



## Quadro di sintesi e aggiornamento al 19 Maggio 2008 sullo stato di attività sismica dell'Etna

a cura di Domenico Patanè, Responsabile dell'UF Sismologia

Nel presente rapporto sono sintetizzate le informazioni sullo stato sismico dell'Etna nel corso dei primi sei giorni dell'eruzione sommitale iniziata il 13 Maggio, sull'alto fianco orientale del vulcano. I dati presentati in questo rapporto provengono dalle reti di stazioni permanenti di monitoraggio sismico e infrasonico.

In this report, the information on the current seismic pattern related to the first six days of the Mt. Etna summit eruption started on May 13, 2008 on the high eastern flank are briefly reported. The data here considered are provided from the permanent seismic and infrasonic monitoring stations.

### Premessa

Nel presente aggiornamento sono di seguito riportate oltre alle analisi che vengono effettuate di *routine* ai fini della sorveglianza, quali il calcolo dei parametri sorgente dei terremoti e l'analisi e localizzazione del tremore vulcanico, anche alcune analisi che ad oggi sono in fase di *test* e che pertanto vengono aggiornate solo periodicamente. Queste ultime tipologie di analisi riguardanti gli eventi sismo-vulcanici (Very-Long-Period, VLP, Long-Period, LP, e Explosion-Quakes, EXQ), sono eseguite da alcuni gruppi di lavoro in attesa che vengano reperite le risorse di calcolo per una analisi automatizzata e definito uno *standard* da poter adottare ai fini della sorveglianza. Allo stato attuale solo le localizzazioni degli eventi vulcano-tettonici (VT) e del tremore risultano completamente automatizzate.

Una analisi sistematica degli eventi sismo-vulcanici all'Etna è stata possibile solo a partire dall'installazione del primo nucleo di rete a larga-banda nel Novembre 2003 (8 stazioni). Successivamente la rete è stata progressivamente potenziata. A partire dal 2007, grazie alla densità di stazioni permanenti poste alle quote medio alte del vulcano (15 stazioni), è stato possibile analizzare e localizzare tali eventi con notevole precisione e affidabilità. Lo sviluppo di nuove procedure software si è reso quindi necessario a partire dal 2007 anche per queste tipologie di segnali a bassa-frequenza. Ciò in virtù della recente espansione della rete sismica permanente in termini sia di canali acquisiti, visto che oltre il 50% delle vecchie stazioni oggi risulta essere a 3-componenti, che di estensione nel dominio della frequenza essendo i sensori di tipo a larga-banda (40s). In quest'ottica si sta quindi procedendo all'ottimizzazione/sviluppo di nuovi sistemi di analisi in tempo reale, basati sui dati provenienti dai sistemi centralizzati, migliorando le capacità di risoluzione dei parametri stimati, grazie all'ulteriore integrazione con i dati derivanti dai sistemi mobili. I risultati vengono, in parte, confluiti nell'aggiornamento dei sistemi di monitoraggio sismico. In particolare, sono già state migliorate le vecchie procedure di classificazione e riconoscimento delle diverse tipologie di segnali sismo-vulcanici e si sono sviluppati nuovi codici per l'analisi sia nel dominio del tempo sia nel dominio delle frequenze, anche mediante l'uso di tecniche di analisi statistiche. In particolare, sono state di recente implementate nuove tecniche per la localizzazione delle sorgenti di tremore all'Etna e dei segnali VLP e LP, rispettivamente tramite l'analisi del decadimento dell'ampiezza dei segnali sismici e di

*Semblance e Radial Semblance* con ricerca su griglia. Sono stati, inoltre, ottimizzate negli ultimi anni le classiche procedure di analisi dei parametri sismici e dei parametri di sorgente degli eventi vulcano-tettonici (VT) grazie all'utilizzo dei nuovi modelli di velocità 3D e di tecniche di localizzazione relative. Allo stato attuale, in relazione alle notevoli risorse di calcolo necessarie ad eseguire le sopradette analisi si è scelto di realizzare un'applicazione distribuita che consente di suddividere l'elaborazione tra vari computer creando un programma di tipo client-server.

Di seguito sono riportati i contributi dei diversi gruppi di lavoro che si sono occupati dei vari aspetti che hanno caratterizzato l'attività eruttiva iniziata il 13 Maggio 2008.

**La rete sismica e infrasonica dell'INGV-CT: interventi di ottimizzazione della rete permanente e installazione della rete mobile nel corso dell'attività eruttiva**

Gruppo di lavoro: G. Aiesi, L. Cappuccio, D. Contrafatto, M. Castellano\*, P. Cusano\*, F. Bianco\*, D. Galluzzo\*, S. Di Prima, G. La Rocca, A. Messina, R. Platania, D. Patane, A. Pellegrino, S. Rapisarda, L. Scuderi, L. Zuccarello

\* INGV-Osservatorio Vesuviano

La rete sismica permanente dell'Etna, dell'INGV-CT, ha raggiunto negli ultimi anni un buon livello sia qualitativo che quantitativo; resta da completare l'opera di rinnovamento del monitoraggio in alcuni settori del vulcano. Il progetto "Sicilia" prevede l'ammodernamento di parte delle vecchie stazioni analogiche ancora operanti e l'integrazione nelle aree scarsamente monitorate. Allo stato attuale, su un totale di ca. 40 stazioni (Figura 1), sono 22 le stazioni digitali Nanometrics equipaggiate con sensore Trillium a larga-banda (40s). Per il monitoraggio delle radiazioni infrasoniche dell'Etna la rete di recente installazione, è attualmente composta da 4 stazioni ubicate in corrispondenza delle stazioni sismiche sommitali EBEL, ECPN, EPLC e EPDN. A queste si aggiunge una 5<sup>a</sup> stazione (ESLN) ubicata a Serra la Nave, ma temporaneamente inattiva. Le stazioni sono equipaggiate con microfoni a condensatore con una sensibilità di 80 mV/Pa nella banda di frequenza infrasonica 1 – 20 Hz. I segnali rilevati, sono trasmessi in tempo reale a Catania ed acquisiti ad una frequenza di campionamento pari a 100 Hz.



*Fig. 1. Distribuzione delle stazioni sismiche e infrasoniche considerate nel presente rapporto.*

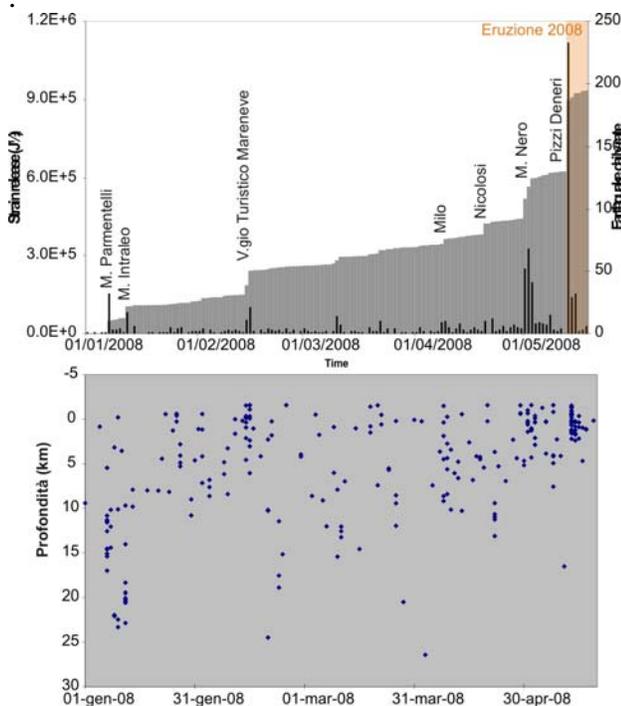
Nel corso della crisi eruttiva, iniziata giorno 13 Maggio, si è proceduto ad installare 4 stazioni sismiche della rete mobile presso i siti di Monte Conca e Monte Spagnolo, al fine di un miglior monitoraggio del Rift di Nord-Est e del settore nord dell'edificio vulcanico. Giorno 16, la stazione presso il sito di Mt. Conca è stata trasformata in stazione permanente Nanometrics a larga-banda. Nei prossimi giorni si interverrà anche presso il sito di Mt. Spagnolo, sostituendo la stazione mobile con una stazione permanente. Ulteriori 2 stazioni mobili sono state installate in vicinanza dell'abitato di Fiumefreddo e di San Leonardello, nel versante orientale dell'Etna per meglio monitorare le strutture tettoniche in questo settore del vulcano. Una ulteriore stazione mobile è inoltre operativa nell'area dell'abitato di Nicolosi per un miglior monitoraggio della faglia di Tremestrieri-Nicolosi, che nei giorni 20-21 Aprile aveva fatto registrare uno sciame sismico.

Infine, già oggi si è proceduto, in collaborazione con l'INGV-Osservatorio Vesuviano, ad installare ulteriori 2 stazioni in area sommitale al fine di un miglior monitoraggio degli eventi a bassa-frequenza. Ulteriori due stazioni verranno installate nella giornata di domani.

### Sismicità da fratturazione

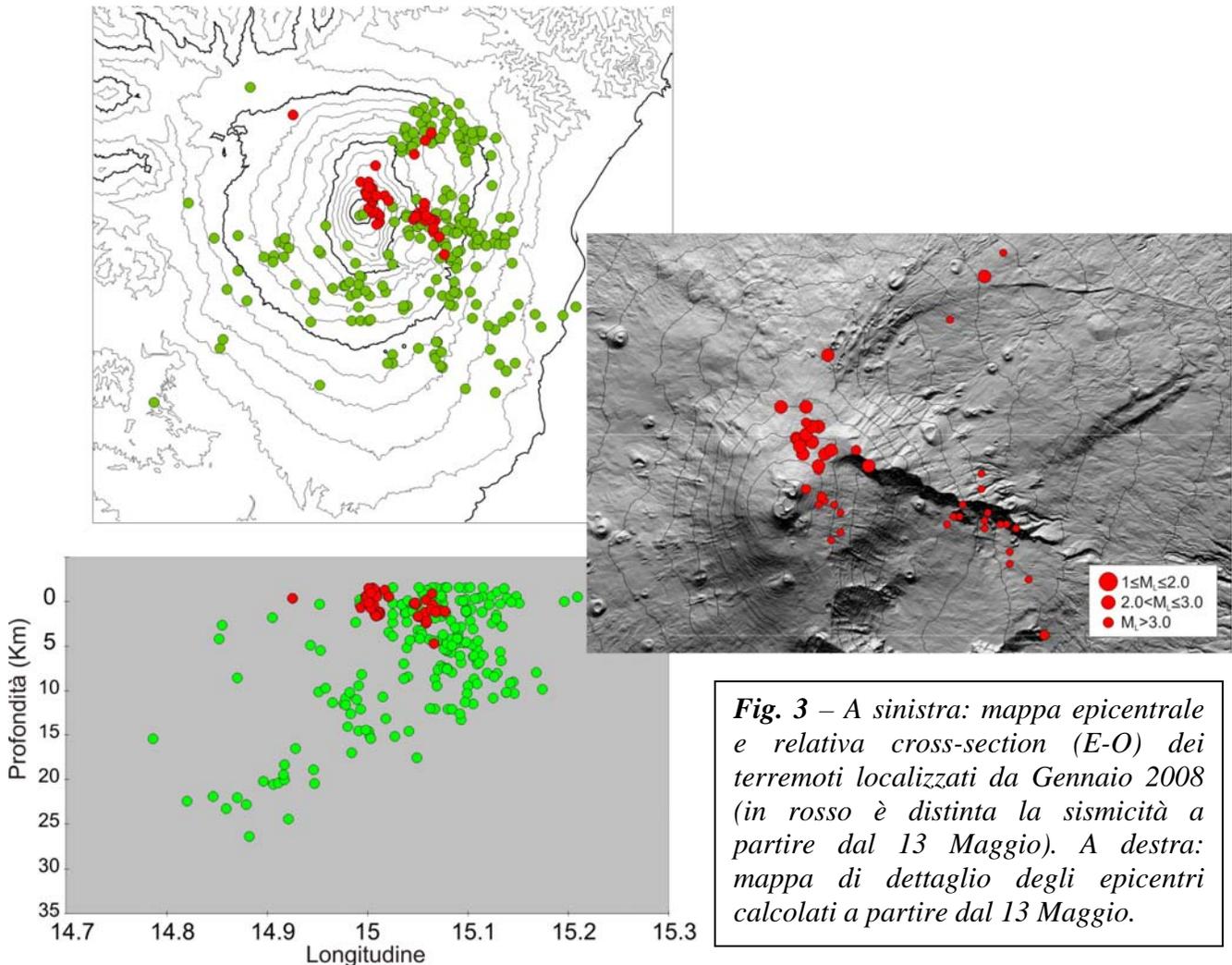
Gruppo di lavoro: S. Alparone, O. Cocina, G. Barberi, S. Falsaperla, E. Giampiccolo, S. D'Amico, C. Musumeci, D. Patanè, S. Spampinato, L. Scarfì, A. Scaltrito, A. Ursino

La sismicità da fratturazione (eventi Vulcano-Tettonici, VT) registrata sul vulcano Etna a partire dal 2008 ha fatto registrare un incremento nel numero degli eventi VT e dello *strain* sismico a questi associato (Fig. 2 in alto). L'aumento del tasso di sismicità, ha avuto inizio con gli sciame del 7-8 Gennaio di Mt. Parmentelli (10-16 km di profondità e  $M_{max}= 2.8$ ) e del 12 Gennaio di Mt. Intraleo (14-20 km di profondità  $M_{max}= 3.2$ ) (Fig. 2 in basso), i quali hanno interessato due strutture tettoniche (NE-SO e NNO-SSE) ben note in passato per le loro evidenti relazioni con i meccanismi di ricarica magmatica dal profondo (es. Bonaccorso et al., 1996; Bonaccorso & Patanè, 2001; Patanè et al., 2003; Bonaccorso et al., 2004; Gambino et al., 2004; Patanè et al., 2005; Mattia et al., 2006).

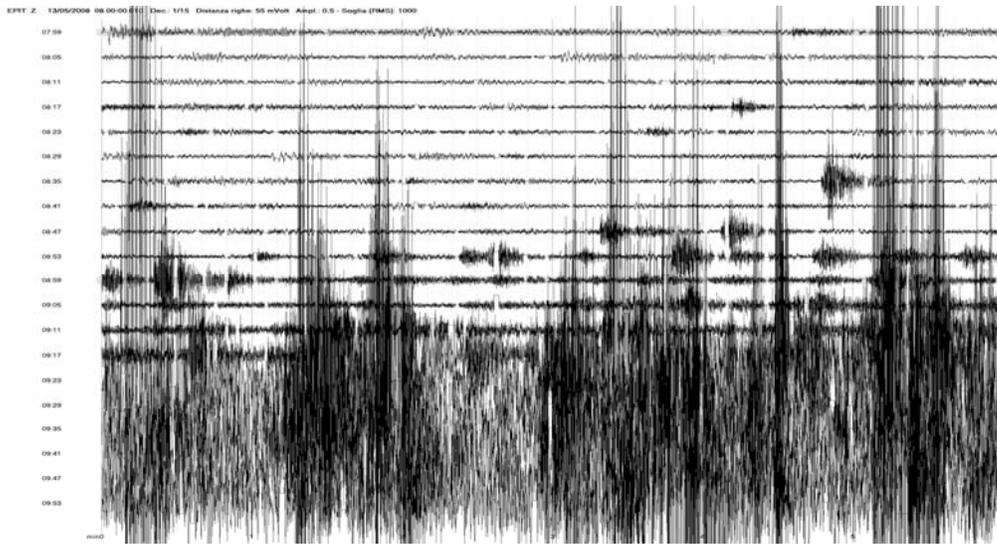


*Fig. 2 – In alto: frequenza giornaliera dei terremoti VT e rilascio di strain sismico associato, nel periodo 1 Gennaio – 19 Maggio 2008; in basso: distribuzione temporale degli ipocentri.*

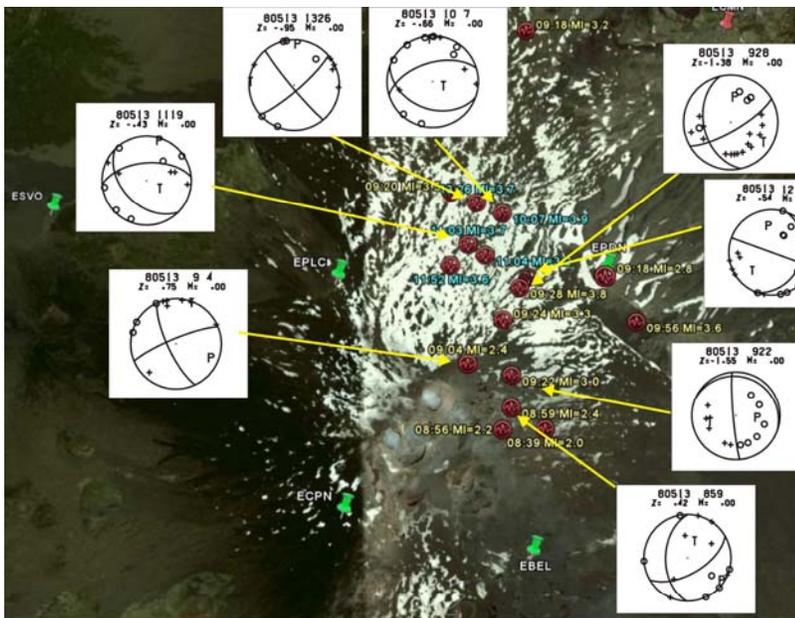
Nel complesso, nei primi mesi del 2008 la distribuzione spaziale della sismicità conferma in gran parte il *pattern* osservato negli ultimi anni, a partire dall'eruzione 2002-2003. Infatti, le sorgenti sismogenetiche attive ricadono prevalentemente nei fianchi nord-orientale, orientale e meridionale del vulcano (Fig. 3), interessando nel settore nord-est la faglia della Provenzana-Pernicana, ad est il settore posto tra la bassa Valle del Bove e i centri abitati di Fleri, Zafferana Etnea, Milo e Fornazzo e a sud il settore compreso tra Pedara e Nicolosi.



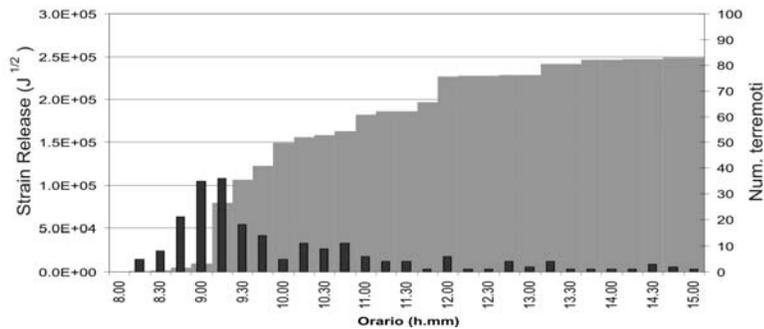
Lo sciame sismico co-eruttivo che ha avuto inizio il 13 Maggio alle ore 10:40 (LT) (Fig. 4) ha fatto registrare circa 230 scosse sino alle 17 circa dello stesso giorno. Il terremoto più energetico, registrato alle ore 12:07, ha avuto magnitudo  $M_L=3.9$ . Questi terremoti sono stati localizzati tra la Valle del Leone e la parte apicale del Rift di Nord Est, ad eccezione di alcuni verificatisi alcuni km più a Nord (Fig. 5 mappa epicentrale). Le localizzazioni relative eseguite con TomoDD ed uno dei più recenti modelli di velocità 3D, aggiornato al 2007, indicano che le profondità dei terremoti variano tra 400 e 1600 metri al di sopra del livello del mare. Una chiara migrazione dei fuochi, dalla Valle del Leone verso Nord, si è avuta a partire dalle ore 11:30 circa (orari in azzurro in Fig. 5), evidenziando un chiaro tentativo di intrusione verso Nord. La maggior parte dei terremoti (ca. 150) è stata registrata sino alle ore 12:00 (Fig. 5 in basso). Nelle ore successive il numero dei terremoti è sensibilmente diminuito e l'ultima scossa di maggiore energia dello sciame è stata registrata alle 15.55 ( $M_L=3.1$ ).



*Fig. 4 – Sismogramma di EPIT relativo alla parte iniziale dello sciame*



*Fig. 5 – In alto: localizzazione degli eventi di maggiore magnitudo del 13 Maggio; per alcuni di essi sono mostrati i meccanismi focali. In basso: andamento temporale del numero di scosse e del rilascio di strain sismico associato.*



Le soluzioni di piano di faglia calcolate (Fig. 5 in alto), indicano prevalentemente meccanismi di rottura di tipo transtensivo con uno dei due piani di faglia orientato ca. N-S, coerentemente con la distribuzione epicentrale. Due dei meccanismi focali dei terremoti posti più a nord suggeriscono, invece, meccanismi di rottura di tipo compressivo, con piani di faglia orientati ca. E-O. I terremoti sono stati accompagnati da notevoli deformazioni del suolo (si vedano rapporti di deformazioni), relazionabili al tentativo di intrusione di un dicco magmatico verso Nord. Nelle ore successive è stata registrata solo una scossa alle ore 23:28 ( $M_L=3.3$ ) nella zona di Mt. Nero.

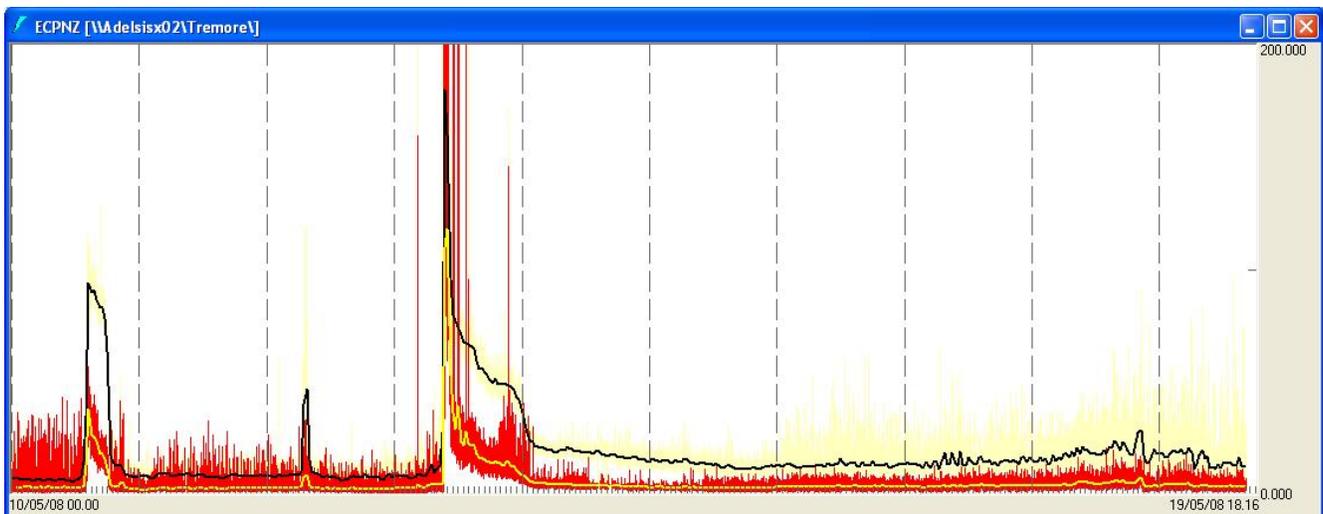
A partire da giorno 14 sono stati registrati ulteriori 20 terremoti, localizzati principalmente a ca. 2.5 Km a NE di Mt. Centenari (8 scosse), 1 Km a NE di Rocca Musarra in Valle del Bove (3 scosse) e a ca. 1.5 Km a N di Mt. Calanna (3 scosse). La magnitudo massima raggiunta è stata pari a 2.4, giorno 17 Maggio. In data odierna, alle ore 09:36 è stata registrata una scossa di magnitudo pari a 1.4, localizzata ca. 1.5 Km a SE di Mt. Nero.

### Tremore vulcanico

Gruppo di lavoro: G. Di Grazia, F. Ferrari, D. Patanè

L'ampiezza del tremore vulcanico, nel corso dei primi mesi del 2008 ha mostrato una certa stabilità su valori medio-alti di  $2.5 \text{ E-6 m/s}$ , mostrando tuttavia alcune fluttuazioni di più breve periodo. Tali valori di ampiezza rientrano nelle oscillazioni ( $1.5\text{E-6} \div 4\text{E-6 m/s}$ ) osservate nel corso del 2007 e sono paragonabili ai valori di ampiezza osservati nelle fasi immediatamente precedenti quasi tutti i fenomeni eruttivi verificatisi a partire dagli anni 2000 ma superiori a quelli che hanno caratterizzato l'attività eruttiva del Cratere di SE nel corso del 2000 e l'eruzione del 2001.

A partire dal 10 maggio, con l'attività di fontanamento di lava dal Cratere di SE, risultava chiaro come il sistema Etna era pronto per una nuova attività eruttiva, dato che dopo la fine della fontana, durata circa 6 ore, il tremore vulcanico era rimasto su valori medio-alti, superiori a quelli pre-eruttivi (Fig. 6) e la sorgente del tremore permaneva al di sotto del Cratere di SE (Fig. 7).

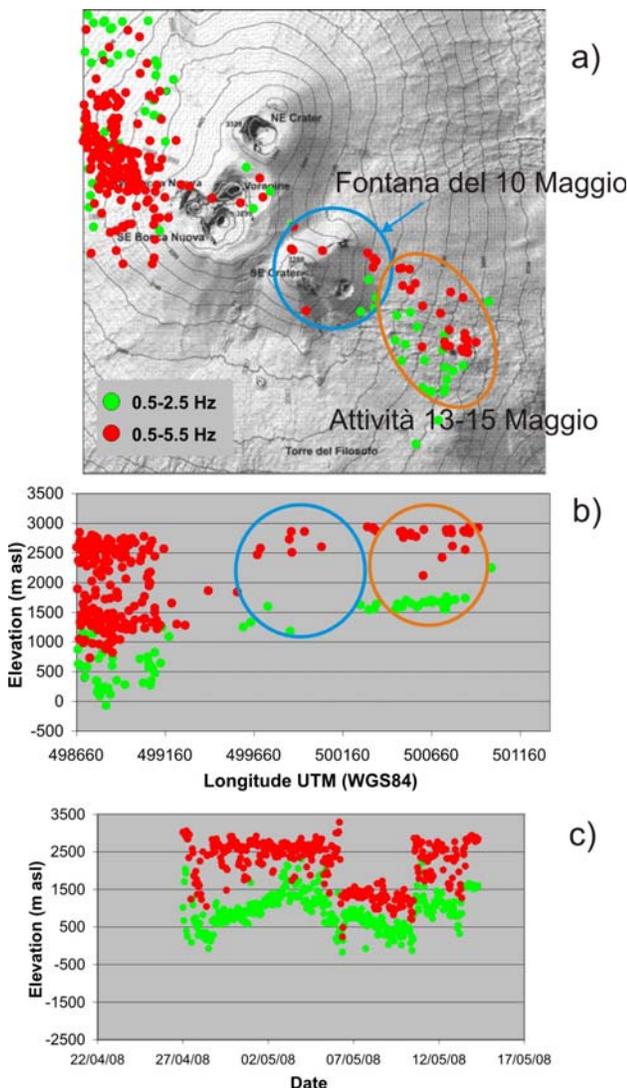


*Fig. 6 - Andamento dell'ampiezza del tremore a partire dal 10/05/2008.*

Dall'andamento delle localizzazioni in funzione del tempo (Fig. 7c) si evince come variazioni significative si osservino a partire dal 6 Maggio con un approfondimento della sorgente per un periodo che va sino all'attività eruttiva del 10 Maggio, quando si riscontra una rapida superficializzazione legata all'attività di fontane. Successivamente, le sorgenti di tremore permangono a livelli più superficiali e con l'inizio dell'attività eruttiva del 13 Maggio si osserva un deciso spostamento delle sorgenti di tremore verso il sistema di fratture eruttivo alla base del Cratere di SE. Tale successione di fenomeni mostra una forte similitudine con le attività eruttive periodiche verificatisi dal Cratere di SE nel 2006 e nel 2007.

Il graduale e forte aumento del tremore vulcanico ha seguito le prime scosse dello sciame sismico già a partire dalle ore 10:50 circa. Il tremore raggiunge la sua massima ampiezza alle ore 12 circa, per poi diminuire bruscamente intorno alle 13. Successivamente si registra una graduale diminuzione sino alle ore 4 circa del 14 Maggio ed una stabilizzazione su valori inferiori (mostrando alcune oscillazioni), ma pur sempre medio-alti e superiori a quelli pre-eruttivi (circa 2 volte).

Le localizzazioni del tremore hanno evidenziato sin dalle prime ore dell'inizio dell'attività sismica ed eruttiva una migrazione e clusterizzazione del centroide delle sorgenti al di sotto del sistema di fratture da cui ha origine l'effusione lavica e l'attività stromboliana e di fontane.



**Fig. 7–** a, b) Mappa epicentrale e cross-section (E-O) delle localizzazioni del centroide delle sorgenti di tremore vulcanico aggiornata al 14 Maggio; c) andamento temporale delle profondità delle sorgenti di tremore a partire dal 27 Aprile. In rosso sono indicate le localizzazioni calcolate sul segnale filtrato tra 0.5 e 5.0 Hz, principalmente legate alla risonanza dei condotti a minore profondità; in verde le localizzazioni calcolate tra 0.5 e 2.5 Hz, legate alle sorgenti più profonde.

E' importante evidenziare, inoltre, come negli ultimi 3 giorni (a partire dal 16 Maggio), dalle localizzazioni automatiche si stia riscontrando una migrazione delle localizzazioni del tremore verso NO in corrispondenza dei crateri centrali, unitamente ad una tendenza all'approfondimento.

### Eventi sismici a bassa-frequenza (LP e VLP)

Gruppo di lavoro: A. Cannata\*, G. Di Grazia, P. Montalto, D. Patanè, L. Zuccarello

\* Ist. Geologia e Geofisica, Università di Catania, Dottorando presso l'INGV-CT

Per quanto concerne questa tipologia di eventi, si è proceduto ad eseguire le seguenti analisi di dettaglio sul segnale sismico a bassa frequenza registrato alle quattro stazioni sommitali (ECPN, EPLC, EBEL, EPDN):

Evoluzione tempo-frequenza del segnale sismico registrato:

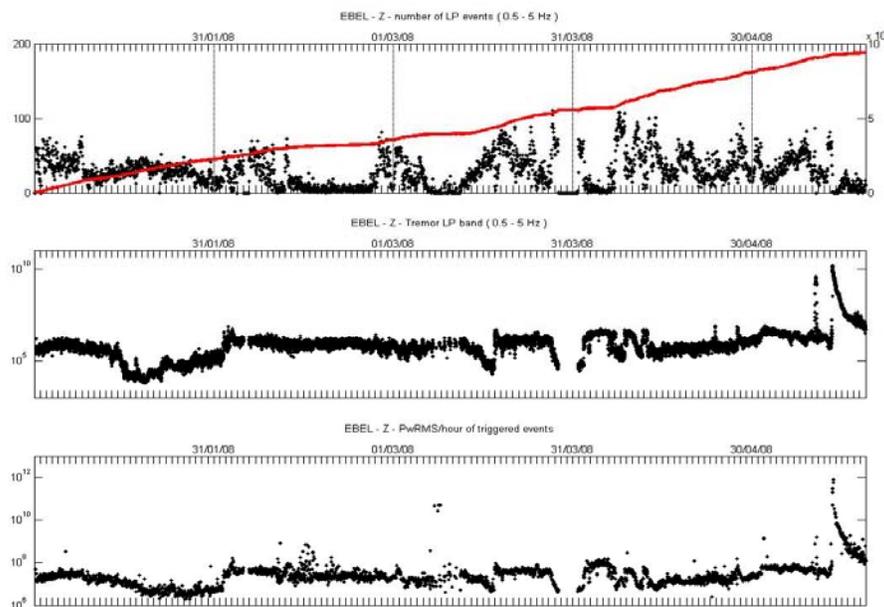
- Evoluzione temporale dello spettro di potenza;
- Evoluzione temporale della frequenza ponderata;

Evoluzione temporale dei parametri di polarizzazione;

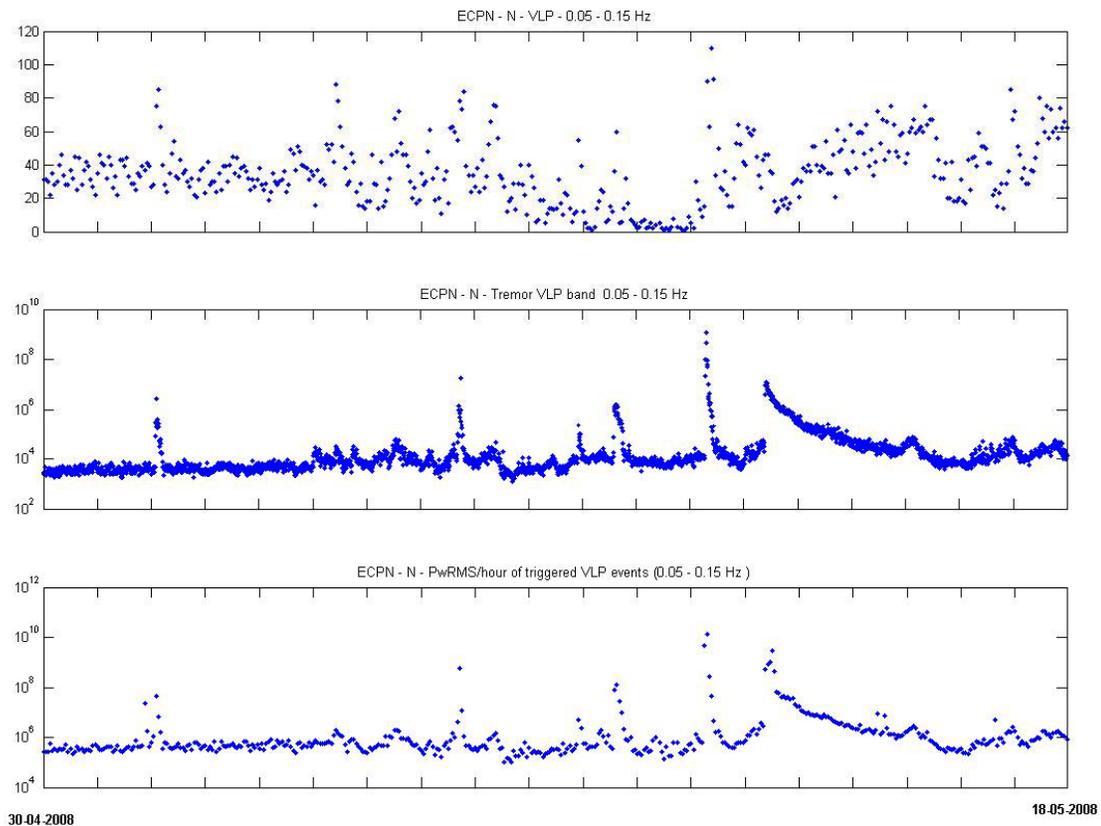
Analisi degli eventi a bassa frequenza (Long Period e Very Long Period)

- Localizzazione mediante tecniche di Semblance;
- Distribuzione temporale delle frequenze di picco degli eventi;

In figura 8 è riportato il conteggio automatico degli eventi LP + EXQ e del valore RMS a questi associato a partire dal 1 Gennaio 2008, dove risulta evidente come dall'inizio dell'eruzione, con l'aumento del tremore, sia estremamente basso il numero degli eventi rilevati (vengono considerati solo quelli di più alta energia).



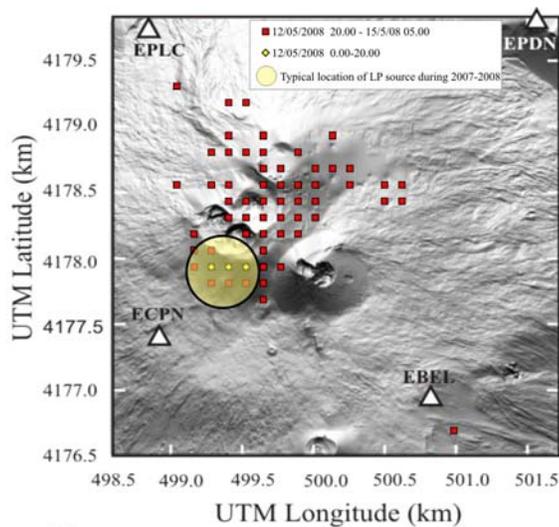
*Fig. 8 - Conteggio automatico degli LP + EXQ (in alto), relativo RMS (in basso) e RMS del tremore vulcanico in banda LP (in mezzo) a partire dal 1 Gennaio 2008.*



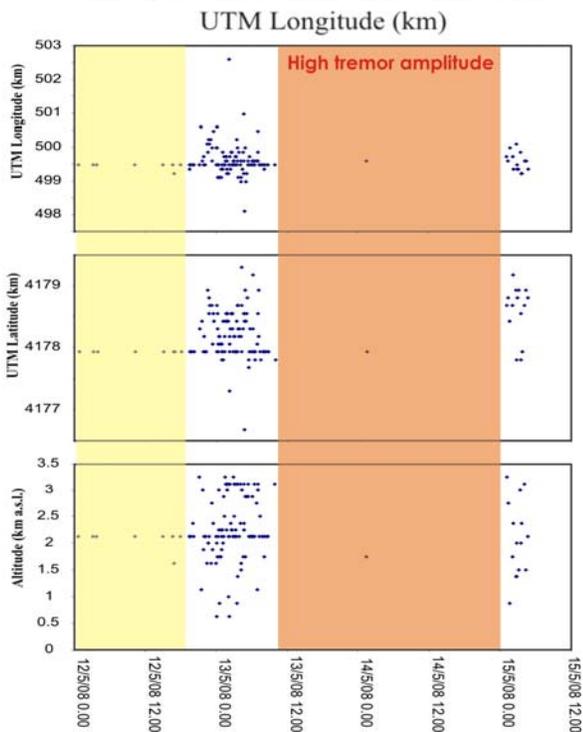
**Fig. 9** – Conteggio automatico degli eventi VLP (in alto), relativo RMS (in basso) e RMS del tremore vulcanico in banda VLP (in mezzo) a partire dal 30 Aprile 2008.

In figura 9 è, invece, riportato il conteggio automatico degli eventi VLP e del valore RMS a questi associato a partire dal 30 Aprile 2008, dove risulta evidente come giorno 9 Maggio si sia registrato un crollo nel numero di tali eventi.

Da una analisi di dettaglio sui segnali a bassa frequenza (tremore e LP) svolta nel periodo iniziale dell'eruzione emerge una diminuzione della *frequenza ponderata* del segnale sismico a partire dalle 11:15 (LT) contemporaneamente all'incremento del livello medio del tremore vulcanico. Questo andamento risulta essere concorde con l'evoluzione temporale della frequenza di picco degli eventi sismovulcanici a bassa frequenza, classificabili come eventi LP e EXQ, localizzati in area sommitale. L'analisi in polarizzazione alle quattro stazioni sommitali mostra valori di azimuth in direzione ENE – OSO, valori di incidenza di circa 90° (particle motion sub-orizzontale) e, in coincidenza con la diminuzione della frequenza ponderata, rettilinearità in aumento maggiormente visibile alla stazione EBEL.



*Fig. 10 – In alto: mappa delle localizzazioni degli eventi LP nel periodo 12-15 Maggio; in basso: grafici temporali della longitudine, latitudine e profondità.*



Al fine di localizzare la sorgente dei segnali LP, sono stati selezionati circa 200 eventi, caratterizzati da elevato rapporto segnale/rumore verificatesi nel periodo 12-15 maggio 2008. Le localizzazioni degli eventi sono state eseguite mediante il metodo della *semblance* ed in particolare, è stata condotta una ricerca della posizione sorgente fissando una griglia 2D centrata sulla sommità del vulcano, coincidente con la superficie topografica, e con dimensioni 3×3 km e spaziatura di 125 m.

In figura 10 sono riportate le localizzazioni di tali eventi, le quali evidenziano già a partire dalla sera del 12 Maggio una migrazione delle sorgenti verso nord-est. Tale migrazione, coerente con le localizzazioni dei segnali infrasonici, rappresenta una chiara anomalia rispetto alle localizzazioni che tipicamente hanno caratterizzato questi segnali nel corso del 2007-2008, prima di giorno 12. Nel periodo di maggiore ampiezza del tremore (fascia in arancio in Fig. 10) non è stato possibile riscontrare la presenza di tali eventi a seguito del fatto che risultavano oscurati dal rumore di fondo.

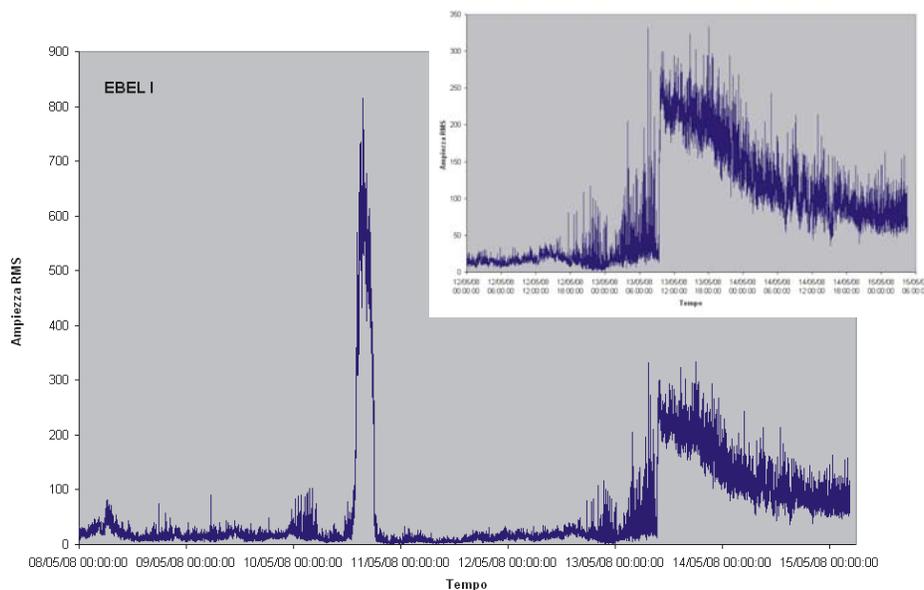
## Eventi Infrasonici

Gruppo di lavoro: A. Cannata, F. Ferrari, P. Montalto, E. Privitera, G. Russo

\* Ist. Geologia e Geofisica, Università di Catania, Dottorando presso l'INGV-CT

L'analisi dei segnali infrasonici è stata eseguita utilizzando diverse tecniche che sono in grado di rilevare variazioni nell'attività esplosiva dell'Etna.

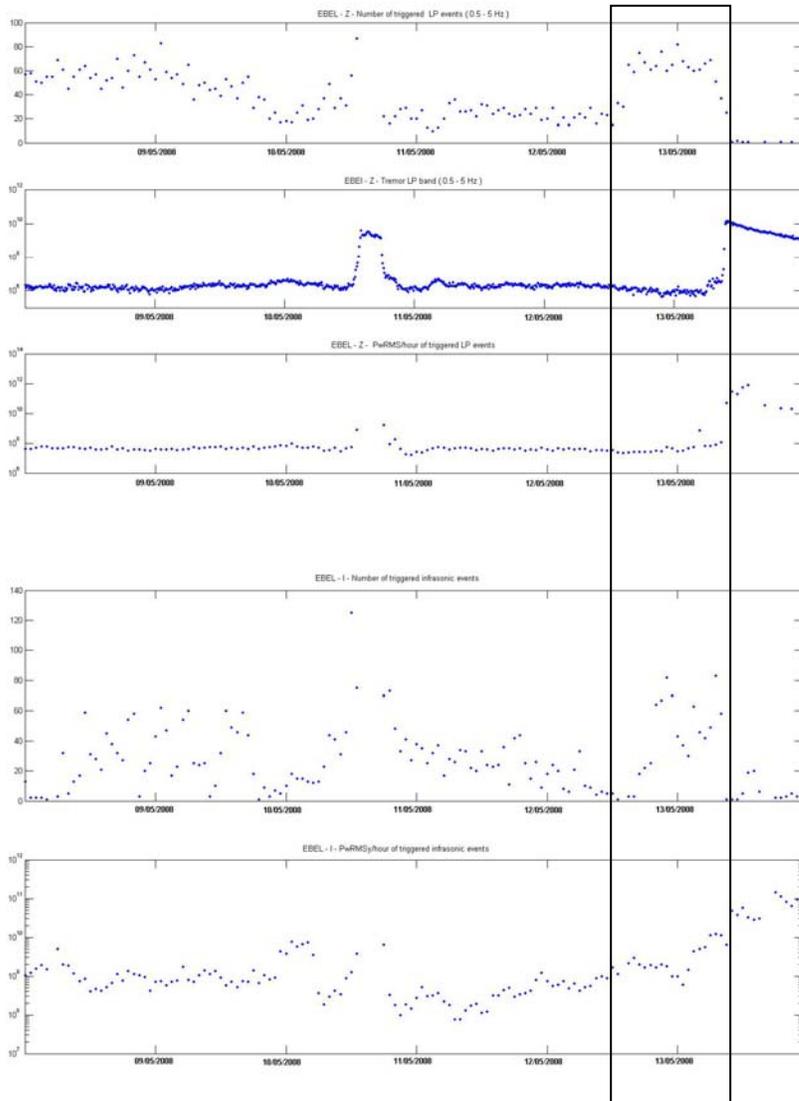
In Figura 11 è riportato l'andamento temporale dell'ampiezza RMS del segnale registrato alla stazione EBEL nel periodo 8 - 15 maggio 2008. È possibile notare come dopo l'incremento di ampiezza legato all'episodio eruttivo del 10 maggio 2008, l'andamento del segnale di fondo ha ripreso le stesse caratteristiche di moderata fluttuazione che era stata osservata nel periodo precedente.



**Fig. 11** - Andamento temporale dell'ampiezza RMS del segnale infrasonico registrato ad EBEL nel periodo 8-15 Maggio 2008. Nel riquadro in alto è rappresentato il dettaglio del periodo 12 - 15 maggio.

Dopo le ore 20 (LT) di giorno 12, riprende una vivace attività esplosiva che si intensifica nelle prime ore della mattinata di giorno 13. Il segnale infrasonico è caratterizzato da numerosi eventi transienti con forme d'onda simili, della durata di pochi secondi e con una frequenza dominante nell'intervallo 1.7 – 2.1 Hz. Alle ore 11:25 del 13 maggio 2008, si osserva un repentino aumento dell'ampiezza RMS del segnale infrasonico (Fig. 11), che culmina alle ore 10:06 raggiungendo ampiezze considerevoli, ma decisamente inferiori (circa i 2/5) delle ampiezze osservate in occasione dell'evento eruttivo del 10 maggio. Le forme d'onda dei segnali infrasonici mostrano, dalle 11:25, un graduale aumento d'ampiezza di un treno d'onda continuo che assume le caratteristiche di "tremore infrasonico". L'ampiezza RMS dei segnali infrasonici si mantiene elevata sino alle ore 20:45, quando viene osservato un continuo trend di decremento che si stabilizza la sera del 14 maggio su livelli d'ampiezza decisamente più elevati di quelli osservati prima del fenomeno eruttivo.

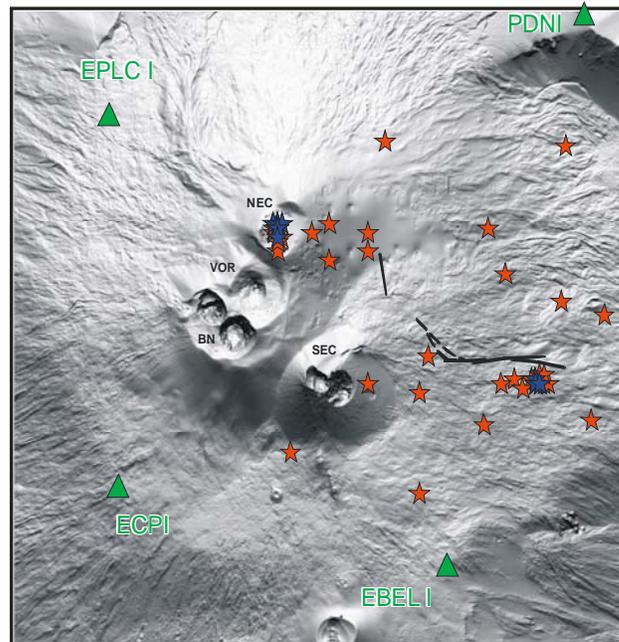
In figura 12 è riportato il confronto tra il conteggio orario e il calcolo dell'ampiezza RMS degli eventi infrasonici e degli eventi LP, nel periodo 8 -13 maggio 2008 effettuato in automatico mediante un sistema di detezione automatica.



**Fig. 12** – Confronto tra l'andamento temporale della frequenza oraria e del valore RMS degli eventi LP e infrasonici.

Come si può notare da un'ispezione visiva dei trend presenti nelle due serie, da giorno 11 si osserva un incremento progressivo dell'RMS orario degli eventi che prosegue sino a giorno 13. È interessante osservare che l'ampiezza RMS oraria di questo episodio eruttivo, raggiunge valori superiori a quelli osservati per l'eruzione del 10 maggio. Inoltre, durante la notte tra il 12 e il 13 accade un aumento del numero orario sia degli eventi LP che infrasonici che raggiungono frequenze maggiori di 80 eventi/ora. La seguente brusca diminuzione del numero di eventi, osservata nella mattina di giorno 13, è da attribuire all'innescarsi del tremore che oscura gli eventi discreti, limitandone il riconoscimento automatico. Al fine di localizzare la sorgente dei segnali infrasonici, sono stati selezionati circa 200

eventi, caratterizzati da elevato rapporto segnale/rumore verificatesi nel periodo 12-14 maggio 2008. Le localizzazioni degli eventi infrasonici (Fig. 13) sono state eseguite mediante il metodo della semblance ed in particolare, è stata condotta una ricerca della posizione sorgente fissando una griglia 2D centrata sulla sommità del vulcano, coincidente con la superficie topografica, e con dimensioni 3×3 km e spaziatura 25 m. Solo le localizzazioni con valori di semblance maggiori di 0.65 sono state considerate affidabili.



**Fig. 13** – Localizzazione degli eventi infrasonici. Le stelle rosse e blu rappresentano gli epicentri ottenuti con un valore di semblance rispettivamente  $> 0.65$  e  $> 0.75$ . La traccia delle fratture eruttive è rappresentata da linee nere. È inoltre, riportata l'ubicazione delle 4 stazioni infrasoniche utilizzate per le localizzazioni (triangoli verdi).

L'andamento temporale della latitudine e della longitudine degli eventi localizzati, evidenzia come la sorgente localizzata al Cratere di NE è attiva prevalentemente sino alle ore 14:30 circa del 13 maggio, mentre la sorgente localizzata a circa 1 km ad est del Cratere di SE è attiva dalle 16:00 del 13 maggio sino alla fine del periodo analizzato.

## Riferimenti

- Bonaccorso A., Ferrucci F., Patanè D. and Villari L., Fast Deformation processes and eruptive activity at Mt. Etna (Italy). *Journal of Geophysical Research*, Vol. 101, No B8 17467-17480, 1996.
- Bonaccorso A. and Patanè D., Shear response to an intrusive episode at Mt. Etna volcano (January 1998) inferred through seismic and tilt data. *Tectonophysics*, 334, 61-75, 2001.
- Bonaccorso A., D'Amico S., Mattia M. and Patanè D., Intrusive mechanisms at Mt. Etna forerunning the July-August 2001 eruption from seismic and ground deformation data, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 7, 1469-1487, 2004.

- Gambino, S., A. Mostaccio, D. Patanè, L. Scarfì and A. Ursino, High-precision locations of the microseismicity preceding the 2002–2003 Mt. Etna eruption, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L18604, doi:10.1029/2004GL020499, 2004.
- Mattia M., Patane D., Aloisi M. and Amore M., Faulting on the western flank of Mt. Etna and magma intrusions in the shallow crust, *Terranova*, doi: 10.1111/j.1365-3121.2006.00724.x, 2007
- Patanè D., De Gori P., Chiarabba C. and Bonaccorso A., Magma ascent and the pressurization of Mt. Etna's volcanic system, *Science*, Vol. 299, 2061-2063, 2003.
- Patanè D., Mattia M. and Aloisi M., Shallow intrusive processes during 2002-2004 and current volcanic activity on Mt. Etna, *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 32, L06302, doi:10.1029/2004GL021773, 2005.
- Patanè D., Di Grazia G., Cannata A., Montalto P. & Boschi E., The geometry of Mt. Etna's shallow central feeding system, *General Assembly 2008 Vienna, Austria*, 13 – 18 April 2008, presentazione A0095.

Si ringraziano tutti i componenti dell'UF Sismologia per il contributo fornito, utile alla redazione del presente rapporto.

### Copyright

Le informazioni e i dati contenuti in questo documento sono stati forniti da personale **dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia**. Tutti i diritti di proprietà intellettuale relativi a questi dati e informazioni sono dell'Istituto e sono tutelati dalle leggi in vigore. La finalità è quella di fornire informazioni scientifiche affidabili al Dipartimento di Protezione Civile, ai membri della comunità scientifica nazionale ed internazionale e a chiunque sia interessato. Si sottolinea, inoltre, che il materiale proposto non è necessariamente esauriente, completo, preciso o aggiornato. **La riproduzione del presente documento o di parte di esso è autorizzata solo dopo avere consultato l'autore/gli autori e se la fonte è citata in modo esauriente e completa.**