

# RAPPORTI TECNICI INGV

L'emergenza sismica in Molise  
(Agosto 2018). Implementazione della  
rete sismica di emergenza SISMIKO  
e condivisione dei dati



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

418

### **Direttore Responsabile**

Valeria DE PAOLA

### **Editorial Board**

Luigi CUCCI - Editor in Chief (luigi.cucci@ingv.it)  
Raffaele AZZARO (raffaele.azzaro@ingv.it)  
Christian BIGNAMI (christian.bignami@ingv.it)  
Mario CASTELLANO (mario.castellano@ingv.it)  
Viviana CASTELLI (viviana.castelli@ingv.it)  
Rosa Anna CORSARO (rosanna.corsaro@ingv.it)  
Domenico DI MAURO (domenico.dimauro@ingv.it)  
Mauro DI VITO (mauro.divito@ingv.it)  
Marcello LIOTTA (marcello.liotta@ingv.it)  
Mario MATTIA (mario.mattia@ingv.it)  
Milena MORETTI (milena.moretti@ingv.it)  
Nicola PAGLIUCA (nicola.pagliuca@ingv.it)  
Umberto SCIACCA (umberto.sciacca@ingv.it)  
Alessandro SETTIMI (alessandro.settimi1@istruzione.it)  
Andrea TERTULLIANI (andrea.tertulliani@ingv.it)

### **Segreteria di Redazione**

Francesca DI STEFANO - Coordinatore  
Rossella CELI  
Barbara ANGIONI  
Tel. +39 06 51860068  
redazionecen@ingv.it

**REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.174 | 2014, 23 LUGLIO**

© 2014 INGV Istituto Nazionale  
di Geofisica e Vulcanologia  
Rappresentante legale: Carlo DOGLIONI  
Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

# RAPPORTI TECNICI INGV

L'emergenza sismica in Molise (Agosto 2018).  
Implementazione della rete sismica di  
emergenza SISMO e condivisione dei dati

*The August 2018 Molise Seismic emergency.  
SISMO emergency seismic network  
deployment and data sharing*

Milena Moretti<sup>1</sup>, Lucia Margheriti<sup>1</sup>, Aladino Govoni<sup>1</sup>, Alessandro Marchetti<sup>1</sup>, Stefano Pintore<sup>1</sup>,  
Simona Carannante<sup>2</sup>, Ezio D'Alema<sup>2</sup>, Pasquale De Gori<sup>1</sup>, Davide Piccinini<sup>3</sup>, Luisa Valoroso<sup>1</sup>,  
Salvatore Stramondo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio Nazionale Terremoti

<sup>2</sup>INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Milano

<sup>3</sup>INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Pisa

Accettato 5 luglio 2019 | Accepted 5 July 2019

Come citare | How to cite Moretti M., Margheriti L., Govoni A., Marchetti A., Pintore S., Carannante S., D'Alema E., De Gori P., Piccinini D.,  
Valoroso L., Stramondo S., (2020). L'emergenza sismica in Molise (Agosto 2018). Implementazione della rete sismica di emergenza SISMO e  
condivisione dei dati. Rapp. Tec. INGV, 418: 1-32.

In copertina Foto di un sito ospitante una stazione SISMO | Cover Site hosting a SISMO station

418



# INDICE

<b>Introduzione</b>	<b>7</b>
<i>Abstract</i>	<b>7</b>
<b>1. Breve descrizione della sismicità</b>	<b>7</b>
1.1 Classificazione sismica dell'area	10
<b>2. L'intervento di SISMIKO in Molise</b>	<b>10</b>
2.1 La rete sismica temporanea	11
2.2 Performance della rete sismica temporanea	13
2.3 Gestione e distribuzione dei dati	15
2.4 Contributo della rete sismica mobile SISMIKO al servizio di sorveglianza sismica	16
2.4.1 Analisi preliminari della sequenza	16
<b>Ringraziamenti</b>	<b>19</b>
<b>Bibliografia e sitografia</b>	<b>19</b>
<b>ALLEGATO. Schede Stazioni</b>	<b>23</b>



## Introduzione

Questo rapporto tecnico descrive le attività svolte da SISMIKO [Moretti *et al.*, 2012; 2016a; 2016b; Pondrelli *et al.*, 2016] in occasione della sequenza sismica che ha interessato l'area in provincia di Campobasso tra i comuni di Montecilfone, Guardialfiera e Larino a partire dal 14 agosto 2018 e che ha visto nel terremoto di magnitudo  $M_L$  5.2 ( $M_W$  5.1) del 16 agosto 2018 (18:19 UTC), ben risentito in un'ampia area che comprende molte regioni dell'Italia centro meridionale, l'evento più significativo della sequenza.

SISMIKO è uno dei gruppi operativi dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) per la gestione delle emergenze sismiche [Pondrelli *et al.*, 2016], e come per ogni terremoto con magnitudo superiore a 5.0, ovvero alla soglia prevista nella vigente Convenzione tra l'INGV e il Dipartimento della Protezione Civile (DPC), a seguito del terremoto del 16 agosto 2018 ( $M_L$  5.2) ha predisposto un intervento volto al miglioramento del monitoraggio sismico dell'area interessata. L'integrazione di stazioni sismiche temporanee nella geometria della Rete Sismica Nazionale (RSN [Michelini *et al.*, 2016; INGV *Seismological Data Centre*]), consente infatti un miglioramento nella individuazione dei terremoti e un perfezionamento del calcolo dei parametri ipocentrali, soprattutto della profondità che è strettamente connessa alla distanza media tra le stazioni sismiche.

L'intervento principale è stato svolto nella giornata del 17 agosto [SISMIKO *working group*, 2018], ma nelle due settimane successive i siti allestiti sono stati più volte visitati e il giorno 30 si è proceduto con l'integrazione di ulteriori 2 stazioni, portando a 5 i punti di acquisizione della rete temporanea. La rete sismica è stata operativa per circa 2 mesi. I dati sono stati trasmessi in tempo reale al centro di acquisizione dati della rete mobile presso la sede di Roma di SISMIKO e al contempo integrati nel sistema di sorveglianza sismica INGV [Michelini *et al.*, 2016] per essere utilizzati nelle localizzazioni e nei prodotti scientifici forniti in tempo reale.

## Abstract

*On 16 August 2018 at 18:19:04 UTC an earthquake with magnitude  $M_L$  5.2 ( $M_W$  5.1) occurred in the Molise region. The earthquake was felt in a large area including many regions of Central and Southern Italy. The seismologists on duty in the 24H seismic monitoring room of the National Institute of Geophysics and Volcanology (INGV) located the event in the province of Campobasso, 4 km south-east of Montecilfone and at a preliminary depth of 9 km. The same area was affected two days before by a  $M_W$  4.6 event (August 14 at 23.48 Italian time<sup>1</sup>).*

*Following the  $M_W$  5.1 event and the associated aftershock sequence, the SISMIKO Operational Group was activated [Moretti *et al.*, 2012; 2016a; 2016b; Pondrelli *et al.*, 2016] for the installation of temporary seismic stations to integrate the permanent stations of the National Seismic Network (RSN [Michelini *et al.*, 2016; INGV *Seismological Data Centre*]) deployed in the region.*

## 1. Breve descrizione della sismicità

La sequenza sismica che ha interessato la provincia di Campobasso durante l'estate del 2018 ha avuto inizio la sera del 14 agosto alle ore 21:48 UTC con il terremoto  $M_L$  4.7 ( $M_W$  4.6) localizzato dai sismologi in turno presso la sala di monitoraggio e sorveglianza sismica

---

<sup>1</sup> <http://terremoti.ingv.it/event/20375681>

dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), a 6 km a Sud del comune di Montecilfone<sup>2</sup>. L'evento era stato preceduto da 3 scosse di  $M_L < 1.9$ , avvenute l'ora prima ed è stato poi seguito da una serie di scosse di  $M_L < 2.3$  fino al 16 agosto 2018 quando, alle 18:19 UTC, si è verificato un evento di  $M_L 5.2$  ( $M_W 5.1$ ) a 4 km a Sud-Est di Montecilfone<sup>3</sup>, ben risentito in una vasta area dell'Italia centro meridionale. Nelle ore successive si sono verificate ulteriori scosse di cui la maggiore alle ore 20.22 UTC di  $M_L 4.5$  ( $M_W 4.4$ )<sup>4</sup>. Come si osserva in Figura 1, la sequenza si è sviluppata per la maggior parte nelle prime due settimane successive ai due eventi principali, quindi ha iniziato a manifestare una tendenza al decadimento sia nel numero di eventi che nella loro magnitudo. Tuttavia il coordinamento SISMICO, in accordo con il Direttore dell'Osservatorio Nazionale Terremoti (ONT) ha deciso di prolungare l'installazione della rete temporanea data la contemporanea criticità di funzionamento delle stazioni della Rete Sismica Nazionale (RSN [Michelini *et al.*, 2016; INGV Seismological Data Centre]) nell'area in oggetto.

Nei due mesi in cui la rete sismica temporanea è stata operativa (vedi Capitolo 2), considerando un'area circolare con un raggio di 30 km centrata nell'epicentro del *mainshock* del 14 agosto sono stati registrati circa 600 eventi, di cui 16 di  $M_L \geq 3.0$  (Tabella 1), e tra questi 3 di  $M_L \geq 4.0$  (stelle bianche con bordo nero in Figura 2) localizzati dai sismologi in turno presso la sala di monitoraggio e sorveglianza sismica INGV (Figura 2).

Data/ora (UTC)	$M_L/M_W$	Zona	Prof (km)	Lat	Lon
2018-08-14 21:48:30	$M_L 4.7/M_W 4.6$	2 km S Montecilfone (CB)	19	41.89	14.84
2018-08-16 18:19:04	$M_L 5.2/M_W 5.1$	4 km SE Montecilfone (CB)	20	41.87	14.87
2018-08-16 18:30:28	$M_L 3.0$	6 km SW Guglionesi (CB)	10	41.86	14.89
2018-08-16 18:43:42	$M_L 3.0$	5 km SE Montecilfone (CB)	10	41.86	14.88
2018-08-16 19:28:38	$M_L 3.5$	5 km SE Palata (CB)	10	41.86	14.82
2018-08-16 20:22:34	$M_L 4.5/M_W 4.4$	5 km SE Montecilfone (CB)	17	41.87	14.87
2018-08-16 23:02:42	$M_L 3.1$	5 km S Montecilfone (CB)	10	41.86	14.86
2018-08-17 22:48:42	$M_L 3.3$	5 km SE Montecilfone (CB)	22	41.86	14.87
2018-08-20 00:07:04	$M_L 3.0$	3 km SE Montecilfone (CB)	26	41.88	14.86
2018-08-20 18:32:09	$M_L 3.1$	7 km NW Larino (CB)	13	41.85	14.86
2018-08-20 22:17:40	$M_L 3.2$	5 km SE Montecilfone (CB)	11	41.87	14.87
2018-08-25 15:54:54	$M_L 3.3$	4 km SE Montecilfone (CB)	22	41.87	14.87
2018-10-13 01:55:47	$M_L 3.0$	Costa Garganica (Foggia)	25	41.96	15.15

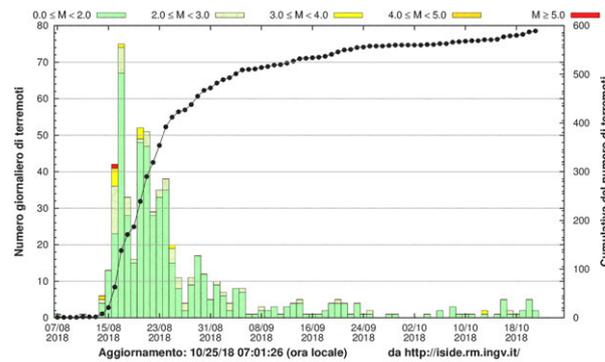
**Tabella 1** Elenco dei terremoti di  $M_L \geq 3.0$  nel periodo 14 agosto-25 ottobre 2018 nell'area circolare centrata nell'epicentro dell'evento del 14 agosto e raggio di 30 km. In arancione e in rosso, sono evidenziati gli eventi di  $M_L \geq 4.0$  e  $\geq 5.0$ , rispettivamente.

**Table 1** List of the  $M_L \geq 3.0$  earthquake occurred between August 14<sup>th</sup> and October 5<sup>th</sup>, 2018 in the circular area centered in the epicenter of the August 14<sup>th</sup> and 30 km radius. In orange and red, the events of  $M_L \geq 4.0$  and 5.0 are highlighted, respectively.

<sup>2</sup> <http://terremoti.ingv.it/event/20362671>

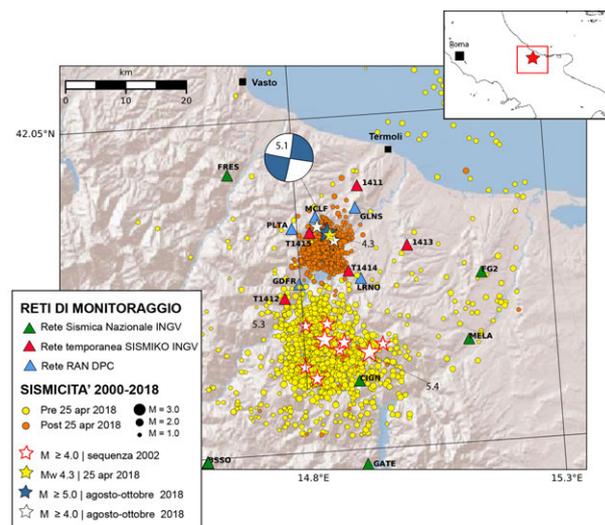
<sup>3</sup> <http://terremoti.ingv.it/event/20375681>

<sup>4</sup> <http://terremoti.ingv.it/event/20379371>



**Figura 1** In figura viene mostrato l'istogramma del numero di eventi sismici al giorno e il numero cumulativo degli eventi fino al 25 ottobre 2018, giorno successivo alla disinstallazione della rete sismica temporanea (estratta dalla relazione quotidiana del Funzionario sismologo della sede INGV di Roma produce per il DPC).

*Figure 1* The figure shows the histogram of the of the number of events per day and the cumulative number of events up to 25 October 2018, the day after the temporary seismic network was removed (from the daily report of the seismologist official of the INGV).



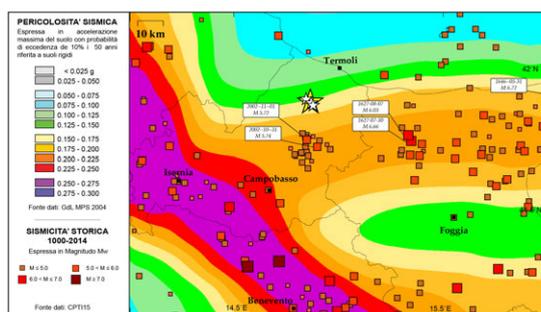
**Figura 2** Rete di monitoraggio nell'area interessata dalla sequenza sismica: i triangoli verdi rappresentano le stazioni permanenti della RSN [Michelini et al., 2016; INGV Seismological Data Centre]; quelli rossi le stazioni temporanee installate dal gruppo operativo di SISMIKO, quelli celesti le stazioni della rete RAN-DPC integrate dal 22 ottobre 2018 nel sistema di sorveglianza sismica INGV (vedi Paragrafo 2.1). In mappa viene inoltre mostrata la sismicità registrata nell'area nel periodo 2000 - 2018 (Fonte dati: ISIDe [Mele et al., 2018]): con i cerchi i terremoti avvenuti prima (in giallo) e dopo (in arancione) l'evento profondo del 25 aprile 2018 ( $M_w$  4.3), con le stelle bianche e azzurre gli eventi di  $M_L \geq 4.0$  (vedi legenda per dettagli). La dimensione dei cerchi è proporzionale alla magnitudo così come indicato in legenda.

*Figure 2* Monitoring network in the Molise area: the green triangles show the permanent stations of the RSN [Michelini et al., 2016; INGV Seismological Data Centre]; the red ones the SISMIKO temporary stations installed, the sky blue the stations of the RAN-DPC network (since 22 October 2018 in the INGV seismic surveillance system). The seismicity recorded in the area in the 2000 - 2018 period is also shown on the map (Data source: ISIDe [Mele et al., 2018]): with the circles the earthquakes occurred before (in yellow) and after (in orange) the deep event of April 25, 2018 ( $M_w$  4.3), with the white and light blue stars the events of  $M_L \geq 4.0$  (see legend for details). The size of the circles is proportional to the magnitude as indicated in the legend.

## 1.1 Classificazione sismica dell'area

In Figura 3 viene mostrata la Mappa di Pericolosità Sismica (MPS) del territorio nazionale [GdL MPS, 2004; e suoi aggiornamenti] centrata nell'area oggetto del presente report assieme ai più forti terremoti estratti dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15 [Rovida *et al.*, 2015]).

L'area epicentrale è considerata a pericolosità medio-alta con accelerazioni attese comprese tra 0.150 e 0.175 di g ed è la stessa interessata il 25 aprile 2018 da un evento sismico di magnitudo  $M_w$  4.3 ad una profondità maggiore di circa 29 Km<sup>5</sup> (Figure 2 e 3). Dalle informazioni contenute nel CPTI15, si osservano a sud, a una distanza inferiore di 20 km, i due eventi che il 31 ottobre e 1° novembre del 2002 colpirono duramente il comune di San Giuliano di Puglia (Figure 2 e 3). Terremoti di magnitudo maggiore di 6.0, si osservano a S-SE a circa 50 km di distanza, avvenuti nei mesi di luglio-agosto del 1627 di cui il maggiore (30 luglio, M 6.6) noto come il terremoto della Capitanata, colpì la zona NW del Gargano e del Tavoliere delle Puglie con epicentro a San Severo provocando numerosi danni e vittime (oltre 4000 persone). Fra tutti i terremoti conosciuti aventi epicentro in Puglia è stato di gran lunga il più violento sia per magnitudo Richter sia per numero di vittime.



**Figura 3** In mappa viene mostrata la MPS [GdL MPS, 2004; e suoi aggiornamenti] assieme ai terremoti del catalogo storico CPTI15 [Rovida *et al.*, 2015] dall'anno 1000 al 2014. La stella gialla indica il terremoto del 25 aprile 2018, le stelle bianche gli eventi di  $M > 4.0$  della sequenza oggetto del presente lavoro.

*Figure 3* The map shows the MPS [GdL MPS, 2004; and its updates] together with the distribution of the historical seismicity from the year 1000 to 2014 (data source: CPTI15 [Rovida *et al.*, 2015]). The yellow star indicates the earthquake of April 25, 2018, the white stars the events with  $M > 4.0$  of the Molise sequence.

## 2. L'intervento di SISMICO in Molise

SISMICO è una *task force* operativa che prevede il coordinamento a livello nazionale delle Reti Sismiche Mobili di Pronto Intervento in emergenza e coinvolge le diverse Sezioni dell'INGV che si occupano normalmente del monitoraggio sismico del territorio nazionale [Moretti *et al.*, 2012; 2016a; 2016b; Pondrelli *et al.*, 2016]. SISMICO ha l'importante compito di densificare nel più breve tempo possibile la RSN presente nell'area colpita da

<sup>5</sup> <http://terremoti.ingv.it/event/19004961>

un terremoto mediante l'installazione di stazioni temporanee, possibilmente dotando la strumentazione di apparati per la trasmissione dei dati in tempo reale. Questa integrazione alle reti permanenti consente di abbassare la soglia della magnitudo di completezza e di migliorare la qualità delle localizzazioni dei terremoti. Ciò permette nell'immediato di definire con maggiore precisione e accuratezza il fenomeno in corso e di fornire dei dati di ottima qualità e dettaglio per studi successivi di sismotettonica e fisica del terremoto. SISMIKO stimola una forte comunione delle esperienze scientifiche e tecnologiche all'interno dell'Ente. I suoi obiettivi non riguardano, quindi, solo l'incremento della capacità e dell'efficacia di monitoraggio, ma anche la definizione di politiche comuni e l'implementazione di procedure per la condivisione, l'archiviazione e la distribuzione del dato delle reti temporanee ai fini del servizio di sorveglianza sismica e della ricerca scientifica.

A seguito dell'evento di magnitudo  $M_w$  5.1 e della sequenza a esso associata, come in ogni emergenza di questo tipo, il gruppo operativo SISMIKO si è attivato per installare alcune stazioni sismiche temporanee a integrazione di quelle permanenti della RSN presenti nella regione. La zona è ben monitorata, ma infittire la rete di monitoraggio sismico è molto importante per migliorare le localizzazioni ottenute dalla sala di sorveglianza sismica e caratterizzare così le faglie attive. In particolare, il parametro più difficile da vincolare nelle procedure di localizzazione è la profondità ipocentrale, se non si dispone di sismometri ubicati a distanze inferiori alle profondità dei terremoti (~10-20 km). Nel caso specifico, le stazioni della RSN erano ubicate a distanze di oltre 20 km dagli epicentri e questo lasciava una notevole incertezza nel calcolo della profondità ipocentrale dei terremoti. Le nuove stazioni sismiche installate a breve distanza dagli epicentri (10-12 km), hanno ben presto consentito di risolvere l'ambiguità sulla profondità dei terremoti.

## 2.1 La rete sismica temporanea

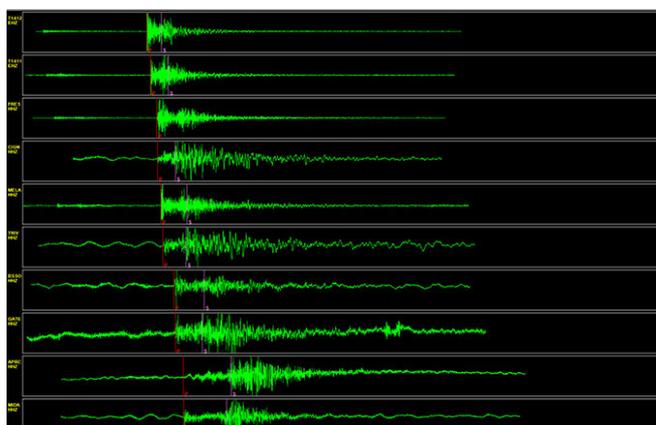
I siti per l'installazione delle stazioni sismiche temporanee sono stati scelti dopo una valutazione della sismicità in corso nell'area e dall'analisi dei parametri delle localizzazioni calcolate presso la sala di sorveglianza sismica INGV. Le stazioni, costituite da acquisitori Reftek 130-S equipaggiati con accelerometro Episensor (fondo scala 4g) e velocimetro a corto periodo Lennartz 3D lite (alcuni esempi in Figura 4), hanno acquisito in continuo sia in locale su *memory card* che in tempo reale grazie alla trasmissione UMTS dei dati.

Le squadre di operatori INGV intervenute nella zona interessata dalla sequenza sono partite nelle prime ore del 17 agosto, dalle sedi INGV di Roma e Grottaminarda e a metà pomeriggio hanno installato le prime tre stazioni temporanee T1411, T1412 e T1415 (Figura 2). Tutte hanno trasmesso i dati in tempo reale anche se la T1411, a causa di una copertura UMTS della rete mobile non ottimale, non sempre in maniera efficiente. La mattina di sabato 18 agosto, dopo un'attenta valutazione della qualità dei dati, le stazioni sono state integrate nel sistema di sorveglianza sismica INGV andando a contribuire alla localizzazione degli eventi sismici. In Figura 5 viene mostrato il primo evento localizzato anche con le stazioni temporanee, avvenuto alle ore 9:49:16 UTC.



**Figura 4** Foto dei siti ospitanti le stazioni SISMO. In alto: a sinistra la T1411 a NE della sequenza nel Comune di Guglionesi; a destra la T1412 a SW nel Comune di Lupara. In basso: a sinistra la T1413 a E della sequenza nel Comune di San Martino in Pensilis; a destra i due sensori di cui tutte le stazioni sono equipaggiate. Per maggiori informazioni, vedi schede stazioni in Allegato.

*Figure 4* The sites hosting the SISMO stations. Above: on the left the T1411, NE of the sequence in the Municipality of Guglionesi; on the right the T1412 a SW in the Municipality of Lupara. Below: on the left the T1413 E of the sequence in the Municipality of San Martino in Pensilis; on the right the two sensors equipping all the stations. For more information, see the station tabs in the Annex.



**Figura 5** Forme d'onda dell'evento del 18 agosto delle ore 09.49.16 UTC, il primo localizzato presso la sala di sorveglianza sismica INGV anche con le stazioni temporanee SISMO.

*Figure 5* Waveforms of the August 18 event at 09.49.16 UTC, the first located at the INGV seismic surveillance room also with the SISMO temporary stations.

Il 30 agosto, si è poi provveduto a infittire la rete di monitoraggio temporanea installando ulteriori due stazioni (T1414 e T1415), una a nord e l'altra a sud del lago del Liscione, immediatamente ai bordi della zona interessata dalla sequenza sismica in atto (Figura 2).

In Tabella 2 sono elencate alcune informazioni delle 5 stazioni temporanee. Maggiori dettagli sono invece riportati nelle relative schede stazioni in Allegato al presente lavoro.

Sigla	Comune (Provincia)	Lat (°)	Lon (°)	Quota (m)	Start Data Ora (UTC)	Stop Data Ora (UTC)
T1411	Guglionesi (CB)	41.946108	14.925787	121	2018-08-17 11:33	2018-10-23 10:00
T1412	Lupara (CB)	41.783915	14.767535	420	2018-08-17 13:23	2018-10-24 15:00
T1413	San Martino in Pensilis (CB)	41.852053	15.017177	240	2018-08-17 14:40	2018-10-23 17:00
T1414	Larino (CB)	41.819887	14.897625	290	2018-08-30 15:11	2018-10-23 17:00
T1415	Palata (CB)	41.879585	14.824916	420	2018-08-30 15:11	2018-10-24 11:59

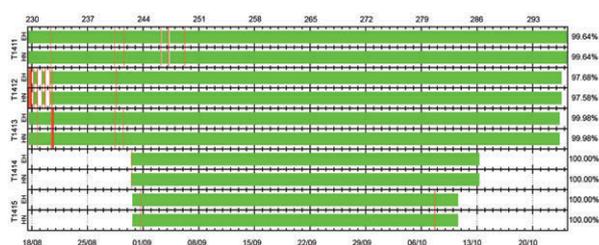
**Tabella 2** Coordinate delle stazioni temporanee del gruppo operativo SISMIKO, installate in occasione della sequenza sismica in provincia di Campobasso. Nelle ultime due colonne sono riportati i tempi di inizio e fine acquisizione delle stazioni.

**Table 2** List of temporary stations of the SISMIKO operating group, installed during the seismic sequence in the province of Campobasso. The last two columns show start and end acquisition times of each station.

Il 22 ottobre, dopo una fase di test, si è predisposto l'inserimento nel sistema di sorveglianza sismica INGV di alcune stazioni temporanee (installate il 22 agosto dal gruppo di rete mobile del DPC, comunicazione personale di Elisa Zambonelli) divenute poi permanenti della Rete Accelerometrica Nazionale (RAN [Presidency Of Council Of Ministers-Civil Protection Department]), gestita dal DPC presenti in area epicentrale (entro i 20 km dagli eventi maggiori, Figura 2). Questa integrazione ha migliorato notevolmente il servizio di monitoraggio dell'area e quindi si è potuta pianificare la disinstallazione della rete temporanea SISMIKO avvenuta la settimana successiva, tra il 23 e il 24 ottobre.

## 2.2 Performance della rete sismica temporanea

Il funzionamento delle stazioni sismiche installate in area epicentrale è stato mediamente buono e continuo, a eccezione delle stazioni T1414 e T1415 che hanno smesso di acquisire circa due settimane prima della disinstallazione della rete. In Figura 6 viene mostrato il dataset disponibile delle 5 stazioni.



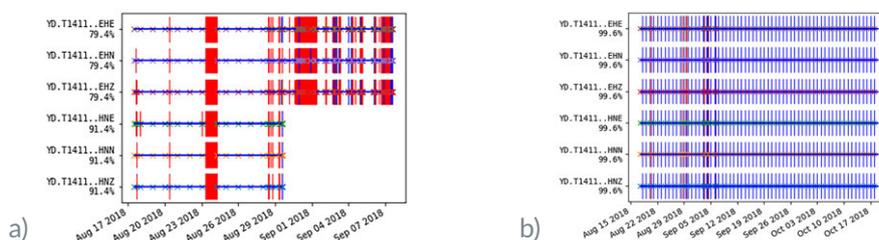
**Figura 6** Stato di funzionamento delle stazioni della rete temporanea SISMICO, ovvero i dati acquisiti e archiviati in EIDA. Le linee rosse indicano interruzioni nell'acquisizione.

**Figure 6** Status of the SISMICO temporary network, ie the continuous data stream acquired and stored in EIDA archive. Red lines indicate interruptions in the acquisition.

Tuttavia è stata registrata una differenza tra il dato trasmesso in tempo reale al centro di acquisizione dati di Roma e il dato archiviato in locale sulle *memory card* delle singole stazioni. Tale differenza può essere dovuta alla saturazione della banda delle celle UMTS a cui era agganciato il router UMTS oppure a uno scarso livello del segnale presente nei luoghi di installazione. Nonostante tutto le analisi di *routine* dei sismologi in tempo reale non sono state compromesse e anzi l'utilizzo delle cinque stazioni temporanee ha contribuito in modo sensibile al miglioramento delle stesse (vedi Paragrafo 2.3).

A titolo di esempio, in Figura 7 viene riportato l'esempio della stazione T1411 con l'analisi dei dati trasmessi in tempo reale (a) e i dati acquisiti in locale dalla stazione (b). Come si può osservare, grazie alla campagna di scarico dati delle stazioni da parte degli operatori INGV, la percentuale di copertura dati è stata notevolmente aumentata, passando da un valore circa del 79.4% per le componenti velocimetriche (EH) a un valore di oltre il 99%.

Osservando i canali accelerometrici (HN) della stazione T1411 in tempo reale (Figura 7a) si può osservare che sono interrotti il giorno 30 agosto 2018, giorno di installazione delle stazioni T1444 e T1445. Osservando infatti il numero dei buchi sulle tracce della stazione T1411 è stato scelto di non trasmettere in tempo reale i canali accelerometrici ma di acquisirli solo in locale, riducendo di circa la metà la banda dati da trasmettere. I canali velocimetrici, invece, sono stati sia trasmessi sia acquisiti in locale anche dopo il 30 agosto.



**Figura 7 a)** Archivio forme d'onda trasmesso in tempo reale della stazione T1411; le linee rosse rappresentano un buco di segnale acquisito. **b)** archivio forme d'onda acquisite in locale sulla stazione; le linee blu rappresentano il cambio del giorno. I dati in formato mseed sono stati risincronizzati sul portale EIDA INGV.

**Figure 7 a)** Archive of waveforms transmitted in real time by the T1411 station; the red lines represent an acquired signal hole; **b)** waveform file acquired locally on the station; the blue lines represent the change of the day. The data on mseed format have been re-synchronized on the EIDA INGV portal.

Al fine di verificare il funzionamento della strumentazione utilizzata e per caratterizzare dal punto di vista sismologico i diversi siti che compongono la rete SISMIKO, è stata condotta l'analisi di rumore utilizzando il programma SQLX.

L'analisi di rumore ambientale è stata effettuata calcolando la densità dello spettro di potenza (*Power Spectral Densities* – PSD) del segnale registrato a ogni stazione e confrontando i risultati ottenuti con le curve standard di riferimento NHNM (*New High Noise Model*) e NLNM (*New Low Noise Model*) ricavate da Peterson [1993]. Applicando l'algoritmo sviluppato da McNamara and Buland [2004], SQLX consente di calcolare le *Probability Density Functions* (PDF) dello spettro di potenza (PSD) del segnale [McNamara and Boaz, 2005]. In particolare per ogni componente di ogni stazione è stata calcolata la curva PSD relativa a ogni ora di segnale registrato, con una sovrapposizione del 50%, ottenendo un totale di 48 curve per ogni giorno di registrazione per ogni componente. Durante le prime settimane di operatività delle stazioni, l'utilizzo delle analisi di SQLX è stato incentrato sul corretto funzionamento della strumentazione usata e non sulle analisi di noise medio poiché le stesse erano in area epicentrale e quindi il contributo energetico dei terremoti registrati era troppo elevato per analizzare il *noise* medio. In Figura 8 vengono mostrate le componenti velocimetriche per ogni sito.

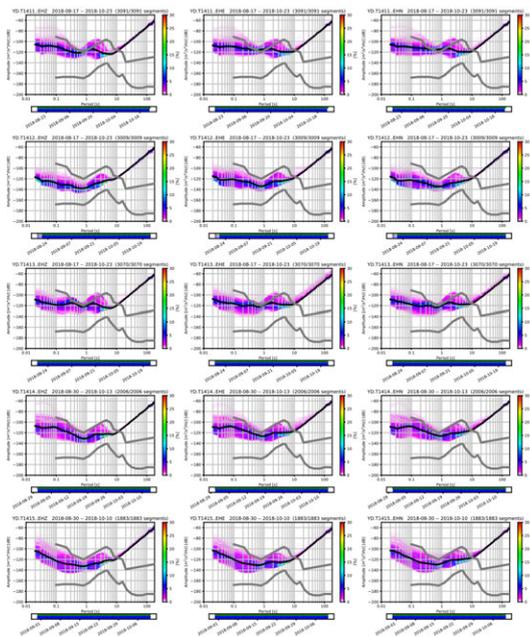


Figura 8 Le PDF dello spettro di potenza del segnale registrato alle componenti velocimetriche delle 5 stazioni SISMIKO.

Figure 8 The PDF calculated for the 5 SISMIKO stations at the velocimetric components.

## 2.3 Gestione e distribuzione dei dati

La trasmissione delle stazioni temporanee ha consentito l'archiviazione e l'utilizzo in tempo reale di tutti i dati acquisiti da SISMIKO [Moretti et al., 2018] che così hanno contribuito alle localizzazioni prodotte dai sismologi di turno in sala sismica e a tutte le elaborazioni che generalmente vengono fornite con procedure automatiche come i *Time Domain Moment Tensor* - TDMT [Scognamiglio et al., 2009] o le ShakeMaps [Faenza and Michelini 2010; 2011], ecc) e agli studi di dettaglio *off-line* (ri-localizzazioni, studi della sorgente sismica ecc.) consentendo di effettuare analisi di dettaglio della sequenza [Trionfera B., 2018; Trionfera B. et al., 2018].

Grazie alla presenza negli acquisitori dei Reftek 130 della scheda che prevede la presenza di 2 slot per memorie rimovibili (nel cosiddetto pozzetto), i dati vengono sempre anche acquisiti in locale e successivamente convertiti nel formato internazionale *Standard for Exchange of Earthquake Data* (SEED [Mazza et al., 2012]) e resi disponibili alla comunità scientifica senza

vincoli tramite l'*European Integrated Data Archive* (EIDA [Mazza *et al.*, 2012]). Nello stesso tempo sono stati utilizzati negli aggiornamenti dei database dell'INGV come l'*Italian Seismological Instrumental and Parametric Database* (ISIDe [Mele *et al.*, 2018]) con la revisione del Bollettino Sismico Italiano (BSI), dell'INGV *Strong Motion Data* (ISMd [Massa *et al.*, 2014]), dell'*Italian ACcelerometric Archive* (ITACA [Luzi L., Pacor F., Puglia R., 2017]) dell'*European-Mediterranean Regional Centroid Moment Tensors* (RCMT).

La rete temporanea implementata in Molise ha codice di rete dedicato **YD**<sup>6</sup> e le stazioni (vedi mappa in Figura 2) sono caratterizzate dalla sigla **T14**\*\* come codificato in Moretti *et al.* [2014].

## 2.4 Contributo della rete sismica mobile SISMO al servizio di sorveglianza sismica

L'installazione delle stazioni sismiche temporanee ha concorso a ridurre la distanza minima tra l'epicentro e le stazioni e il GAP azimutale. In Tabella 3 vengono mostrati, a titolo di esempio, i parametri ipocentrali e gli errori per l'evento del 20 agosto 2018 delle 18.32 UTC ( $M_L$  3.1)<sup>7</sup> localizzato senza e con le stazioni della rete sismica mobile SISMO.

Dal confronto si osserva una notevole diminuzione della distanza dell'epicentro dalla stazione più vicina (da 20 a 10 km) e una riduzione del GAP azimutale da 151 a 75 gradi. Plottando le due localizzazioni in mappa, lo spostamento della localizzazione raffinata con le stazioni temporanee è di circa 2 km e considerando che si tratta di un  $M_L$  3.1, il miglioramento è davvero notevole.

Per fornire una stima quantitativa del contributo della rete SISMO sulla qualità delle localizzazioni dei terremoti, è stato fatto il confronto tra due dataset così composti:

1. 14/08/2018 00:00 - 18/08/2018 08:00 | 181 eventi | senza rete SISMO
2. 18/08/2018 09:49 - 24/08/2018 00:00 | 254 eventi | con rete SISMO

La selezione è stata fatta considerando il momento in cui i dati delle stazioni SISMO hanno iniziato a contribuire alle localizzazioni in tempo reale presso la sala di sorveglianza sismica. Ovviamente il dataset 1) è stato rilocalizzato anche con i dati della rete temporanea dagli interpretatori del BSI. I parametri messi a confronto sono  $err_h$  e  $err_z$ , espressi in km, RMS e GAP azimutale (Figura 9).

### 2.4.1 Analisi preliminari della sequenza

Recenti studi di dettaglio della sequenza molisana in cui sono state anche utilizzate le stazioni temporanee SISMO [Trionfera B., 2018; Trionfera B. *et al.*, 2018] hanno evidenziato una iniziale sismicità concentrata nel settore settentrionale nei pressi delle località di Montecilfone e Palata (CB) a una profondità compresa tra i 10 e i 20 km.

Tali valori sono diminuiti tra 6 e 12 km nei giorni successivi al terremoto più forte del 16 agosto, in particolare tra il 18 e il 19 agosto, con un'attivazione dell'area più a sud<sup>8</sup>.

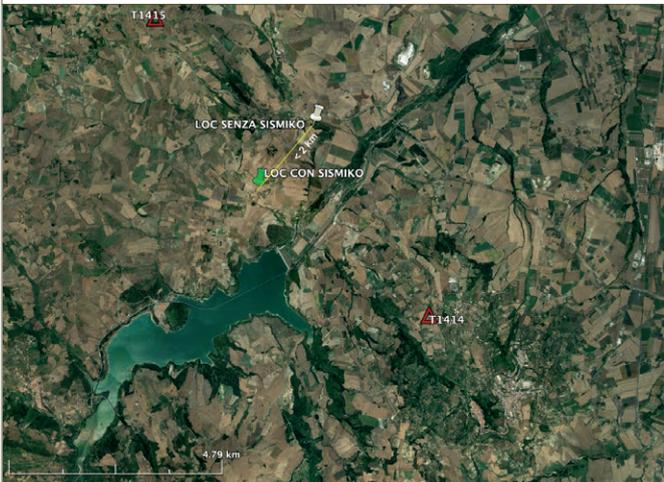
---

<sup>6</sup> [https://www.fdsn.org/networks/detail/YD\\_2018/](https://www.fdsn.org/networks/detail/YD_2018/)

<sup>7</sup> <http://terremoti.ingv.it/event/20439031>

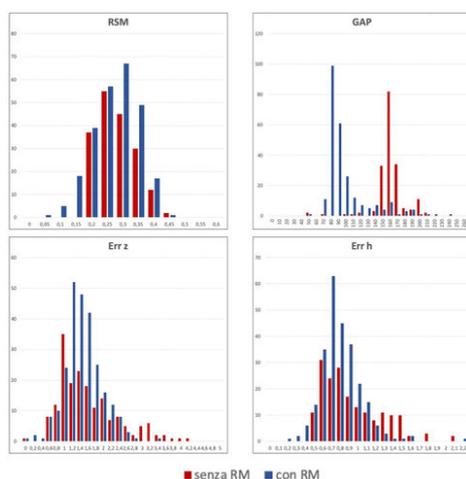
<sup>8</sup> <https://ingvterremoti.wordpress.com/2019/02/05/analisi-di-dettaglio-della-sequenza-sismica-del-molise-di-agosto-settembre-2018/>

	Localizzazione senza stazioni temporanee	Localizzazione con stazioni temporanee
Latitudine (gradi)	41.858	41.845
Longitudine (gradi)	14.866	14.851
Errore sulle coordinate epicentrali (km)	0.81	0.53
Profondità (km)	19.9 +/-1.7	13.8 +/- 1.0
Magnitudo (ML)	3.1 +/-0.3	3.1 +/- 0.3
Gap (massimo settore azimutale scoperto) (gradi)	151	75
RMS (errore standard sui tempi di arrivo alle stazioni)	0.31	0.19
Stazione più vicina (distanza km)	FRES (21) CIGN (23) MELA (27) TRIV (28) GATE (38)	T1412 (10) T1411 (13) T1413 (14) FRES (21) CIGN (22)



**Tabella 3** Confronto dei parametri della localizzazione senza e con le stazioni della rete SISMIKO dell'evento di  $M_L$  3.1 del 20 agosto 2018 delle 18.32 UTC.

**Table 3** Localization parameters comparison, without (left column) and with (right column) the stations of the SISMIKO network of the event of  $M_L$  3.1 on August 20, 2018 at 18.32 UTC.



**Figura 9** Gli istogrammi mostrano la variazione di RMS, GAP azimutale, err h, err z per il catalogo di localizzazioni calcolate con dati della RSN e della rete SISMIKO (in blu) o con i soli dati RSN (in rosso).

**Figure 9** Histograms showing the values for RMS, azimuthal GAP, err h, err z for the earthquake locations computed by using both RSN and SISMIKO network (bleu) and RSN only (red).

La distribuzione della sismicità in mappa mostra un allineamento E-W degli epicentri. Inoltre anche il meccanismo focale TDMT del *mainshock*<sup>9</sup>, evidenzia la presenza in questa zona di strutture sismogenetiche che presentano un movimento di tipo trascorrente destro su un piano E-W, come per i terremoti del 2002, in accordo con la cinematica degli eventi più importanti dell'area.

Analogamente a quanto osservato nelle forme d'onda relative alla sequenza del 2002 [Latorre *et al.*, 2008], anche in questa zona si rileva, alle stazioni in area epicentrale, una fase S convertita in P (SP) altamente energetica. A titolo di esempio, in Figura 10 sono mostrate le 3 tracce della stazione T1413 dove è evidente una fase convertita tra la fase P e la fase S. Essendo ben visibile sulla componente verticale e precedendo la fase S di qualche secondo, si può affermare che la fase sia una S convertita in P (SP). Tale conversione è imputabile al forte contrasto di velocità che esiste tra la piattaforma apula, di natura carbonatica, e il sottostante basamento metamorfico. Gli eventi della sequenza attuale, a profondità comprese tra 10 e 15 km, avvengono al limite piattaforma - basamento e i raggi sismici, pressoché verticali, subiscono una conversione SP che risulta ben visibile a tutte le stazioni della rete temporanea [Latorre *et al.*, 2008].



**Figura 10** Esempio di una fase S convertita in P (SP) alla stazione T1413. Sui sismogrammi è riportata la lettura delle fasi P (in rosso) ed S (in rosa). L'aumento di ampiezza che precede la fase S, specialmente evidente sulla componente verticale in alto, è la convertita SP.

**Figure 10** Example of a phase S converted into a phase P (SP) at station T1413. The reading of the phases P (in red) and S (in pink) are reported on the seismogram. The amplitude increase preceding the S phase, clearly evident on the vertical component at the top, is the converted SP.

<sup>9</sup> <http://terremoti.ingv.it/event/20375681>

## Ringraziamenti

Gli Autori desiderano ringraziare i colleghi che hanno contribuito alle attività descritte nel presente manoscritto, dalla implementazione in campagna della rete alla sua acquisizione, archiviazione e distribuzione, con particolare riguardo a Mario Anselmi Angelo Castagnozzi, Fabio Criscuoli, Marco Colasanti, Peter Danecek, Edoardo Giandomenico, Lucian Giovanni, Massimo Fares, Valentino Lauciani, Antonino Memmolo, Felice Minichiello, Stefano Silvestri. Lo studio presentato ha beneficiato del contributo finanziario della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento Protezione Civile; la presente pubblicazione, tuttavia, non riflette necessariamente la posizione e le politiche ufficiali del DPC.

## Bibliografia

- Faenza L. and Michelini A., (2010). *Regression analysis of MCS intensity and ground motion parameters in Italy and its application in ShakeMap*. *Geophys. J. Int.* 2010, 180, 1138–1152. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2009.04467.x>
- Faenza L. and Michelini A., (2011). *Regression analysis of MCS intensity and ground motion spectral accelerations (SAs) in Italy*. *Geophys. J. Int.* 2011, 186, 1415–1430. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2011.05125.x>
- Gruppo di Lavoro MPS (2004). *Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003*. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.
- Latorre D., De Gori P., Chiarabba C., Amato A., Virieux J. and Monfret T., (2008). *Three-dimensional kinematic depth migration of converted waves: application to the 2002 Molise aftershock sequence (southern Italy)*. RID G-4780-2011 RID E-8057-2011 RID A-4178-2011. *Geophysical Prospecting*, vol. 56; p. 587-600, ISSN: 0016-8025; doi: 10.1111/j.1365-2478.2008.00711.x
- Massa M., Lovati S., Franceschina G., D'Alema E., Marzorati S., Mazza S., Cattaneo M., Selvaggi G., Amato A., Michelini A. and Augliera P., (2014). *ISMD, a web portal for real-time processing and dissemination of INGV strong-motion data*. *Seismological Research Letters*, Vol. 85, N. 4, 863-877; doi: 10.1785/0220140024
- Mazza S., Basili A., Bono A., Lauciani V., Mandiello A.G., Marcocci C., Mele F.M., Pintore S., Quintiliani M., Scognamiglio L. and Selvaggi G., (2012). *AIDA – Seismic data acquisition, processing, storage and distribution at the National Earthquake Center, INGV*. *Annals of Geophysics*, 55 (4); doi:10.4401/ag-6145
- McNamara D.E. and Boaz R.I., (2005). *Seismic Noise Analysis System, Power Spectral Density Probability Density Function: Stand-Alone Software Package*. United States Geological Survey Open File Report, NO. 2005-1438, 30 pp.
- McNamara D.E. and Buland R.P., (2004). *Ambient Noise Levels in the Continental United States*. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 94, 1517-1527.
- Michelini A., Margheriti L., Cattaneo M., Cecere G., D'Anna G., Delladio A., Moretti M., Pintore S., Amato A., Basili A., Bono A., Casale P., Danecek P., Demartin M., Faenza L., Lauciani V., Mandiello A.G., Marchetti A., Marcocci C., Mazza S., Mele F.M., Nardi A., Nostro C., Pignone M., Quintiliani M., Rao S., Scognamiglio L. and Selvaggi G., (2016). *The Italian National Seismic Network and the earthquake and tsunami monitoring and surveillance systems*. *Adv. Geosci.*, 43, 31-38. <https://doi.org/10.5194/adgeo-43-31-2016>
- Moretti M., Cattaneo M., Cecere G., Govoni A., Margheriti L. and Mazza S., (2014). *Integrazione dei dati sismologici delle reti sismiche permanenti e temporanee. Regolamento e procedure*. *Rapporti Tecnici INGV*, 276, 1-32.

- Moretti M., Abruzzese L., Abu Zeid N., Augliera P., Azzara R.M., Barnaba C., Benedetti L., Bono A., Bordoni P., Boxberger T., Bucci A., Cacciaguerra S., Calò M., Cara F., Carannante S., Cardinale V., Castagnozzi A., Cattaneo M., Cavaliere A., Cecere G., Chiarabba C., Chiaraluce L., Ciaccio M.G., Cogliano R., Colasanti G., Colasanti M., Cornou C., Courboux F., Criscuoli F., Cultrera G., D'Alema E., D'Ambrosio C., Danesi S., De Gori P., Delladio A., De Luca G., Demartin M., Di Giulio G., Dorbath C., Ercolani E., Faenza L., Falco L., Fiaschi A., Ficeli P., Fodarella A., Franceschi D., Franceschina G., Frapiccini M., Frogneux M., Giovani L., Govoni A., Improta L., Jacques E., Ladina C., Langlaude P., Lauciani V., Lolli B., Lovati S., Lucente F.P., Luzi L., Mandiello A.G., Marcocci C., Margheriti L., Marzorati S., Massa M., Mazza S., Mercerat D., Milana G., Minichiello F., Molli G., Monachesi G., Morelli A., Moschillo R., Pacor F., Piccinini D., Piccolini U., Pignone M., Pintore S., Pondrelli S., Priolo E., Pucillo S., Quintiliani M., Riccio G., Romanelli M., Rovelli A., Salimbeni S., Sandri L., Selvaggi G., Serratore A., Silvestri M., Valoroso L., Van der Woerd J., Vannucci G. and Zaccarelli L., (2012). *Rapid-response to the earthquake emergency of May 2012 in the Po Plain, Northern Italy*. *Annals of Geophysics*, Vol. 55, n. 4. 583 - 590; doi: 10.4401/ag-6152.
- Moretti M., Margheriti L. and Govoni A., (2016a). *Rapid response to the earthquake emergencies in Italy: temporary seismic network coordinated deployments in the last five years*. In: D'Amico S. (Ed): *Earthquakes and their impacts on Society*, Springer.
- Moretti M., Pondrelli S., Margheriti L., Abruzzese L., Anselmi M., Arroucau P., Baccheschi P., Baptie B., Bonadio R., Bono A., Bucci A., Buttinelli M., Capello M., Cardinale V., Castagnozzi A., Cattaneo M., Cecere G., Chiarabba C., Chiaraluce L., Cimini G.B., Cogliano R., Colasanti G., Colasanti M., Criscuoli F., D'Alema E., D'Alessandro A., D'Ambrosio C., Danecek P., De Caro M., De Gori P., Delladio A., De Luca G., De Luca G., Demartin M., Di Nezza M., Di Stefano R., Falco L., Fares M., Frapiccini M., Frepoli A., Galluzzo D., Giandomenico E., Giovani L., Giunchi C., Govoni A., Hawthorn D., Ladina C., Lauciani V., Lindsay A., Mancini S., Mandiello A.G., Marzorati S., Massa M., Memmolo A., Migliari F., Minichiello F., Monachesi G., Montuori C., Moschillo R., Murphy S., Pagliuca N.M., Pastori M., Piccinini D., Piccolini U., Pintore S., Poggiali G., Rao S., Saccorotti G., Segou M., Serratore A., Silvestri M., Silvestri S., Vallocchia M., Valoroso L., Zuccarello L., Michelini A. and Mazza S., (2016b). *SISMIKO: emergency network deployment and data sharing for the 2016 central Italy seismic sequence*. *Annals of Geophysics*, 59(5), 2016; doi: 10.4401/ag7212
- Moretti M., De Gori P., Govoni A., Margheriti L., Piccinini D., Pintore S. e Valoroso L., (2018). *Seismic Data acquired by the SISMIKO Emergency Group - Molise-Italy 2018 - T14 [Data set]*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/SD/FIR72CHYWU>.
- Peterson J.R., (1993). *Observation and modelling of seismic background noise*. U.S.G.S. Tech. Rept., 93-322, 1-95.
- Pondrelli S., Amato A., Massa M., Montone P., Crescimbene M., La Longa F. e Emergenza sismica working group, (2016). *Pianificazione e gestione di un'emergenza sismica: esercitazione INGV del 26 novembre 2015 effettuata nell'ambito della Linea di Attività T5 "Sorveglianza sismica e operatività post terremoto"*. *Quaderni di Geofisica*, 137, 1-141.
- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B. and Gasperini P., (eds) (2016). *CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>
- Scognamiglio L., Tinti E. and Michelini A., (2009). *Real-time determination of seismic moment tensor for Italian region*. *Bull. Seism. Soc. of Am.*, Vol. 99, No. 4, pp. 2223-2242; doi: 10.1785/0120080104
- SISMIKO working group, (2018). *Emergenza Sismica in Molise. Report del Gruppo Operativo*

SISMIKO; doi: 10.5281/zenodo.574606

- Trionfera B., (2018). *Analisi della sismicità del Molise nel periodo 2013-2018 e considerazioni geodinamiche*. Tesi sperimentale, Corso di Laurea Magistrale in Geologia di Esplorazione, Relatore Carlo Doglioni, relatori esterni Alberto Frepoli e Gaetano De Luca, Anno Accademico 2017-2018, Università di Roma La Sapienza.
- Trionfera B., Frepoli A., De Luca G., (2018). *Sismicità del Molise ed aree limitrofe dal 2013 al 2018: nuove conoscenze sismotettoniche*. GNGTS Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida - 37° Convegno Nazionale. Bologna, 19 Novembre 2018.

## Sitografia

- Bollettino Sismico Italiano (BSI). <http://terremoti.ingv.it/bsi>
- European Integrated Data Archive (EIDA). <http://eida.rm.ingv.it/>
- European-Mediterranean Regional Centroid Moment Tensors (RCMT). <http://www.bo.ingv.it/RCMT/>
- INGV Strong Motion Data (ISMD). <http://ismd.mi.ingv.it>
- Mele F.M., Margheriti L., Marocci C., Bono A., Lauciani, V. and Quintiliani M., (2018). *Italian Seismological Instrumental and Parametric Database (ISIDe)*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/iside>
- Luzi L., Pacor F., Puglia R., (2017). *Italian Accelerometric Archive v 2.2*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Dipartimento della Protezione Civile Nazionale. doi: 10.13127/ITACA.2.2
- Presidency Of Council Of Ministers-Civil Protection Department, (1972). *Italian Strong Motion Network*. Presidency of Council of Ministers Civil Protection Department. <https://doi.org/10.7914/sn/it>
- INGV Seismological Data Centre, (2006, January 1). *Rete Sismica Nazionale (RSN)*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Italy. <https://doi.org/10.13127/sd/x0fxnh7qfy>
- ShakeMaps. <http://shakemap.rm.ingv.it>
- SQLX. <http://www.ltd.co.id/index.php/products/details/sqlx>
- Time Domain Moment Tensor (TDMT). <http://terremoti.ingv.it/tdmt>



# ALLEGATO

## Schede Stazioni



**T1411****Guglionesi (CB)****INFO – POSITION (WGS84)**

IN	17/08/2018   11.33 UTC
OUT	23/10/2018   00.00 UTC
LAT	N 41.946108
LON	E 14.925787
ALT	121 M

**STRUMENTAZIONE**

ACQUISITORE	REF TEK 130-S
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T (4G)
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

**CONFIGURAZIONE**

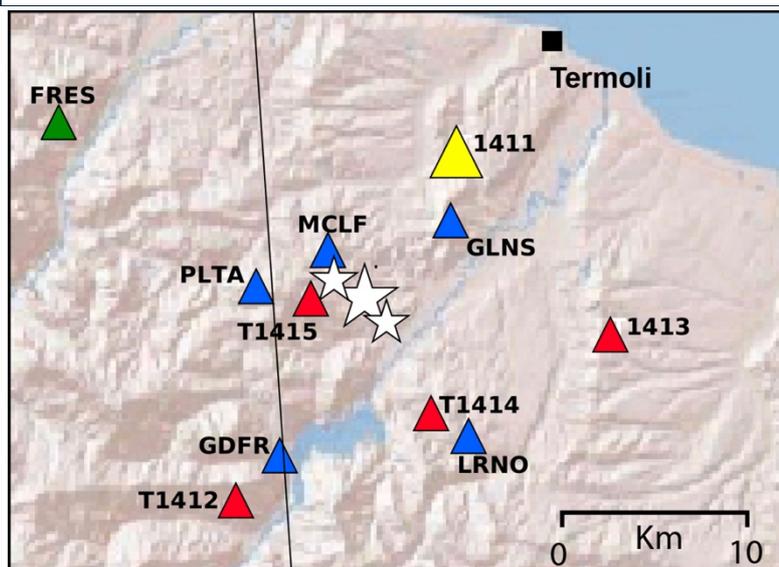
ACQUISIZIONE	REALTIME
PASSO DI CAMPIONAMENTO	100 SPS ENTRABBI I SENSORI
GAIN	1

**STATION CODE**

VELOCIMETRO	YD.T1411..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T1411..HN?

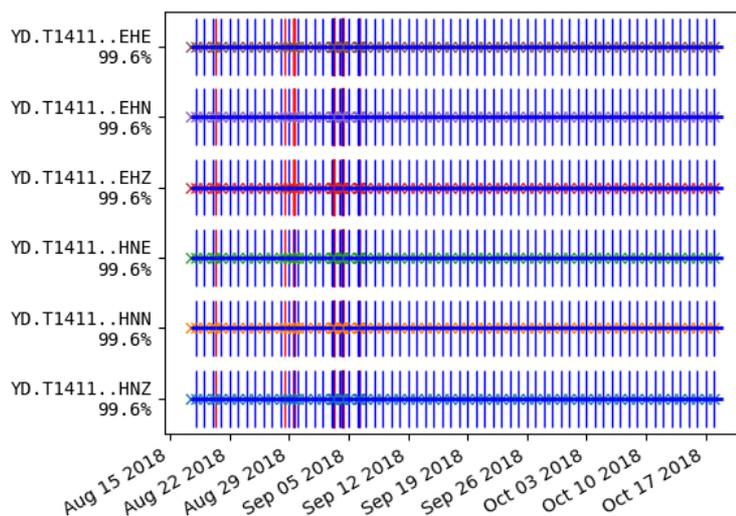
**ISC**

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----



La T1411 (triangolo giallo) è stata la prima stazione implementata nell'ambito della emergenza sismica oggetto del presente manoscritto. La stazione è stata installata nella tarda mattinata del 17 agosto, a NE della sequenza già in corso, in direzione Termoli.

Durante le prime due settimane, è stato necessario pianificare più interventi per risolvere problemi al sistema di alimentazione e soprattutto di trasmissione dei dati. Tuttavia la copertura UMTS della zona era altalenante tanto da dover rimuovere, il 30 agosto, dall'acquisizione in tempo reale i 3 canali dell'accelerometro. Questi hanno continuato ad essere acquisiti in continuo e archiviati in modalità locale su memorie rimovibili; successivamente sono stati convertiti in formato SEED e integrati nell'archivio EIDA (vedi Paragrafo 2.3)



Nella figura precedente viene mostrata la completezza nell'archivio EIDA della stazione T1411: le linee rosse rappresentano un buco di segnale acquisito, quelle blu il cambio del giorno.

**T1412****Lupara (CB)****INFO – POSITION (WGS84)**

IN	17/08/2018   13.23 UTC
OUT	24/10/2018   15.00 UTC
LAT	N 41.783915
LON	E 14.767535
ALT	420 M

**STRUMENTAZIONE**

ACQUISITORE	REF TEK 130-S
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T (4G)
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

**CONFIGURAZIONE**

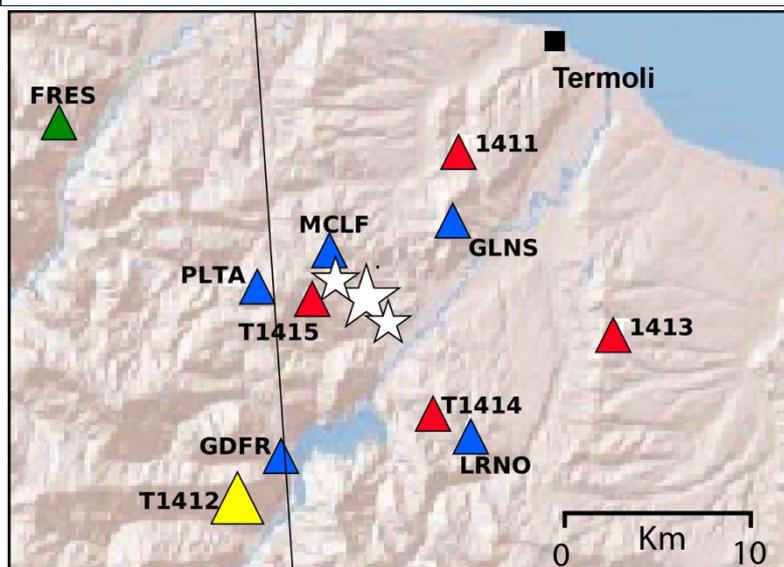
ACQUISIZIONE	REALTIME
PASSO DI CAMPIONAMENTO	100 SPS ENTRAMBI I SENSORI
GAIN	1

**STATION CODE**

VELOCIMETRO	YD.T1412..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T1412..HN?

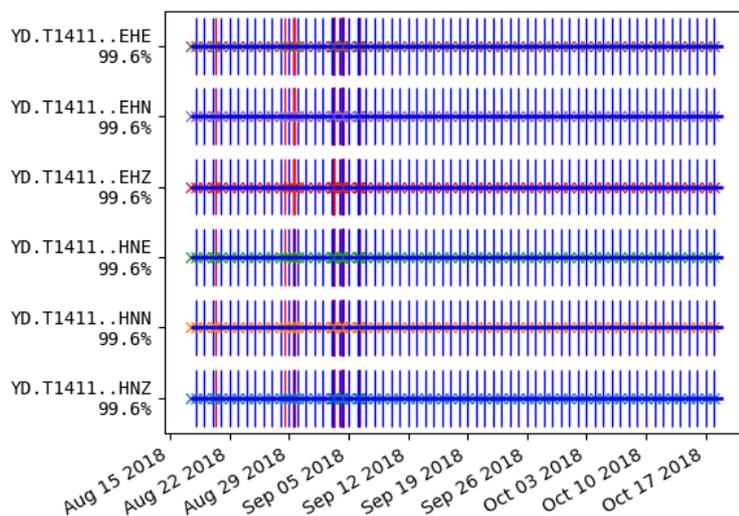
**ISC**

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----



La T1412 (triangolo giallo) è stata nel primo pomeriggio del 17 agosto, a SW della sequenza già in corso, in direzione opposta rispetto alla T1411.

La stazione è stata installata in una proprietà privata grazie alla gentile ospitalità del Sig. Giovanni Falciglia che per tutto il tempo ha tenuto sotto controllo la strumentazione e garantito la pulizia intorno dalle erbacce.



Nella figura precedente viene mostrata la completezza nell'archivio EIDA della stazione T1412: le linee rosse rappresentano un buco di segnale acquisito, quelle blu il cambio del giorno.



**T1413****San Martino in Pensilis (CB)****INFO – POSITION (WGS84)**

IN	17/08/2018   14.40 UTC
OUT	24/10/2018   17.00 UTC
LAT	N 41.852053
LON	E 15.017177
ALT	240 M

**STRUMENTAZIONE**

ACQUISITORE	REF TEK 130-S
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T (4G)
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

**CONFIGURAZIONE**

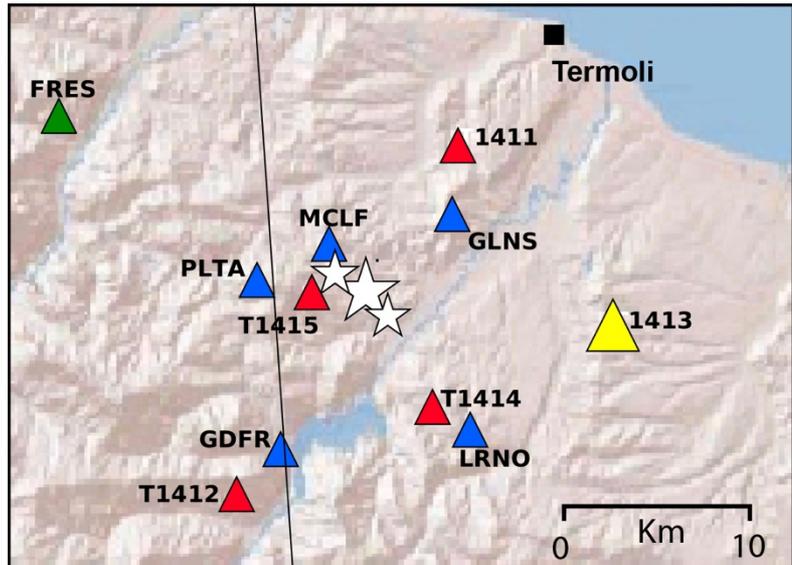
ACQUISIZIONE	REALTIME
PASSO DI CAMPIONAMENTO	100 SPS ENTRAMBI I SENSORI
GAIN	1

**STATION CODE**

VELOCIMETRO	YD.T1413..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T1413..HN?

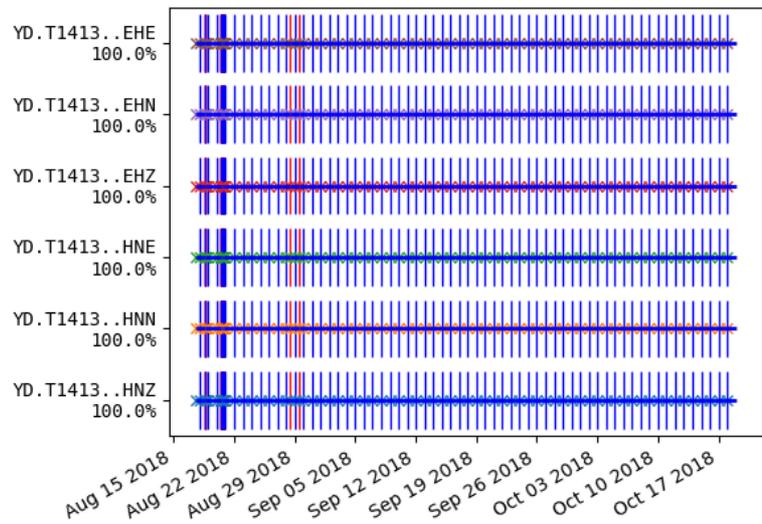
**ISC**

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----



La T1413 (triangolo giallo) è stata nel pomeriggio del 17 agosto, a SE della sequenza già in corso.

La stazione è stata installata all'esterno del convento "Gesù e Maria" non abitato o frequentato.



Nella figura precedente viene mostrata la completezza nell'archivio EIDA della stazione T1413: le linee rosse rappresentano un buco di segnale acquisito, quelle blu il cambio del giorno.

**T1414****Larino (CB)****INFO – POSITION (WGS84)**

IN	30/08/2018   15.11 UTC
OUT	23/10/2018   17.00 UTC
LAT	N 41.819887
LON	E 14.897625
ALT	290 M

**STRUMENTAZIONE**

ACQUISITORE	REF TEK 130-S
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T (4G)
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

**CONFIGURAZIONE**

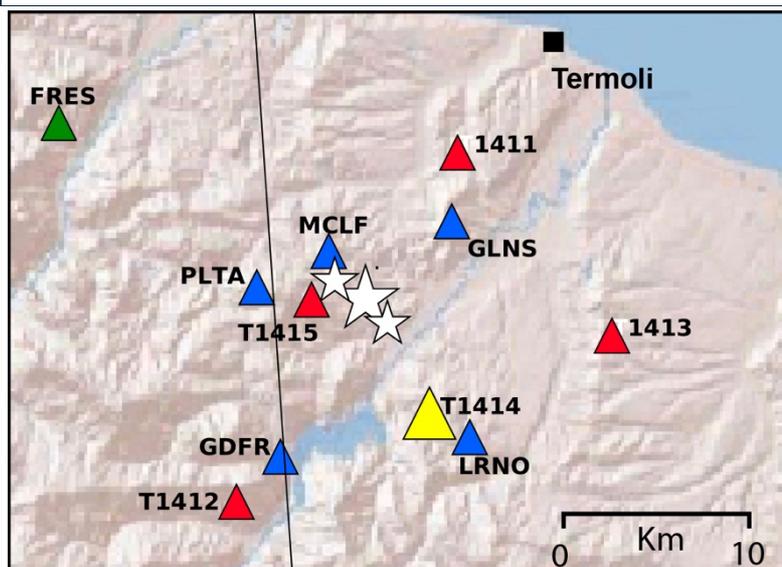
ACQUISIZIONE	REALTIME
PASSO DI CAMPIONAMENTO	100 SPS ENTRAMBI I SENSORI
GAIN	1

**STATION CODE**

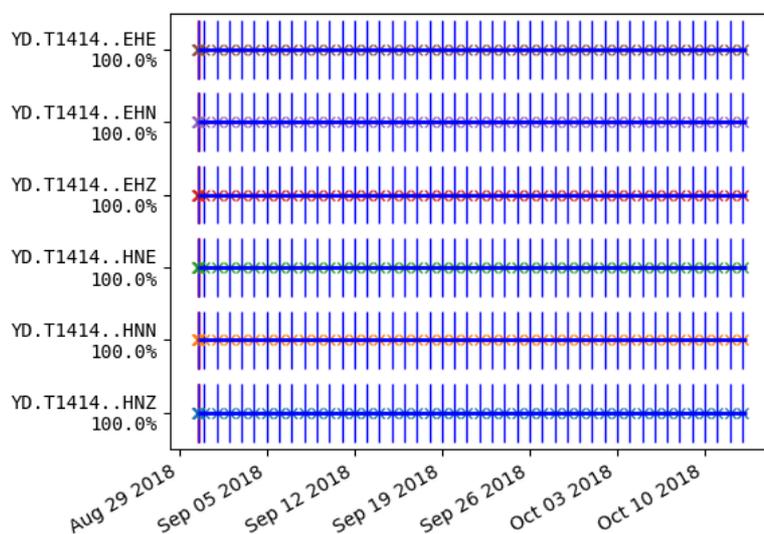
VELOCIMETRO	YD.T1414..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T1414..HN?

**ISC**

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----



Dopo circa una settimana dall'inizio della sequenza, il 30 agosto 2018, è stata pianificata una missione per l'installazione di ulteriori due stazioni temporanee, una molto vicina agli epicentri maggiori, e l'altra, la T1414 (triangolo giallo), a S-SE della sequenza. Ricordiamo che ancora non erano state inserite nel sistema di sorveglianza sismica INGV le stazioni della rete RAN (triangoli rossi, vedi Paragrafo 2.1) e quindi si è ritenuto opportuno diminuire la distanza media e l'azimuth tra le stazioni.



Nella figura precedente viene mostrata la completezza nell'archivio EIDA della stazione T1414: le linee rosse rappresentano un buco di segnale acquisito, quelle blu il cambio del giorno.



**T1415****Palata (CB)****INFO – POSITION (WGS84)**

IN	30/08/2018   15.11 UTC
OUT	24/10/2018   11.59 UTC
LAT	N 41.879585
LON	E 14.824916
ALT	420 M

**STRUMENTAZIONE**

ACQUISITORE	REF TEK 130-S
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T (4G)
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

**CONFIGURAZIONE**

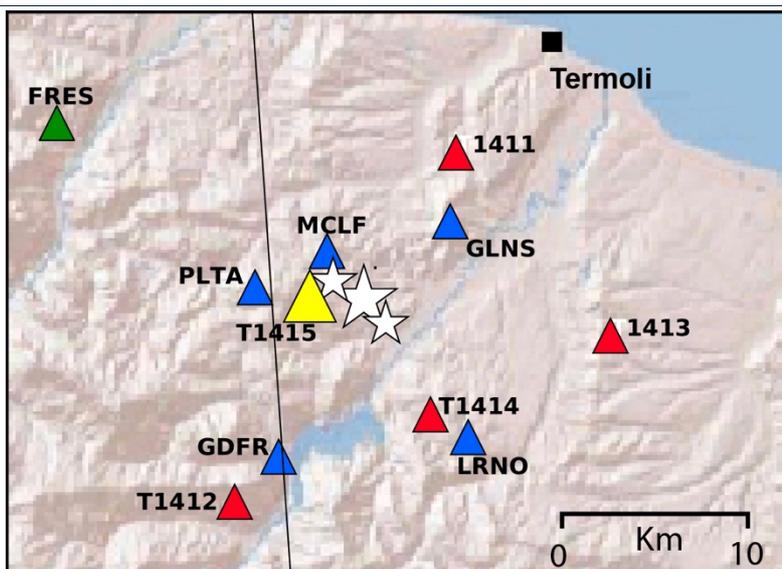
ACQUISIZIONE	REALTIME
PASSO DI CAMPIONAMENTO	100 SPS ENTRAMBI I SENSORI
GAIN	1

**STATION CODE**

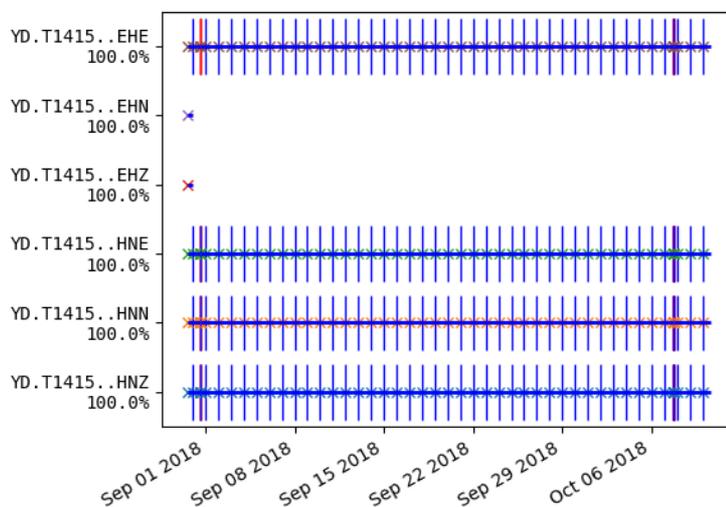
VELOCIMETRO	YD.T1412..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T1412..HN?

**ISC**

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----



La stazione T1415 è stata installata dopo circa una settimana dall'inizio della sequenza, il 30 agosto 2018, molto vicina agli epicentri maggiori (triangolo giallo), al centro della sequenza. Non erano state inserite nel sistema di sorveglianza sismica INGV le stazioni della rete RAN (triangoli rossi, vedi Paragrafo 2.1) e quindi si è ritenuto opportuno diminuire la distanza media e l'azimuth tra le stazioni



Nella figura precedente viene mostrata la completezza nell'archivio EIDA della stazione T1415: le linee rosse rappresentano un buco di segnale acquisito, quelle blu il cambio del giorno.



# QUADERNI di GEOFISICA

ISSN 1590-2595

<http://istituto.ingv.it/it/le-collane-editoriali-ingv/quaderni-di-geofisica.html/>

I QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) accolgono lavori, sia in italiano che in inglese, che diano particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari che necessitano di rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. Per questo scopo la pubblicazione on-line è particolarmente utile e fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi. I QUADERNI DI GEOFISICA sono presenti in "Emerging Sources Citation Index" di Clarivate Analytics, e in "Open Access Journals" di Scopus.

QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) welcome contributions, in Italian and/or in English, with special emphasis on preliminary elaborations of data, measures, and observations that need rapid and widespread diffusion in the scientific community. The on-line publication is particularly useful for this purpose, and a multidisciplinary Editorial Board with an accurate peer-review process provides the quality standard for the publication of the manuscripts. QUADERNI DI GEOFISICA are present in "Emerging Sources Citation Index" of Clarivate Analytics, and in "Open Access Journals" of Scopus.

# RAPPORTI TECNICI INGV

ISSN 2039-7941

<http://istituto.ingv.it/it/le-collane-editoriali-ingv/rapporti-tecnici-ingv.html/>

I RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico come manuali, software, applicazioni ed innovazioni di strumentazioni, tecniche di raccolta dati di rilevante interesse tecnico-scientifico. I RAPPORTI TECNICI INGV sono pubblicati esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) publish technological contributions (in Italian and/or in English) such as manuals, software, applications and implementations of instruments, and techniques of data collection. RAPPORTI TECNICI INGV are published online to guarantee celerity of diffusion and a prompt access to published data. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

# MISCELLANEA INGV

ISSN 2039-6651

[http://istituto.ingv.it/it/le-collane-editoriali-ingv/miscellanea-ingv.html](http://istituto.ingv.it/it/le-collane-editoriali-ingv/miscellanea-ingv.html/)

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favorisce la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV. In particolare, MISCELLANEA INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli, ecc. La pubblicazione è esclusivamente on-line, completamente gratuita e garantisce tempi rapidi e grande diffusione sul web. L'Editorial Board INGV, grazie al suo carattere multidisciplinare, assicura i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi sottomessi.

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favours the publication of scientific contributions regarding the main activities carried out at INGV. In particular, MISCELLANEA INGV gathers reports of scientific projects, proceedings of meetings, manuals, relevant monographs, collections of articles etc. The journal is published online to guarantee celerity of diffusion on the internet. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

**Coordinamento editoriale e impaginazione**

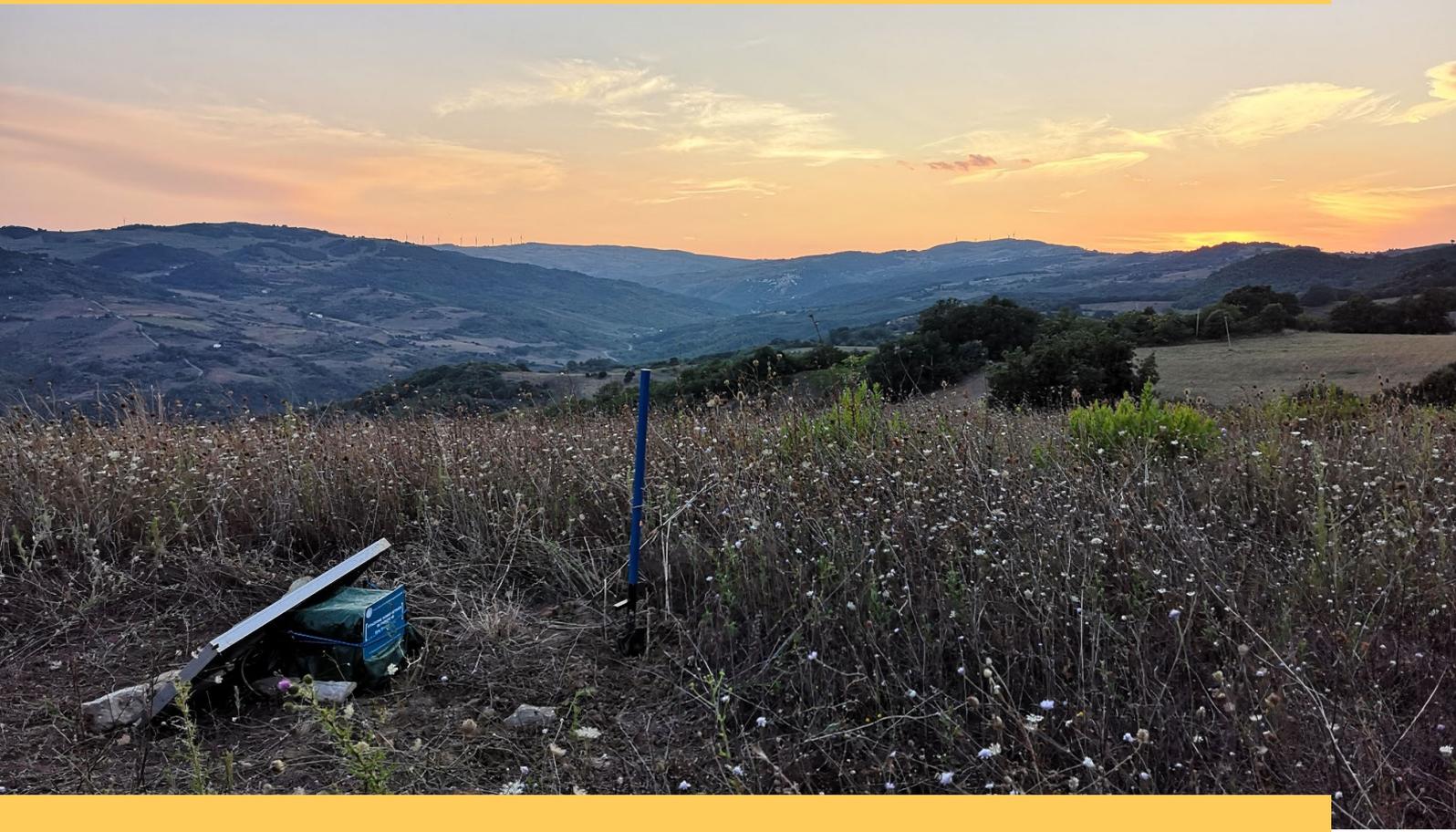
Francesca DI STEFANO, Rossella CELI  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

**Progetto grafico e impaginazione**

Barbara ANGIONI  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

©2020  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia  
Via di Vigna Murata, 605  
00143 Roma  
t. +39 06518601

[www.ingv.it](http://www.ingv.it)



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA