

# Rapporti tecnici

## INGV

**Contributo delle reti sismiche mobili  
durante i periodi di crisi: l'esempio della  
sequenza dei Monti Nebrodi del 2011**

# 287



## **Direttore Responsabile**

Stefano Gresta

## **Editorial Board**

Andrea Tertulliani - Editor in Chief (INGV - RM1)

Luigi Cucci (INGV - RM1)

Nicola Pagliuca (INGV - RM1)

Umberto Sciacca (INGV - RM1)

Alessandro Settimi (INGV - RM2)

Aldo Winkler (INGV - RM2)

Salvatore Stramondo (INGV - CNT)

Gaetano Zonno (INGV - MI)

Viviana Castelli (INGV - BO)

Marcello Vichi (INGV - BO)

Sara Barsotti (INGV - PI)

Mario Castellano (INGV - NA)

Mauro Di Vito (INGV - NA)

Raffaele Azzaro (INGV - CT)

Rosa Anna Corsaro (INGV - CT)

Mario Mattia (INGV - CT)

Marcello Liotta (Seconda Università di Napoli, INGV - PA)

## **Segreteria di Redazione**

Francesca Di Stefano - Referente

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860068

Fax +39 06 36915617

redazionecen@ingv.it



# Rapporti tecnici INGV

## **CONTRIBUTO DELLE RETI SISMICHE MOBILI DURANTE I PERIODI DI CRISI: L'ESEMPIO DELLA SEQUENZA DEI MONTI NEBRODI DEL 2011**

Laura Cammarata, Salvatore Gambino, Vincenza Maiolino, Alfio Messina, Salvatore Rapisarda,  
Antonio Scaltrito, Luciano Zuccarello

INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Catania - Osservatorio Etneo)

# 287



## **Indice**

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Introduzione                                                          | 7  |
| 1. Sismicità dell'area in esame                                       | 8  |
| 2. La rete sismica mobile: scelta dei siti e caratteristiche tecniche | 9  |
| 3. Analisi dati acquisiti                                             | 11 |
| 4. Conclusioni                                                        | 13 |
| Bibliografia                                                          | 13 |
| Allegato A: Parametri ipocentrali degli eventi                        | 15 |

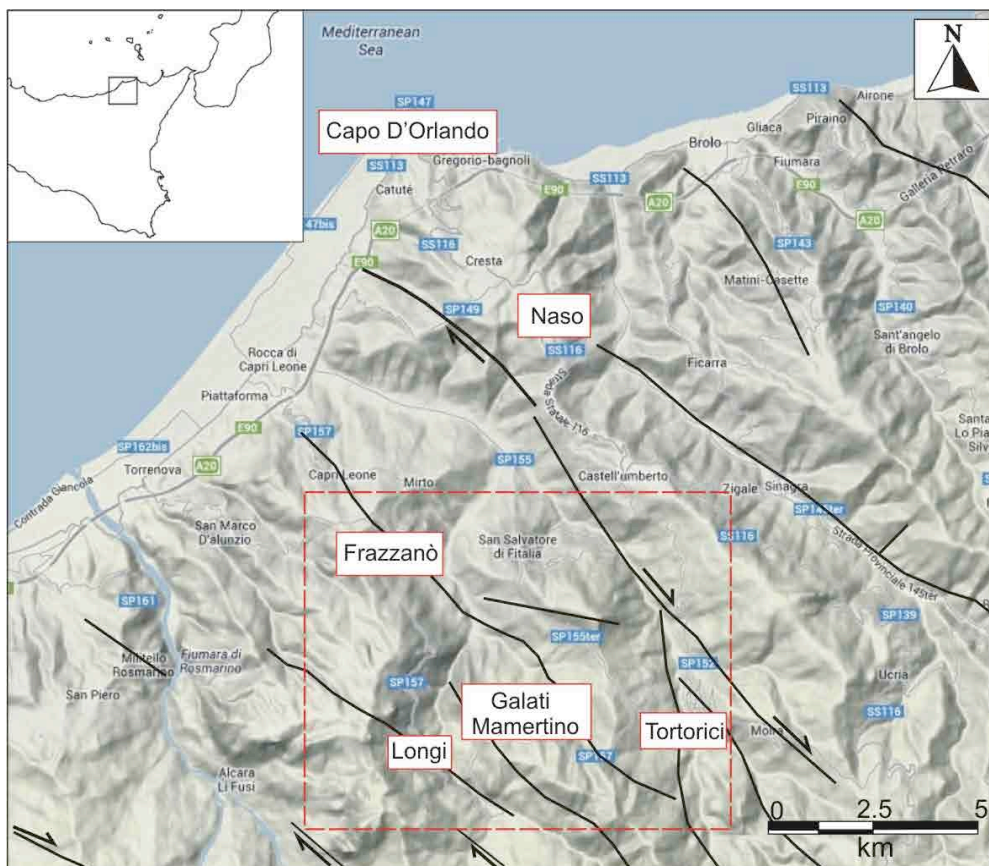


## Introduzione

In questo lavoro viene descritta l'installazione di una rete mobile nell'area dei Monti Nebrodi in seguito all'evento del 23-06-2011 di  $M_L = 4.6$  e come tale intervento ha contribuito al miglioramento della localizzazione delle sorgenti sismiche soprattutto nella determinazione della profondità degli eventi. Verranno anche presentati i risultati delle localizzazioni ottenute attraverso l'integrazione dei dati acquisiti durante questa campagna, con quelli della rete sismica permanente dell'INGV-Osservatorio Etneo (INGV-OE).

L'uso delle reti sismiche temporanee serve, di fatto, a garantire un miglior monitoraggio delle aree colpite da crisi sismiche, permettendo di seguire con maggior precisione l'evoluzione spazio-temporale dei fenomeni in corso [Criscuoli et al., 2013; Margheriti et al., 2013].

La rete sismica mobile, in forza all'INGV Osservatorio Etneo - sezione di Catania, è da anni impegnata a supporto dell'attività di monitoraggio durante le emergenze vulcaniche e sismiche avvenute sul territorio siciliano [Rapisarda et al., 2009; Zuccarello et al., 2011].



**Figura 1.** Mappa dell'area d'interesse; in nero i lineamenti strutturali da Lentini et al., [2000]. Nel riquadro tratteggiato in rosso l'area dei Monti Nebrodi interessata dagli eventi sismici.

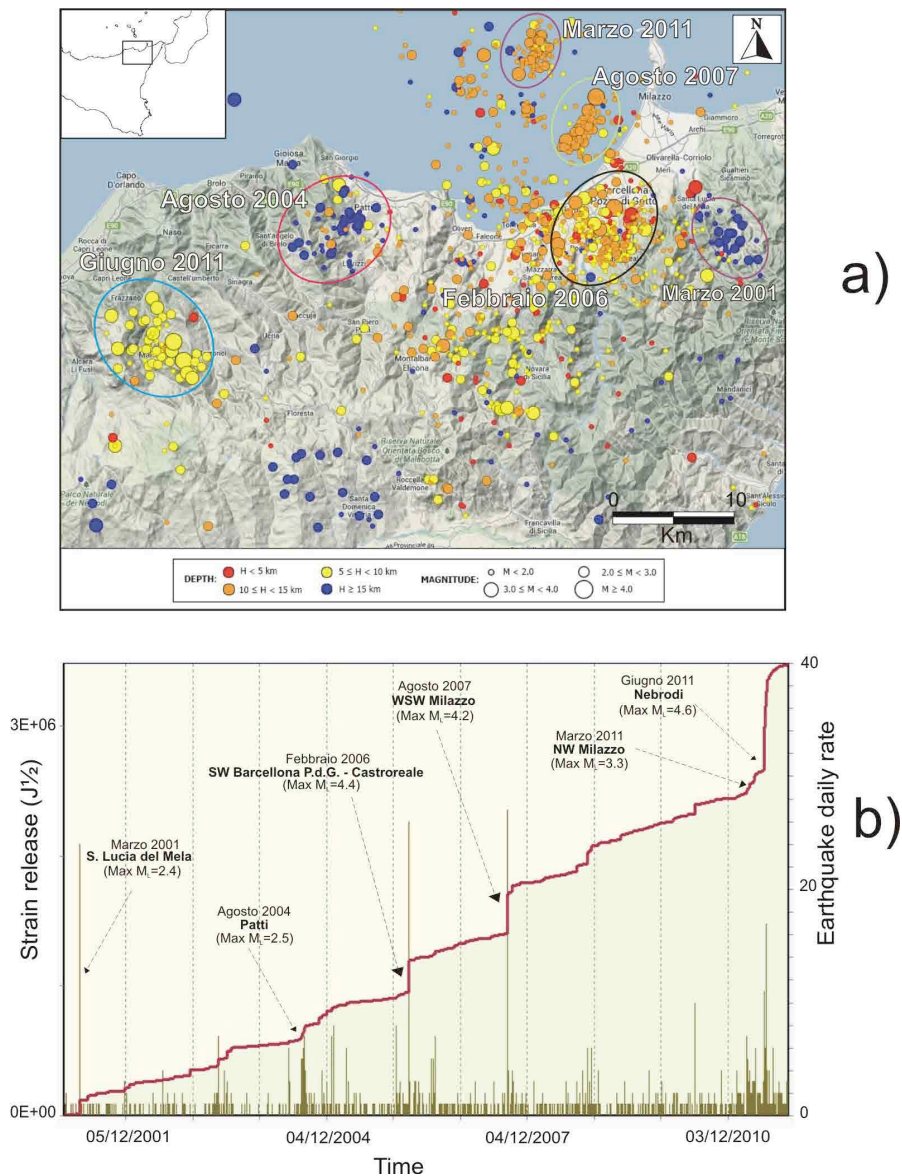
L'attività sismica in oggetto iniziò il 23 di giugno quando venne registrato un terremoto di magnitudo locale  $M_L 4.6$  in un settore compreso tra i comuni di Tortorici, Galati Mamertino, Longi e Frazzanò (Fig.1). A partire dal 29 giugno, si intensificò il monitoraggio di questa area attraverso l'installazione della rete sismica mobile.

Vengono qui riportati i dettagli dell'installazione della rete mobile e le localizzazioni di 59 eventi; per ognuno di essi si mostra il risultato ottenuto utilizzando i picking determinati attraverso la sola rete permanente e quelli ottenuti integrando i dati della rete mobile.

I risultati dei confronti mostrano come l'utilizzo di stazioni aggiuntive, debitamente posizionate sul territorio, ha contribuito in maniera significativa a migliorare le localizzazioni degli eventi e quindi a fornire parametri più affidabili sia per scopi di monitoraggio che di ricerca.

## 1. Sismicità dell'area in esame

L'area interessata dallo sciami sismico ricade nella provincia di Messina, lungo la catena dei Monti Nebrodi, tra i comuni di Tortorici, Galati Mamertino, Longi e Frazzanò (Fig. 1 e 2).



**Figura 2.** Mappa epicentrale degli eventi sismici localizzati nel periodo Marzo 2001-Ottobre 2011 (a); rappresentazione grafica della frequenza giornaliera di accadimento dei terremoti e della relativa curva cumulativa del rilascio di strain sismico (b).

La crisi sismica ha avuto una durata di oltre 4 mesi e tra giugno 2011 e ottobre 2011 sono stati complessivamente registrati oltre 2500 eventi con  $M_d \geq 1.3$ . L'evento principale è stato registrato il 23/6/2011 alle 22:02 GMT, di magnitudo locale  $M_L$  pari a 4.6, con epicentro tra Galati e Tortorici ad una profondità di 7-8 km. L'area di massimo risentimento ha incluso località poste in un raggio di 10 km dall'epicentro, quali Tortorici, Galati Mamertino, Alcara li Fusi, Militello Rosmarino. La scossa è stata avvertita da tutta la popolazione, causando la caduta di suppellettili all'interno delle abitazioni e, in alcuni casi, anche lo spostamento di mobili. Nei centri storici di Tortorici, Galati Mamertino e Longi si sono verificati anche lievi danni in fatiscenti edifici in muratura, [Azzaro et al., 2014].

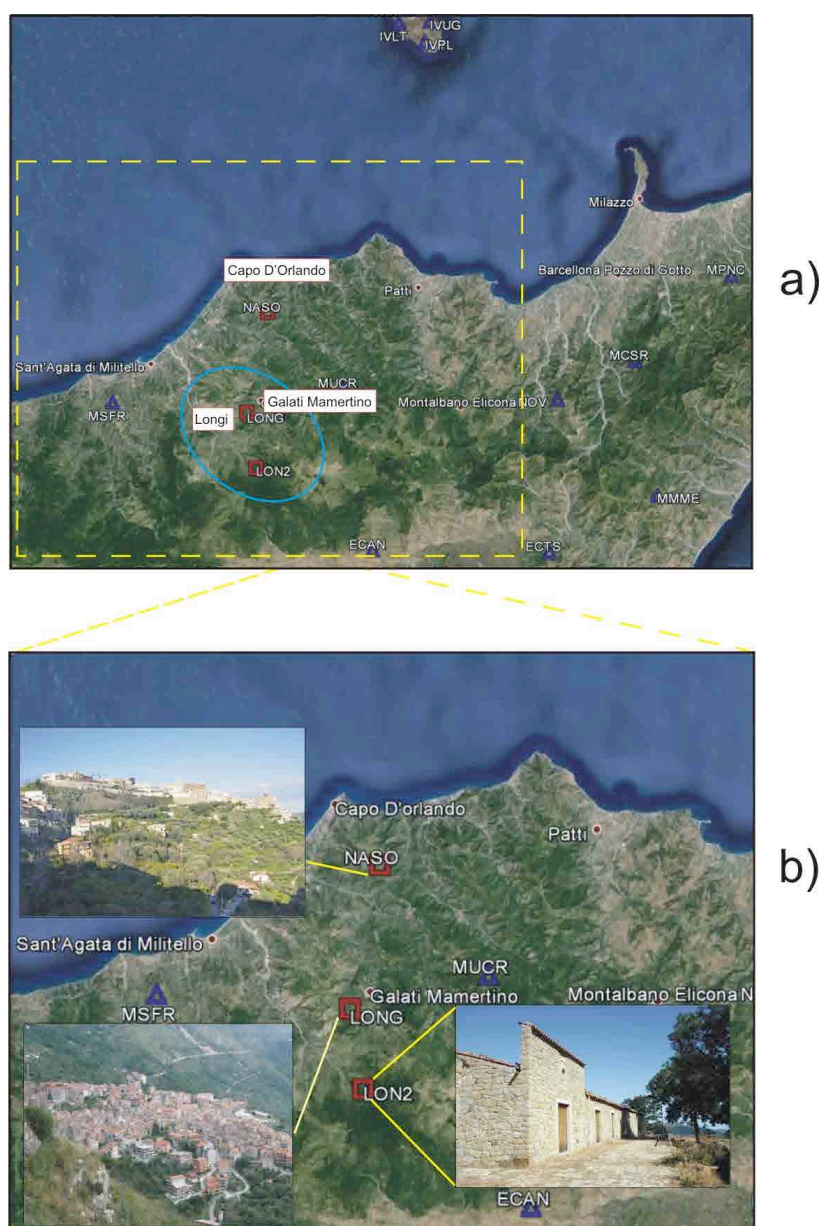
Successivamente altre scosse di rilievo sono state registrate il 27 Giugno alle 22:13,  $M_L=3.6$ , il 6 luglio, alle ore 09:08,  $M_L=4.0$ , ed il 27 Luglio alle 04:03,  $M_L=3.5$ ; questi eventi sono stati localizzati ad una profondità compresa tra i 5 e i 10 Km.



La sismicità qui esaminata rappresenta l'attività con il maggiore rilascio sismico (Fig. 2b) registrata nel settore dei Nebrodi-Peloritani, a partire dal 2001. In questo periodo sono stati registrati diversi episodi che hanno interessato prevalentemente (i) l'area di Barcellona Pozzo di Gotto (Febbraio 2006), con eventi che hanno raggiunto magnitudo massima  $M_L=4.4$ , (ii) il settore ad Ovest di Milazzo (Agosto 2007 e Marzo 2011), con magnitudo massima  $M_L=4.2$  e  $M_L=3.3$  rispettivamente. Altre sequenze meno energetiche si sono verificate ad est di Barcellona Pozzo di Gotto (Marzo 2001) e nell'area del Golfo di Patti (Agosto 2004), con magnitudo massima  $M_L=2.4$  e  $M_L=2.5$  rispettivamente (Fig. 2). Per maggiori dettagli sulla sismicità di questo settore dei Nebrodi, riferirsi a Scarfi et al. [2005] e De Guidi et al. [2013].

## 2. La rete sismica mobile: scelta dei siti e caratteristiche tecniche

Il monitoraggio dell'attività sismica della Sicilia è effettuato dalla Rete Sismica Permanente gestita dall'INGV [Di Prima et al., 2011]. La rete è costituita da circa un centinaio di stazioni maggiormente ubicate in Sicilia Orientale ed in particolare nell'area etnea.




**Figura 3.** Mappa della Rete Mobile (quadrati rossi) e della Rete Permanente INGV CT (triangoli blu). L'ellisse rappresenta l'area dello sciame sismico (a); dettaglio dei siti dove sono state installate le strumentazioni (b).

La rete sismica mobile è stata installata tra il 29 Giugno ed il 6 Luglio 2011 ed è rimasta in acquisizione sino alla fine del mese di Settembre 2011. Le stazioni sismiche sono state installate in modo da migliorare la registrazione della microsismicità e ridurre il GAP che si presentava soprattutto a nord della rete permanente.

Per tale motivo si sono individuati tre siti, presso i comuni di Naso e Longi: (i) NASO, in una caserma della Forestale, presso l'abitato di Naso; (ii) LONG, presso il cimitero comunale di Longi; (iii) LON2, installata in una successiva fase, a circa 6 km a SSE di Longi, presso le Case di Mangaliviti. (Fig. 3; Fig. 4).

| SIGLA | LOCALITA' | LAT       | LON       |
|-------|-----------|-----------|-----------|
| LONG  | Longi     | 38°01'.28 | 14°45'.32 |
| NASO  | Naso      | 38°07'.02 | 14°46'.89 |
| LON2  | Longi     | 37°58'.11 | 14°46'.05 |



**Figura 4.** Coordinate delle stazioni e strumentazione utilizzata (stazione digitale Nanometrics Taurus e sensore broadband a tre componenti Lennartz LE-3D 20 sec).

La rete sismica mobile utilizzata durante questa attività, era costituita da stazioni digitali Nanometrics Taurus [<http://www.nanometrics.ca>], equipaggiate con sensori broadband a tre componenti Lennartz LE-3D 20 sec [<http://www.lennartz-electronic.de>]. La stazione sismica mobile Taurus [Nanometrics Inc. Documentation, 2007] utilizza un sistema operativo Linux ed è costituita da un convertitore analogico-digitale a tre canali a 24 bit e un *data logger* con un range dinamico di circa 140 dB a 100 Hz (Fig. 4). La *potenza assorbita* dalla stazione è di circa 800 mW a 12V. Il basso assorbimento della stazione ha permesso l'utilizzo di due pannelli fotovoltaici da 20 W ciascuno, collegati ad una batteria da 12 V/12 Ah. La registrazione in continuo dei segnali sismici è stata effettuata in locale, su supporti di memoria di massa di tipo compact flash da 4/16 GB. Tale scelta è stata imposta dall'impossibilità di utilizzo del sistema di trasmissione wireless (unico sistema di trasmissione in forza alla rete mobile in quel periodo), causa la scarsa visibilità tra i siti.

**LONG**



**LON2**



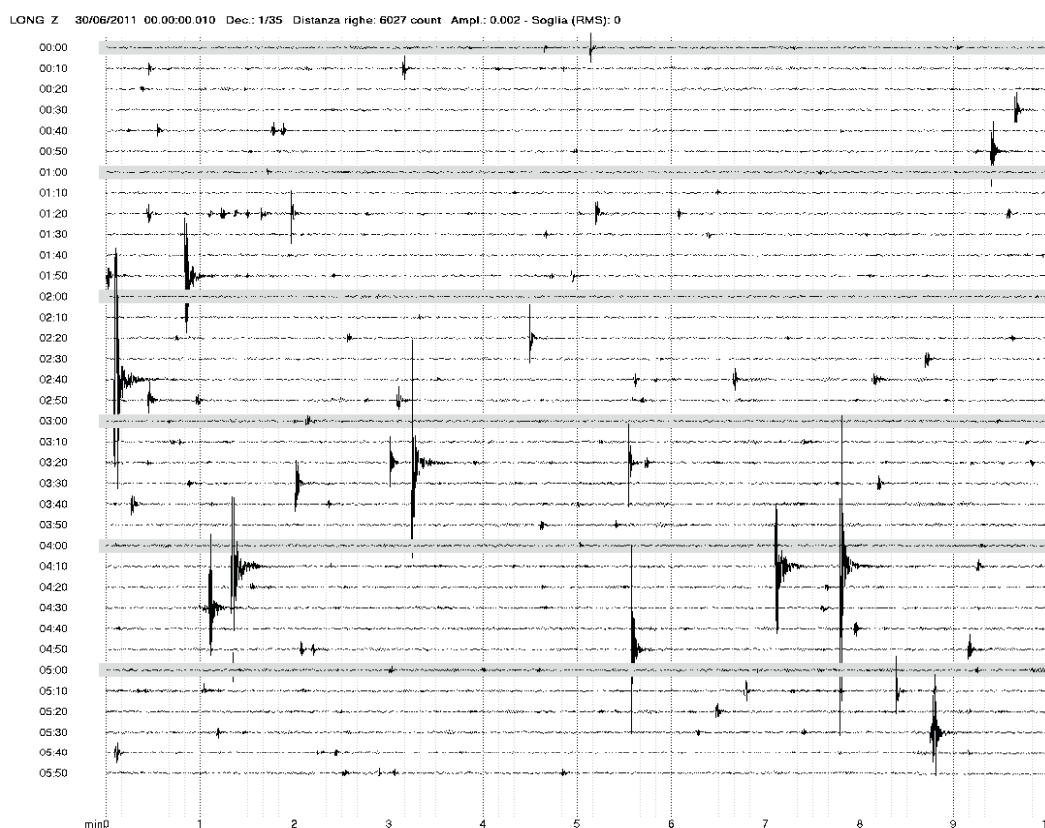
**Figura 5.** Foto delle stazioni sismiche TAURUS posizionate a Longi (Cimitero, sigla LONG) e nei pressi delle case di Mangalaviti (LON2).

I sensori sismici a tre componenti *Lennartz* [Lennartz electronic GmbH Documentation, 2006] della serie LE-3D/20s (Fig. 4) sono caratterizzati da un periodo proprio di 20 secondi, raggiunto correggendo elettronicamente la frequenza propria di 2 Hz del geofono elettrodinamico interno. In tal modo si ottiene un comportamento simile a quello di una *larga banda*. Sono dotati di buone prestazioni per le attività di campagna, in quanto sono di facile trasportabilità e non necessitano di un blocco meccanico della massa. Hanno un buon fattore di trasduzione (1000 V/m/s) e un consumo energetico molto basso (circa 50mA a 12V). In Fig. 5 sono mostrate le foto delle due stazioni installate a LONG e a LON2.

### 3. Analisi dei dati acquisiti

I dati acquisiti dalla rete sismica mobile, durante tutto il periodo in esame, sono stati archiviati su NAS dedicati, in formato miniseed e SAC. Allo scopo di integrare tali dati con quelli della rete sismica permanente, archiviati in formato SUDS, è stato necessario una ulteriore conversione dei segnali in quest'ultimo formato.

Sui dati della rete sismica mobile è stata effettuata una analisi preliminare, volta all'individuazione degli eventi principali, attraverso l'analisi di sismogrammi in continuo (Fig. 6).



**Figura 6.** Esempio di visualizzazione grafica dei sismogrammi alla stazione sismica mobile di Longi. L'immagine riporta le registrazioni della componente verticale nel periodo compreso 00:00-06:00 (GMT) del 30/06/2011.

Le stazioni della rete mobile, nel corso del loro periodo di acquisizione, hanno registrato oltre 500 eventi con durata superiore a 10 secondi. Di questi sono stati presi in considerazione 59 eventi con  $M_L \geq 1.8$ , in parte già localizzati dal Gruppo Analisi Dati dell'INGV-OE [Gruppo Analisi Dati Sismici, 2014], senza ausilio delle stazioni della rete mobile.

In una prima fase, le localizzazioni sono state effettuate utilizzando la sola rete permanente attraverso l'algoritmo HYPOELLIPSE [Lahr, 1989] ed il modello standard di velocità (Tab. 1) derivato da Hirn et al. [1991]; successivamente tutti i 59 eventi sono stati localizzati integrando le letture della rete mobile. In

figura 7 sono riportati in mappa gli epicentri degli eventi localizzati utilizzando solo le stazioni permanenti (triangoli) e integrandole con le stazioni mobili (cerchi).

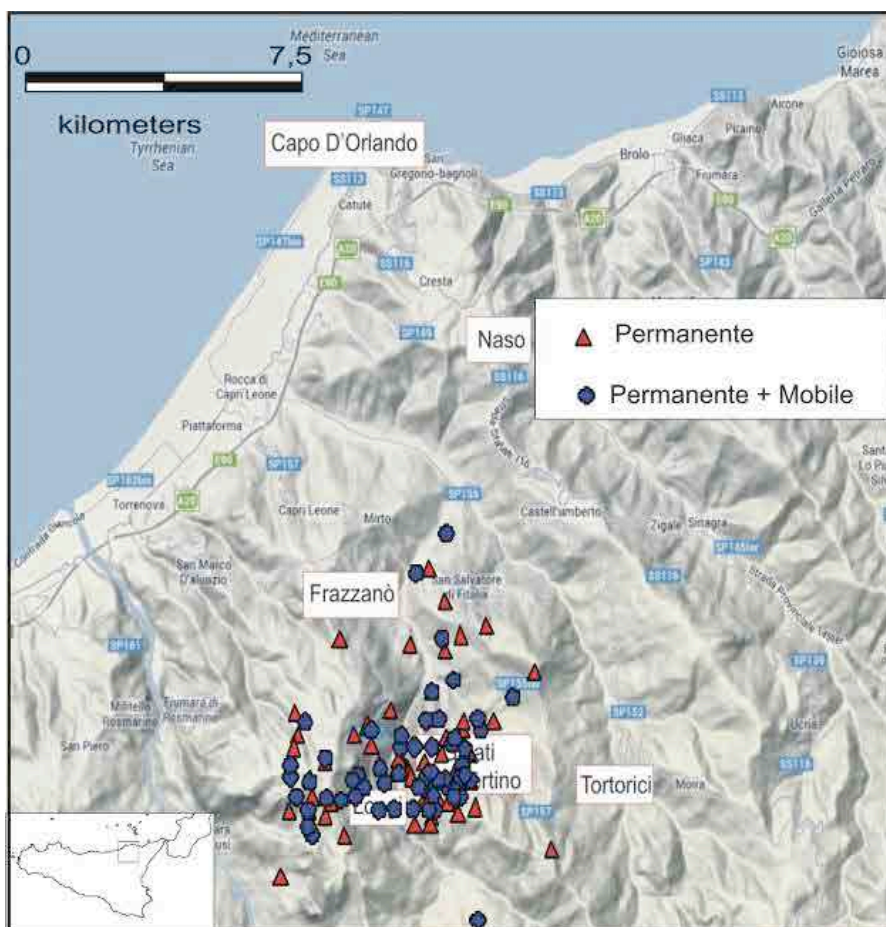
| Livello | Velocità onde P (km/s) | Limite superiore Km | Rapporto $V_p/V_s$ |
|---------|------------------------|---------------------|--------------------|
| 1       | 3.0                    | 0.0                 | 1.73               |
| 2       | 3.59                   | 0.5                 | 1.73               |
| 3       | 4.0                    | 2.0                 | 1.73               |
| 4       | 4.8                    | 4.0                 | 1.73               |
| 5       | 5.59                   | 6.0                 | 1.73               |
| 6       | 6.5                    | 12.0                | 1.73               |
| 7       | 8.0                    | 30.0                | 1.73               |

**Tabella 1.** Modello di velocità utilizzato per le localizzazioni.

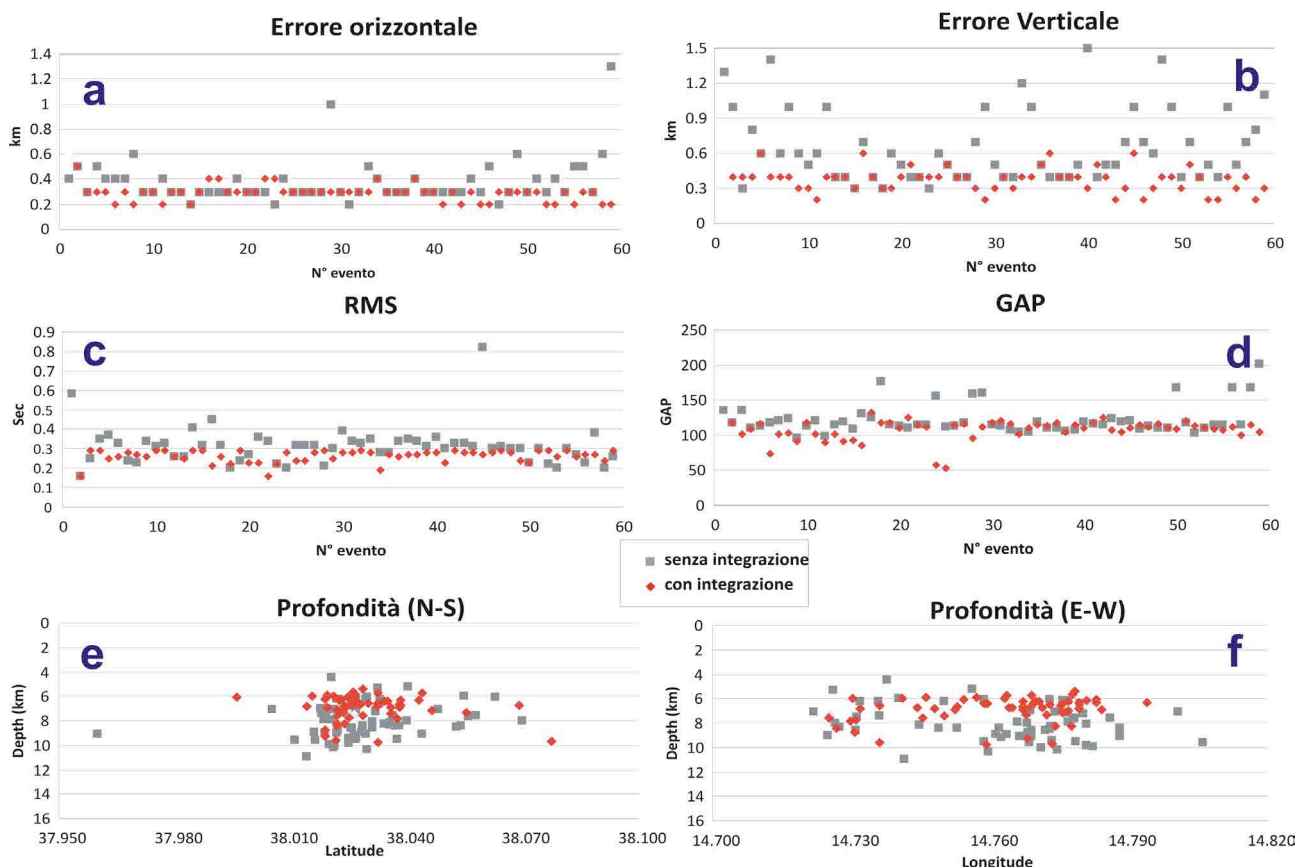
In figura 8 si riportano errori, RMS, GAP e profondità per i 59 eventi allo scopo di evidenziare le differenze tra le localizzazioni ottenute avvalendosi della sola rete permanente e quelle ottenute integrando i dati.

In appendice A, si riporta la tabella con i parametri delle localizzazioni ottenute integrando i dati. Dal confronto si evince come l'RMS si migliori, passando, mediamente, da 0.31 a 0.26, il GAP da 122 a 107 gradi, gli errori orizzontali da 380 a 300 metri, e quelli verticali da 650 a 380 metri.

La profondità delle localizzazioni integrate, appaiono più concentrate e più superficiali rispetto a quelle ottenute dalla sola rete permanente.



**Figura 7.** Confronto tra gli epicentri dei 59 eventi ottenuti con i soli dati della rete permanente e quelli ottenuti integrando i dati delle due reti (permanente e mobile).



**Figura 8.** Grafici rappresentivi degli errori orizzontali (a) e verticali (b), RMS (c), GAP (d) e delle profondità ipocentrali lungo le sezioni N-S (e) ed E-W (f) relativi ai 59 eventi in esame.

#### 4. Conclusioni

La sequenza sismica del giugno del 2011 sui Nebrodi ha generato forte preoccupazione tra la popolazione dei comuni interessati (Longi, Galati Mamertino, Tortorici, Frazzanò) ed è stata oggetto di una maggior attenzione rivolta all'analisi e comprensione del fenomeno.

Procedendo all'installazione di una rete sismica mobile, a supporto ed integrazione di quella permanente, è stato possibile rilevare ed acquisire informazioni che hanno contribuito al miglioramento della stima dei parametri di localizzazione.

I parametri ipocentrali (e gli errori associati) dei 59 eventi localizzati attraverso l'integrazione delle due reti, come atteso, risultano migliori rispetto a quelli ricavati con la sola rete permanente e ciò è evidenziato dal fatto che gli eventi risultano maggiormente clusterizzati in pianta (Fig. 7) e soprattutto in profondità (Figg. 8e, 8f), dove si osserva una loro concentrazione nell'intorno dei 7 km. In conclusione l'intervento del 2011 ha portato maggiori benefici nella stime ipocentrali che risultano molto più vincolate (vedi figura 8b) che in valore assoluto risultano essere mediamente inferiori di oltre 1000 metri rispetto alle localizzazioni senza integrazione.

Infine i dati ottenuti risultano essere di grande utilità per analisi specifiche quali le localizzazioni di precisione o la determinazione accurata dei meccanismi focali, che possono incrementare le attuali conoscenze sulla geometria e dinamica delle strutture sismogenetiche di quest'area.

#### Bibliografia

Azzaro R., D'Amico S., Mostaccio A., Scarfi L., Tuvè T., Manni M., (2014). *Terremoti con effetti macrosismici in Sicilia orientale nel periodo Gennaio 2009 - Dicembre 2013*. Quaderni di Geofisica, n. 120. ISSN 1590-2595.

- Criscuoli F., Giovani L., Govoni A., Margheriti L., Moretti M., (2013). *Terremoto in Emilia Romagna (2012): Le Attività della rete sismica mobile stand-alone (RE.MO.)*. Rapporti Tecnici INGV, n. 256.
- De Guidi G., Lanzafame G., Palano M., Puglisi G., Scaltrito A., Scarfi L., (2013). *Multidisciplinary study of the Tindari Fault (Sicily, Italy) separating ongoing contractional and extensional compartments along the active Africa-Eurasia convergent boundary*. *Tectonophysics*, 588, 1-17.
- Di Prima S., Cappuccio P., Contrafatto D., Larocca G., Manni M., Rapisarda S., Sassano M., Scuderi L., (2011). *La Rete Sismica Permanente della Sicilia Orientale della Sezione di Catania*. In: "Monitoraggio sismico del territorio nazionale: stato dell'arte e sviluppo delle reti di monitoraggio sismico", a cura di M. Cattaneo e M. Moretti, *Miscellanea INGV*, 10, 24-27.
- Gruppo Analisi Dati Sismici, (2014). *Catalogo dei terremoti della Sicilia Orientale - Calabria Meridionale (1999-2014)*. INGV, Catania <http://www.ct.ingv.it/ufs/analisti/catalogolist.php>
- Hirn A., Nercessian A., Sapin M., Ferrucci F., Wittlinger G., (1991). *Seismic heterogeneity of Mt Etna: structure and activity*. *Geophys. J. Int.* 105, 139-153. doi:10.1111/j.1365-246X.1991.tb03450.x.
- Lahr J.C., (1989). *Hypoellipse Version 2\*: a computer program for determining local earthquake hypocentral parameters, magnitude, and first motion pattern*. U. S. Dep. of the Survey Menlo Park, California, Open File Report 89-116.
- Lennartz electronic GmbH Documentation, (2006). *LE-xD Seismometer Family* (doc 990-0003). Lennartz electronic GmbH (<http://www.lennartz-electronic.de>).
- Lentini F., Catalano S. and Carbone S., (2000). *Carta geologica della Provincia di Messina, Provincia Regionale di Messina*. Assessorato Territorio- Servizio Geologico, S.E.L.C.A., Firenze.
- Margheriti L., Amato A., Braun T., Cecere G., D'Ambrosio C., De Gori P., Delladio A., Gervasi A., Govoni A., Guerra I., Lucente F. P., Moretti M., Selvaggi G., (2013). *Emergenza nell'area del Pollino: le attività della Rete Sismica Mobile*. Rapporti Tecnici INGV, n. 252.
- Nanometrics Inc. Documentation, (2007). *Taurus Portable Seismograph User Guide* (part 15148R5) Nanometrics Inc. ([www.nanometrics.ca](http://www.nanometrics.ca)).
- Rapisarda S., Alparone S., Cammarata L., Cannata A., Contrafatto D., Ferrari F., Manni M., Marturano M., Milluzzo V., Platania P.R., Scuderi L., Torrisi O., Zuccarello L., Gambino S., (2009). *Installazione di 5 stazioni digitali a larga-banda sull'Isola di Vulcano: un contributo alla conoscenza della sismicità superficiale della Fossa*. *Quaderni di Geofisica*, n. 67. ISSN 1590-2595.
- Scarfi L., Langer H., Scaltrito A., (2005). *Relocation of microearthquake swarms in the Peloritani mountains-implications on the interpretation of seismotectonic patterns in NE Sicily, Italy*. *Geophys. J. Int.* 163, 225–237. doi:10.1111/j.1365-246X.2005.02720.x.
- Zuccarello L., Messina A., Rapisarda S., Platania P.R. Aiesi G., Cappuccio P. Contrafatto D., Larocca L., Manni M., Sassano M., Scuderi L., (2011). *2001-2011: Dieci anni di attività della Rete Sismica Mobile della Sezione di Catania*. Riassunti estesi I° Workshop tecnico monitoraggio sismico del territorio nazionale, Roma 20-21 Dicembre 2010, *Miscellanea INGV*, n. 10, pp. 57-60. ISSN 2039-6651.

# Allegato A

Parametri ipocentrali degli eventi





Parametri di localizzazione dei 59 eventi ottenuti integrando i dati delle reti permanente e mobile.  
 No= numero di letture, Q= Fattore di qualità della localizzazione fornito da Hypoellipse.

| <b>N</b> | <b>Data e ora</b> | <b>Latitudine</b> | <b>Longit.</b> | <b>Prof.</b> | <b>No</b> | <b>GAP</b> | <b>RMS</b> | <b>SEH</b> | <b>SEZ</b> | <b>Q</b> |
|----------|-------------------|-------------------|----------------|--------------|-----------|------------|------------|------------|------------|----------|
| 1        | 29/6/11 12.15     | 38.026            | 14.725         | 7.39         | 14        | 121        | 0.25       | 0.6        | 0.4        | B        |
| 2        | 29/6/11 13.56     | 38.03             | 14.736         | 6.54         | 13        | 117        | 0.16       | 0.5        | 0.4        | B        |
| 3        | 29/6/11 19.15     | 38.026            | 14.781         | 6.11         | 28        | 102        | 0.29       | 0.3        | 0.4        | B        |
| 4        | 29/6/11 21.09     | 38.014            | 14.732         | 6.23         | 17        | 114        | 0.28       | 0.3        | 0.4        | B        |
| 5        | 30/6/11 2.40      | 38.025            | 14.731         | 6.85         | 18        | 109        | 0.29       | 0.3        | 0.4        | B        |
| 6        | 30/6/11 3.23      | 38.019            | 14.77          | 7.75         | 16        | 116        | 0.25       | 0.3        | 0.6        | B        |
| 7        | 30/6/11 4.11      | 38.022            | 14.727         | 7.55         | 16        | 110        | 0.28       | 0.3        | 0.3        | B        |
| 8        | 30/6/11 7.10      | 38.016            | 14.73          | 6.76         | 13        | 127        | 0.23       | 0.2        | 0.5        | B        |
| 9        | 30/6/11 9.49      | 38.022            | 14.736         | 6.23         | 26        | 73         | 0.26       | 0.2        | 0.4        | B        |
| 10       | 30/6/11 14.32     | 38.033            | 14.759         | 8.44         | 17        | 101        | 0.28       | 0.3        | 0.4        | B        |
| 11       | 30/6/11 15.19     | 38.019            | 14.731         | 8.22         | 16        | 125        | 0.29       | 0.3        | 0.4        | B        |
| 12       | 30/6/11 21.02     | 38.024            | 14.748         | 6.02         | 32        | 103        | 0.27       | 0.2        | 0.4        | B        |
| 13       | 1/7/11 1.12       | 38.019            | 14.752         | 7.85         | 24        | 107        | 0.28       | 0.2        | 0.2        | B        |
| 14       | 1/7/11 10.14      | 38.026            | 14.744         | 7.45         | 21        | 105        | 0.28       | 0.3        | 0.3        | B        |
| 15       | 2/7/11 19.33      | 38.077            | 14.774         | 9.6          | 24        | 91         | 0.26       | 0.3        | 0.3        | B        |
| 16       | 3/7/11 20.40      | 38.022            | 14.745         | 6.37         | 20        | 107        | 0.26       | 0.2        | 0.4        | B        |
| 17       | 4/7/11 7.48       | 38.027            | 14.746         | 9.78         | 20        | 117        | 0.29       | 0.3        | 0.3        | B        |
| 18       | 4/7/11 9.36       | 38.044            | 14.769         | 8.79         | 44        | 102        | 0.29       | 0.2        | 0.2        | B        |
| 19       | 4/7/11 14.53      | 38.024            | 14.774         | 6.86         | 21        | 90         | 0.26       | 0.3        | 0.4        | B        |
| 20       | 4/7/11 18.24      | 38.028            | 14.753         | 6.89         | 20        | 102        | 0.25       | 0.3        | 0.4        | B        |
| 21       | 5/7/11 14.46      | 38.026            | 14.773         | 6.77         | 22        | 91         | 0.29       | 0.2        | 0.4        | B        |
| 22       | 5/7/11 14.55      | 38.026            | 14.771         | 9.72         | 18        | 92         | 0.29       | 0.3        | 0.3        | B        |
| 23       | 6/7/11 9.08       | 38.036            | 14.784         | 7.6          | 21        | 85         | 0.21       | 0.4        | 0.6        | B        |
| 24       | 6/7/11 9.52       | 38.069            | 14.764         | 5.86         | 20        | 132        | 0.26       | 0.4        | 0.4        | B        |

|    |               |        |        |      |    |     |      |     |     |   |
|----|---------------|--------|--------|------|----|-----|------|-----|-----|---|
| 25 | 6/7/11 13.48  | 38.035 | 14.76  | 5.73 | 16 | 117 | 0.22 | 0.3 | 0.3 | B |
| 26 | 6/7/11 15.56  | 38.038 | 14.767 | 8.26 | 21 | 117 | 0.29 | 0.3 | 0.3 | B |
| 27 | 6/7/11 23.58  | 38.024 | 14.768 | 6.67 | 20 | 110 | 0.23 | 0.3 | 0.4 | B |
| 28 | 7/7/11 1.01   | 38.055 | 14.772 | 6.49 | 34 | 125 | 0.23 | 0.3 | 0.5 | B |
| 29 | 7/7/11 4.47   | 38.021 | 14.741 | 6.19 | 10 | 162 | 0.16 | 0.4 | 0.4 | C |
| 30 | 8/7/11 10.35  | 38.026 | 14.778 | 6.1  | 18 | 111 | 0.27 | 0.2 | 0.6 | B |
| 31 | 8/7/11 13.11  | 38.034 | 14.776 | 5.98 | 25 | 115 | 0.28 | 0.2 | 0.2 | B |
| 32 | 8/7/11 18.23  | 38.029 | 14.778 | 6.88 | 19 | 112 | 0.22 | 0.4 | 0.4 | B |
| 33 | 9/7/11 19.05  | 38.023 | 14.777 | 6.73 | 34 | 58  | 0.28 | 0.3 | 0.4 | B |
| 34 | 9/7/11 19.05  | 38.024 | 14.777 | 6.42 | 33 | 53  | 0.24 | 0.3 | 0.5 | B |
| 35 | 9/7/11 19.08  | 38.033 | 14.775 | 6.89 | 21 | 114 | 0.24 | 0.3 | 0.4 | B |
| 36 | 10/7/11 6.14  | 38.038 | 14.783 | 7.36 | 19 | 116 | 0.28 | 0.3 | 0.4 | B |
| 37 | 10/7/11 10.02 | 38.027 | 14.769 | 6.81 | 20 | 112 | 0.29 | 0.3 | 0.3 | B |
| 38 | 11/7/11 1.16  | 38.019 | 14.768 | 7.31 | 28 | 95  | 0.29 | 0.3 | 0.3 | B |
| 39 | 11/7/11 2.14  | 38.026 | 14.767 | 5.99 | 20 | 112 | 0.25 | 0.3 | 0.2 | B |
| 40 | 11/7/11 4.49  | 38.029 | 14.725 | 6.3  | 17 | 116 | 0.28 | 0.3 | 0.4 | B |
| 41 | 11/7/11 11.38 | 38.024 | 14.765 | 7.08 | 23 | 111 | 0.24 | 0.3 | 0.4 | B |
| 42 | 11/7/11 13.48 | 38.022 | 14.778 | 7.14 | 20 | 109 | 0.23 | 0.3 | 0.3 | B |
| 43 | 12/7/11 17.46 | 38.038 | 14.73  | 6.34 | 20 | 121 | 0.29 | 0.3 | 0.5 | B |
| 44 | 14/7/11 4.13  | 38.036 | 14.75  | 5.63 | 20 | 118 | 0.28 | 0.3 | 0.3 | B |
| 45 | 15/7/11 13.43 | 38.025 | 14.754 | 6.7  | 12 | 112 | 0.27 | 0.3 | 0.3 | B |
| 46 | 15/7/11 17.53 | 38.02  | 14.763 | 6.54 | 15 | 100 | 0.27 | 0.3 | 0.4 | B |
| 47 | 19/7/11 15.22 | 38.032 | 14.779 | 6.62 | 28 | 113 | 0.29 | 0.2 | 0.4 | B |
| 48 | 19/7/11 16.34 | 38.027 | 14.779 | 6.35 | 20 | 111 | 0.26 | 0.2 | 0.2 | B |
| 49 | 22/7/11 3.18  | 38.022 | 14.776 | 5.69 | 23 | 109 | 0.29 | 0.3 | 0.2 | B |
| 50 | 23/7/11 6.13  | 38.047 | 14.776 | 6.39 | 32 | 120 | 0.28 | 0.3 | 0.4 | B |
| 51 | 23/7/11 9.02  | 38.043 | 14.794 | 5.37 | 20 | 116 | 0.29 | 0.3 | 0.3 | B |
| 52 | 27/7/11 4.03  | 38.038 | 14.767 | 6.23 | 24 | 102 | 0.28 | 0.3 | 0.4 | B |

|    |               |        |        |      |    |     |      |     |     |   |
|----|---------------|--------|--------|------|----|-----|------|-----|-----|---|
| 53 | 27/7/11 4.04  | 38.023 | 14.77  | 7.02 | 19 | 110 | 0.19 | 0.4 | 0.4 | B |
| 54 | 27/7/11 23.01 | 38.033 | 14.764 | 6.57 | 20 | 115 | 0.27 | 0.3 | 0.5 | B |
| 55 | 27/7/11 23.39 | 38.027 | 14.759 | 6.3  | 17 | 113 | 0.26 | 0.3 | 0.6 | B |
| 56 | 7/8/11 21.50  | 38.039 | 14.771 | 6.66 | 23 | 117 | 0.27 | 0.3 | 0.4 | B |
| 57 | 9/8/11 7.11   | 38.033 | 14.769 | 5.92 | 18 | 115 | 0.24 | 0.2 | 0.2 | B |
| 58 | 24/8/11 6.14  | 38.02  | 14.757 | 6.07 | 17 | 105 | 0.29 | 0.2 | 0.3 | B |
| 59 | 25/8/11 13.07 | 37.996 | 14.783 | 9.24 | 19 | 104 | 0.27 | 0.4 | 0.4 | B |

# 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

© 2014 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**