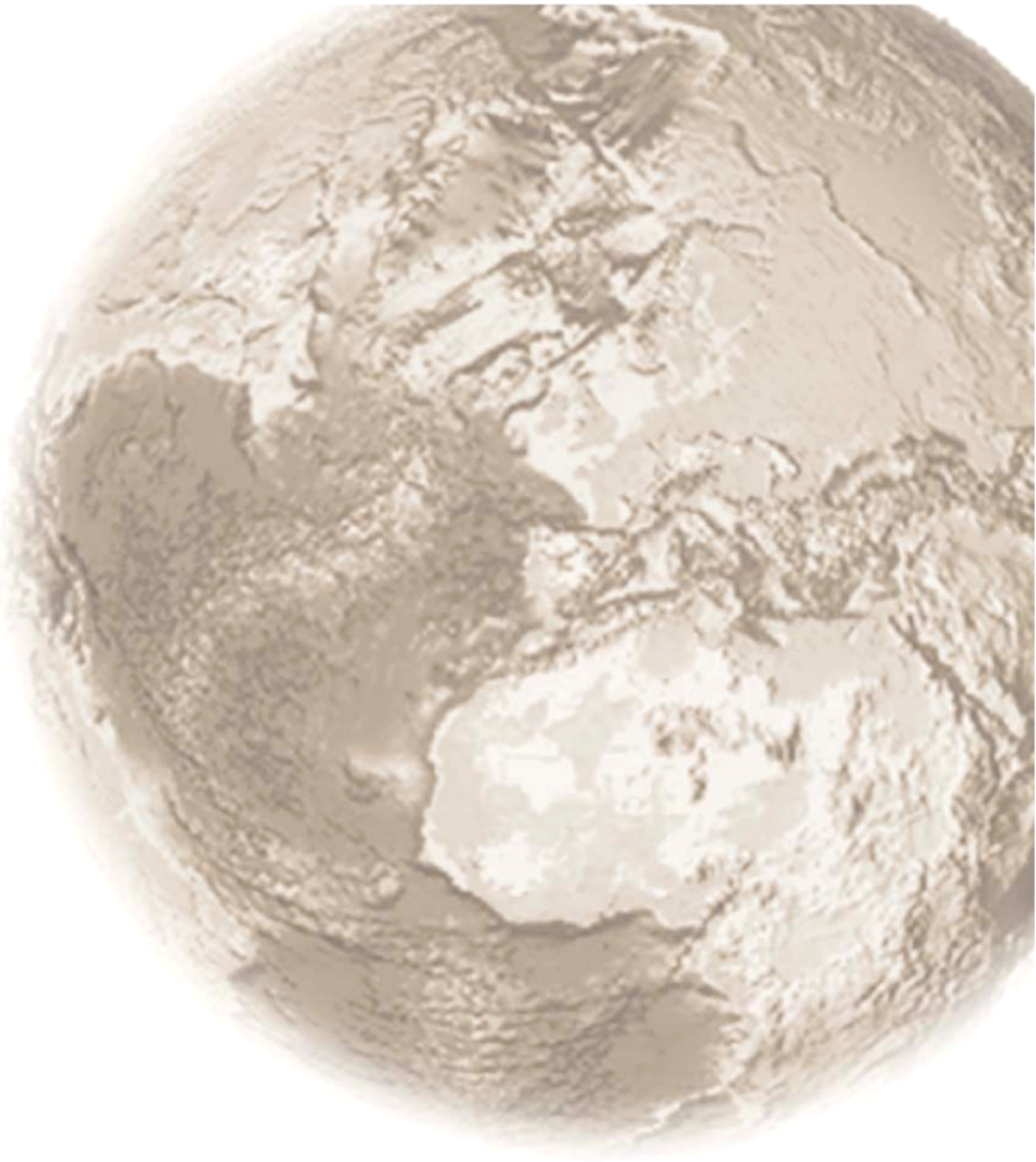
Rapporti Tecnici INGV



2006

Monitoraggio della faglia di Trecastagni (CT) mediante l'uso di estensimetri

Antonino Carnazzo, Giuseppe Falzone, Angelo Ferro, Salvatore Gambino, Giuseppe Laudani, Edoardo Principio

n.34

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Via di Vigna Murata 605 - 00143 Roma
tel 06518601 • fax 065041181
www.ingv.it

MONITORAGGIO DELLA FAGLIA DI TRECASTAGNI (CT) MEDIANTE L'USO DI ESTENSIMETRI

Antonino Carnazzo*, Giuseppe Falzone^, Angelo Ferro^, Salvatore Gambino^, Giuseppe Laudani^, Edoardo Principio*

** Provincia Regionale di Catania,Via Novaluce,67/A - 95030 Tremestieri Etneo (CT), Italy*

^ Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Catania, P.zza Roma 2, 95123 Catania, Italy

Indice

Riassunto 5

Introduzione 5

1 La faglia di Trecastagni 5

2 Sistema di monitoraggio 5

2.1 Estensimetri a filo 6

2.2 Deformometro meccanico 8

3 Tipologia dei dati registrati 9

4 Conclusioni 10

Bibliografia 11

Riassunto

Questo lavoro si propone di fornire un quadro delle attività di monitoraggio svolte dal 2004 sulla faglia di Trecastagni attraverso dispositivi di misura diretta sia in continuo che discreta. Tale attività ha lo scopo di indagare la dinamica di questa particolare struttura attiva dell'Etna che interseca elementi sensibili del territorio della provincia di Catania (strade, edifici).

Gli strumenti in continuo sono costituiti da estensimetri a filo; le misure discrete sono effettuate utilizzando deformometri meccanici di precisione.

I dati acquisiti sono caratterizzati da rumore giornaliero molto basso e da un rumore stagionale intorno a 2 mm che può essere decisamente ridotto attraverso procedure di filtraggio; nel complesso il primo anno di dati comunque sembra indicare che la faglia di Trecastagni sia caratterizzata da una continua dinamica.

Introduzione

Gli estensimetri sono strumenti utilizzati per il monitoraggio in continuo, sia in ambito geotecnico (frane) che scientifico (faglie, fratture), al fine di rilevare spostamenti relativi tra capisaldi separati da discontinuità.

Per ciò che concerne il monitoraggio di faglie attive, sistemi di rilevazione a filo sono utilizzati da diversi decenni per la misura diretta dei movimenti di creep sulla San Andreas Fault in Central California [Bilham, 1989; Bilham and Whitehead, 1997] ed anche in altre aree [ad esempio in Taiwan, Lee et al., 2000].

Anche per quanto riguarda il monitoraggio di fratture in aree vulcaniche misure di spostamento sono state effettuate sia sul St. Helens [Iwatsubo et al., 1992] che sull'Etna [Gambino, 2004].

Sistemi a lettura periodica diretta (ad es. vetrini millimetrati o dischetti metallici) sono generalmente utilizzati per il monitoraggio di edifici, ponti etc. ma in diversi casi sono risultati utili anche nel monitoraggio di strutture tettoniche [Neri et al., 2004].

Nel nostro caso si è fatto uso di deformometri meccanici attraverso i quali è possibile determinare precise variazioni lineari, di una discontinuità previa la messa in opera di idonei dischetti metallici su manufatti.

1. La faglia di Trecastagni

Con faglia di Trecastagni (fig. 1) si identifica una struttura tettonica che si sviluppa all'interno del territorio della Provincia di Catania tra Trecastagni e San Giovanni la Punta caratterizzata da una direzione circa NNW-SSE interessando buona parte della Strada Provinciale 8/III.

La faglia di Trecastagni insieme alla faglia di Tremestieri-Mascalucia costituisce un importante elemento strutturale del basso versante sud-orientale dell'Etna; entrambe sono caratterizzate da evidenti scarpate morfologiche talvolta oscurate dalla presenza di coni e lave recenti e rappresentano secondo molti autori [es. Borgia et al., 1992; Lo Giudice and Rasà, 1992; Froger et al., 2001] il margine meridionale dello scivolamento del fianco orientale dell'Etna considerato instabile ed in lento ma continuo spostamento in direzione E-SE.

La faglia di Trecastagni è caratterizzata da movimenti soprattutto di tipo normali ed è caratterizzata da una sismicità molto superficiale (1-2 km). Diversi autori hanno evidenziato l'attività della struttura riscontrando spostamenti cosismici della scarpata di faglia sia durante le sequenza sismiche del settembre 1980 che il terremoto del 21/11/1988 oltre che cavità sul terreno, fratture lungo i muretti della SP 8/III e sulle costruzioni [Azzaro, 1999].

Froger et al. (2001) hanno stimato attraverso studi di interferometria SAR spostamenti della faglia durante il periodo 1996-1998 di circa 4-6 mm/anno.

Recentemente Acocella et al., [2003] hanno evidenziato che la sismicità che ha caratterizzato il versante orientale durante il periodo eruttivo 2002-2003 ha causato, una fratturazione superficiale sul terreno con predominanti movimenti di apertura a componente destra di alcuni centimetri.

2. Sistema di monitoraggio

La realizzazione del sistema di monitoraggio ha inizio nell'ottobre 2004 con l'installazione del primo estensimetro a filo (fig. 1) dismesso per problemi di sito nel marzo 2005 ed è proseguita successivamente

con ulteriori due installazioni e con l' applicazione di dischetti metallici su elementi strutturali (muri di recinzione, ecc.) interferenti con la struttura tettonica da monitorare.

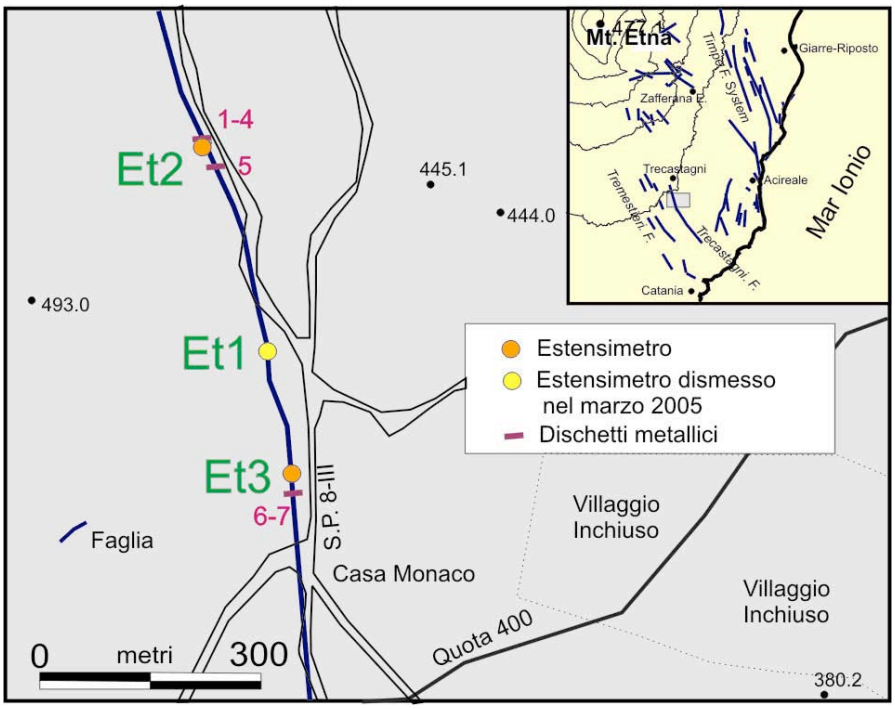


Figura 1 Rete estensimetrica della faglia di Trecastagni.

2.1 Estensimetri a filo

La tipologia degli estensimetri esistenti sul mercato varia in base alle esigenze di analisi (distanza indagata, componenti del moto da rilevare, entità delle variazioni in gioco) ed in generale i più utilizzati sono quelli a filo.

Nel caso della faglia di Trecastagni l'estensimetro a filo di superficie utilizzato è un Mod. D241A200 prodotto dalla Ditta Sisgeo. Lo strumento è costituito da un cavo d'acciaio teso con tensione costante tra i due punti da controllare; gli spostamenti della frattura sono rilevati da un sensore di spostamento.

La distanza massima fra i due punti d'ancoraggio dello strumento può arrivare fino a 30 metri. L'estensimetro è composto da una scatola in alluminio contenente un potenziometro rotativo e un tensionatore del cavo d'acciaio con 2 metri di corsa e capacità di carico fino a 8 kg montato su una piastra di fissaggio in acciaio zincato; l'altra estremità del cavo viene fissata su una staffa di ancoraggio.

Ogni movimento del cavo produce una rotazione del potenziometro e quindi un segnale elettrico proporzionale allo spostamento. La sensibilità dello strumento è di 0.03 mm la precisione dipende essenzialmente dagli effetti termici sia sul filo (in funzione anche della lunghezza) che sulla struttura su cui lo strumento è installato.

Per determinare tali effetti la strumentazione è stata dotata di un sensore di temperatura (PT100) che è stato posizionato in prossimità dello strumento (fig 2).

Il diametro del cavo di 2 mm in acciaio può operare tra -20°C e 60°C e l'acquisizione avviene attraverso un datalogger 4 canali (Mod. ADR Sisgeo Minilogger) un sistema di acquisizione dati dotato di una capacità di 64.000 dati e un'interfaccia seriale tipo RS 485 (fig. 2).

Le stazioni sono state predisposte per acquisire i dati ogni 60 minuti, comprendendo oltre la registrazione della distanza anche la temperatura esterna.

Sono due le stazioni attive; la prima ET2 è stata installata nel maggio 2005 direttamente su una struttura in cemento completamente fratturata (fig. 2). La seconda (Et3) invece è stata realizzata nel febbraio-aprile 2006 sul terreno eseguendo una trincea intersecante la faglia e due pozzetti ancorati al substrato dove sono stati ubicati sia lo strumento che l'ancoraggio del filo che scorre all'interno di un tubo in PVC cementato al suolo.

Figura 2 Foto installazione estensimetro ET2. L'ingrandimento del riquadro è riportato in fig. 5

La distanza fra i due punti d'ancoraggio dello strumento è di 8.5 metri; il filo utilizzato è in parte (circa un metro) in acciaio (Coefficiente di espansione lineare _ = 1.2 10-5 °C-1) ed il restante in Kevlar (Coefficiente di espansione lineare _ = -2.3 10-6 °C-1). Tale accoppiamento consente di ridurre al minimo la risposta termica dello strumento.

Figura 3 Foto installazione estensimetro ET3.

2.2 Deformometro meccanico

Alle misure in continuo mediante i suddetti estensimetri a filo sono state affiancate misure discrete con l'utilizzo di un deformometro meccanico con comparatore analogico della Controls (mod. 58-C0230). Questa strumentazione permette di determinare le variazioni lineari nelle diverse posizioni di una discontinuità con la precisione teorica di 0,001 mm.

Figura 4 Deformometro meccanico.

La strumentazione consiste in:

una barra di invar con a ciascuna delle sue estremità un perno a terminale conico, uno dei quali fisso e l'altro mobile con possibilità di trasmettere il movimento, che corrisponde alla deformazione, ad un comparatore millesimale installato sullo strumento con un rapporto 1:1.

Una barra campione in invar, avente alle estremità un piccolo alloggiamento per l'inserimento delle punte dei perni conici della barra misuratrice, da utilizzare per l'azzeramento del comparatore;

Un'asta di riscontro di metallo invar, usata per la predisposizione dei dischetti di riscontro, munita di due perni a terminale conico posti alle estremità;

Dischetti metallici di riferimento, da incollare in coppia sulla superficie, mediante collante, distanziati fra di loro dalla barra di riscontro.

Sono state materializzate 7 coppie di dischetti metallici opportunamente distribuiti sulle fratture al fine di poter ricavare informazioni che possono sia supportare i dati registrati in continuo che fornire ulteriori dettagli sulla componenti dello spostamento.

Figura 5 Particolare della coppia di dischetti n° 3 installati a ridosso dell'estensimetro a filo Et2.

3. Tipologia dei dati registrati

In figura 6 è riportato un esempio di dati registrati alle due stazioni. Risulta evidente che i segnali acquisiti sono caratterizzati da rumore giornaliero molto basso che generalmente non supera 0.1 millimetri.

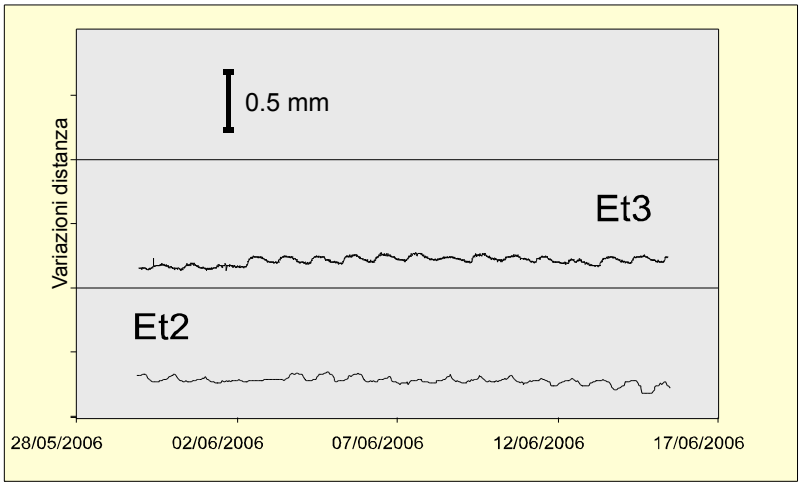


Figura 6 Esempio di segnale registrato ai 2 estensimetri Et2 ed Et3.

In figura 7A invece si riporta una finestra temporale sui dati registrati nel primo anno di acquisizione relativi all'estensimetro ET2. I dati mettono in evidenza chiare correlazioni stagionali tra il segnale e la temperatura; le variazioni termiche inducono sul filo e sulle strutture fenomeni di contrazione ed espansione intorno ai 2 mm.

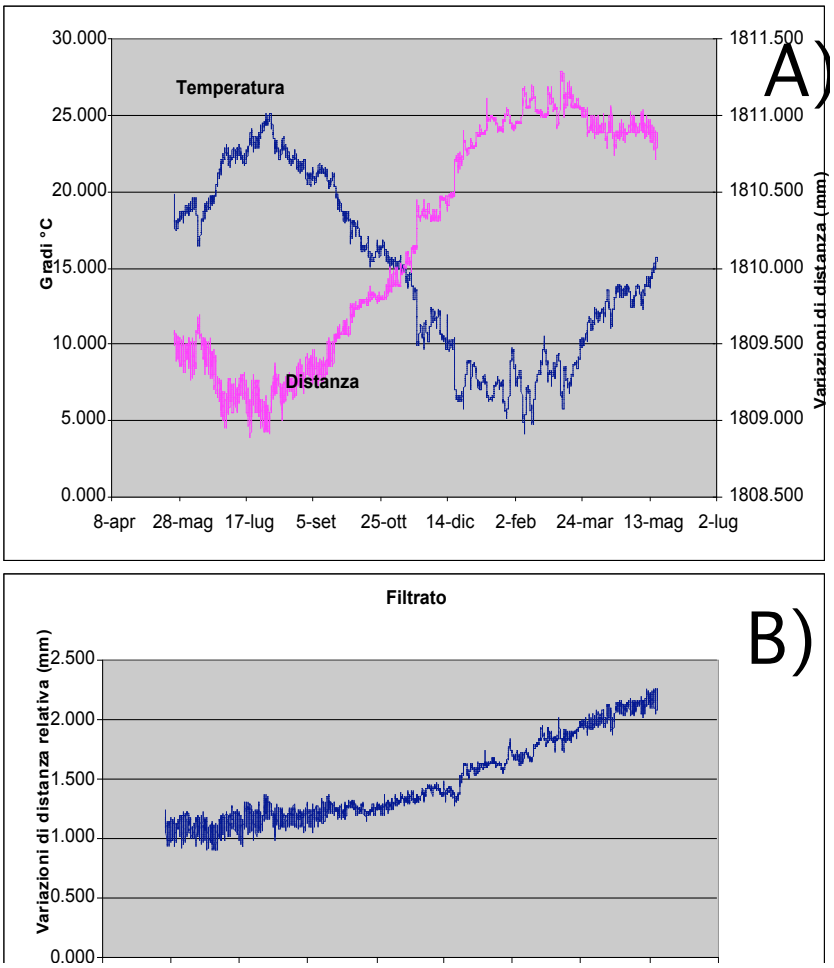


Figura 7 Misure di distanza e di temperatura alla stazione ET2 (A), dato filtrato per la temperatura (B).

La figura 7B mostra un primo tentativo di filtraggio dei dati ottenuto attraverso una regressione lineare distanza-temperatura che evidenzia chiaramente un trend in apertura di circa 1.2 mm tra maggio 2005 e maggio 2006.

Le letture sui dischetti metallici installati, effettuate ad intervalli prestabiliti tramite l'utilizzo del deformometro meccanico sono state riportate su un diagramma ottenendo una relazione lineare dello spostamento nel tempo della due parti della discontinuità monitorata (fig. 8).

La figura 8 riporta l'esempio della coppia n° 3 che è stata installata a ridosso dell'estensimetro ET2. Le variazioni misurate nel periodo 9 giugno 2005 – inizio luglio 2006 sono in accordo con le misure in continuo (circa 1.5 mm di apertura). Le misure su tutte le altre coppie installate mostrano andamenti simili con spostamenti millimetrici.

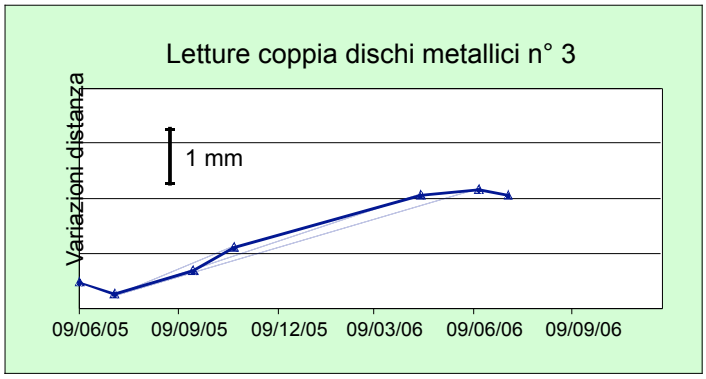


Figura 8 Misure discrete effettuate sulla coppia n° 3.

Una migliore valutazione della dinamica di questo settore della faglia di Trecastagni non potrà essere fatta prima di 2-3 anni di misure su entrambi i sensori (che consentiranno tra l'altro di migliorare la depurazione del segnale dagli effetti termici) e ed attraverso un attento confronto con le misure discrete e i dati provenienti da altre tecniche (es. SAR).

4. Conclusioni

In questo lavoro è riportato un primo quadro dell'attività di monitoraggio sulla faglia di Trecastagni con l'ausilio di estensimetri a filo in continuo e dispositivi di misurazione discreta (dischetti metallici misurati con deformometro).

Si è riscontrata una buona qualità dei dati registrati caratterizzati da rumore giornaliero molto basso (0.1 mm) e un più marcato rumore stagionale (circa 2 mm). Il rumore stagionale può essere decisamente ridotto attraverso procedure di filtraggio e nel complesso il primo anno di dati registrati ad ET2 sembrano indicare che la faglia di Trecastagni sia stata caratterizzata tra maggio 2005 e maggio 2006 da una continua dinamica in apertura. Anche le misure discrete confermano questo andamento.

Una migliore valutazione sulla dinamica della struttura potrà essere effettuata in futuro con una più estesa serie storica, considerando anche i dati della stazione ET3, le misure discrete e i risultati ottenuti da altre tecniche (es. SAR).

Bibliografia

Acocella, V., Behncke, B., Neri, M., D'Amico, S., (2003). *Link between large-scale flank slip and 2002–2003 eruption at Mt. Etna (Italy).* Geophysical Research Letters 30 (24), 2286.

Azzaro, R., (1999). *Earthquake Surface Faulting At Mount Etna Volcano (Sicily) And Implications For Active Tectonics.* J. Geodyn., 28 (2-3), 193-213.

Bilham, R., (1989). *Surface slip subsequent to the 24 November 1987 Superstition Hills, earthquake, California, monitored by digital creepmeters.* Bull. Seism. Soc. Amer., 79 (2), 425-450.

Bilham, R. and S. Whitehead, (1997). *Subsurface creep on the Hayward fault, Fremont, California.* Geophys. Res. Lett. 24 (11), 1307-1310.

Borgia, A., Ferrari, L., Pasquarè, G., (1992). *Importance of gravitational spreading in the tectonic and volcanic evolution of Mount Etna.* Nature, 357, 231-235.

Froger, J. L., O. Merle, and P. Briole, (2001). *Active spreading and regional extension at Mount Etna imaged by SAR interferometry.* Earth Planet. Sci. Lett., 187, 245–258.

Gambino, S. (2004) *Continuous dynamic response along a pre-existing structural diontinuity induced by the 2001 eruption at Mt Etna.* Earth Planets Space, 56, 447-456.

Iwatsubo, E.Y., Ewert, J. W., Murray, T. L., (1992). *Monitoring radial crack deformation by displacement Meters, in: Monitoring volcanoes: techniques and strategies by the staff of the Cascades observatory, 1980-90*, Ewert, J.W., and D.A. Swanson, Eds, U.S.G.S. Book, pp. 95-101.

Lee, J., F. Jeng, H. Chu, J. Angelier, and J. Hu, (2000). *A rod-type creepmeter for measurement of displacement in active fault zone.* Earth Planets Space, 52 (5), 321-328.

Lo Giudice, E., Rasà, R., (1992). *Very shallow earthquakes and brittle deformation in active volcanic areas: the Etnean region as exampl*e. Tectonophys., 202, 257-268.

Neri, M., Acocella, V., Behncke, B., (2004). *The role of the Pernicana Fault system in the spreading of Mt.Etna (Italy) during the 2002–2003 eruption.* Bulletin of Volcanology, 66, 417–430, doi: 10.1007/S00445-003-0322-X.

grafic@immagini
ingr • romo