

# Rapporti tecnici

# INGV

**Emergenza sismica nel Frusinate  
(Ottobre 2009 – Gennaio 2010):  
l'intervento della Rete Sismica Mobile  
*stand-alone* e l'analisi dati**

# 200



## **Direttore**

Enzo Boschi

## **Editorial Board**

Raffaele Azzaro (CT)

Sara Barsotti (PI)

Mario Castellano (NA)

Viviana Castelli (BO)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Luigi Cucci (RM1)

Mauro Di Vito (NA)

Marcello Liotta (PA)

Simona Masina (BO)

Mario Mattia (CT)

Nicola Pagliuca (RM1)

Umberto Sciacca (RM1)

Salvatore Stramondo (CNT)

Andrea Tertulliani - Editor in Chief (RM1)

Aldo Winkler (RM2)

Gaetano Zonno (MI)

## **Segreteria di Redazione**

Francesca Di Stefano - coordinatore

Tel. +39 06 51860068

Fax +39 06 36915617

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860055

Fax +39 06 36915617

[redazionecen@ingv.it](mailto:redazionecen@ingv.it)



# Rapporti tecnici INGV

## **EMERGENZA SISMICA NEL FRUSINATE (OTTOBRE 2009 – GENNAIO 2010): L'INTERVENTO DELLA RETE SISMICA MOBILE *STAND-ALONE* E L'ANALISI DATI**

Milena Moretti<sup>1</sup>, Claudio Chiarabba<sup>1</sup>, Gianfranco Cianchini<sup>2</sup>, Gianfranco Colasanti<sup>1</sup>, Fabio Criscuoli<sup>1</sup>, Pasquale De Gori<sup>1</sup>, Alberto Frepoli<sup>1</sup>, Aladino Govoni<sup>1,4</sup>, Alessandro Marchetti<sup>1</sup>, Andrea Serratore<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Centro Nazionale Terremoti)

<sup>2</sup>INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Roma 2 - Geomagnetismo, Aeronomia e Geofisica Ambientale)

<sup>3</sup>INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Amministrazione Centrale)

<sup>4</sup>OGS (Istituto Nazionale Oceanografia e Geofisica Sperimentale, Centro Ricerche Sismologiche)

# 2000



## Indice

Introduzione	5
1. Quadro sismotettonico e sismicità dell'area	5
1.1 La sismicità storica	6
1.2 L'attività sismica del 2009	7
2. L'intervento della Re.Mo.	10
2.1 La strumentazione utilizzata	12
2.2 Funzionamento delle stazioni	12
3. Analisi dati	14
4. L'archivio delle forme d'onda	19
5. Conclusioni	20
Ringraziamenti	21
Bibliografia	21
Allegato A: Schede stazioni	25



## Introduzione

Tra il 30 settembre ed il 22 ottobre del 2009 una piccola area della provincia di Frosinone, presso la località di Campoli Appennino, non lontana dalla città di Sora e dal confine con l'Abruzzo, è stata interessata da uno sciame sismico la cui fase più intensa è stata raggiunta nella notte tra il 7 e l'8 di ottobre con due scosse di magnitudo locale ( $M_L$ ) 3.6 e 3.4. Nei primi 23 giorni della sequenza (30 settembre – 22 ottobre) sono state registrate ben 1075 scosse, tutte con magnitudo non superiore a 3.6. In precedenza, nei mesi di maggio e giugno del 2009, si era attivata una piccola area posta ad una quindicina di chilometri a NW di Campoli Appennino, esattamente nella zona montuosa che separa la Val Roveto dalla Vallelonga in territorio abruzzese. Questo piccolo sciame è stato caratterizzato da 64 eventi con  $M_L$  non superiore a 2.7.

Diverse sono state le ragioni che hanno indotto il *team* scientifico alla guida della Rete Sismica Mobile della sede di Roma [Re.Mo., Moretti et al., 2010a] a disporre nei primi giorni del mese di ottobre un intervento di emergenza nell'area che include i comuni di Sora, Atina, San Donato in Val Comino e Pescasseroli tra le provincie di Frosinone e de L'Aquila: 1) la relativa vicinanza delle due zone epicentrali sopra descritte alla regione dell'Aquilano colpita solo pochi mesi prima dal forte evento sismico del 6 aprile 2009 ( $M_L$  5.8,  $M_W$  6.3<sup>1</sup>) [Chiarabba et al., 2009; Margheriti et al., 2010], 2) l'emotività della popolazione originatasi a seguito del forte trauma vissuto e 3) non ultimo la psicosi collettiva notevolmente alimentata dai media locali e nazionali. In tutto, sono state installate 4 stazioni sismiche temporanee ad integrazione delle permanenti già presenti in area epicentrale al fine di migliorarne il monitoraggio.

In questo lavoro viene presentato l'intervento della Re.Mo. riportando le motivazioni che lo hanno guidato e la tempistica delle operazioni svolte. Inoltre, verrà fornita una breve descrizione delle caratteristiche geologico-strutturali e sismotettoniche dell'area e saranno mostrate alcune analisi eseguite sui dati acquisiti in campagna.

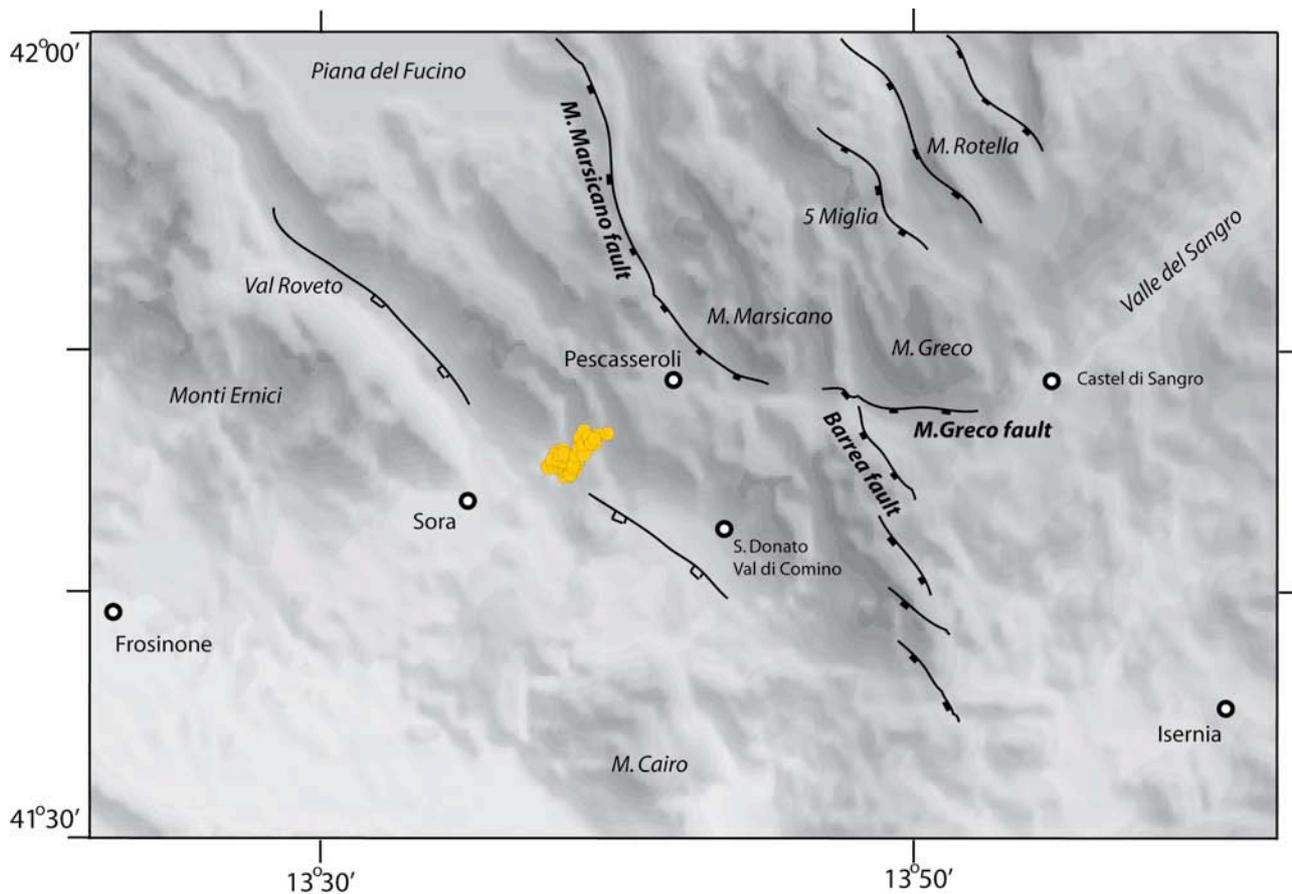
## 1. Quadro sismotettonico e sismicità dell'area

L'area del Frusinate interessata dallo sciame sismico del 2009 è posta all'interno della regione geologicamente definita come piattaforma carbonatica Laziale-abruzzese la cui sequenza stratigrafica è essenzialmente formata da rocce carbonatiche di età compresa tra il Triassico superiore (220 Ma) ed il Paleocene (66 Ma). Come la maggior parte dell'Appennino, anche l'area della provincia di Frosinone presenta strutture che derivano principalmente dalla fase compressiva Mio-Pliocenica, con vergenza NE, alle quali si sono sovrapposte strutture di tipo estensivo della fase Plio-Pleistocenica [Miccadei, 1993; Corrado et al., 1990; Pace et al., 2001]. Le strutture della fase estensiva dislocano le precedenti strutture a pieghe e falde di sovrascorrimento. In particolare, l'area di nostro interesse, collocata all'interno della provincia di Frosinone e confinante con il vicino Abruzzo, è strutturalmente caratterizzata da tre principali faglie normali che sono nell'ordine da NW a SE: la faglia del Monte Marsicano, quella del Monte Greco e quella di Barrea mostrate in *Figura 1* [Galadini and Messina, 1993; Boncio and Lavecchia, 2000]. Queste strutture sono comunque poste ad una decina di km verso E rispetto all'area che si è attivata nel periodo di settembre-ottobre 2009.

I processi estensionali attivi lungo questa porzione della catena appenninica sono stati studiati sia in lavori di paleosismologia [Galadini and Galli, 2000; D'Addezio et al., 2001; Valensise and Pantosti, 2001] che in lavori sismologici e di analisi del campo di *stress* attivo [Frepoli and Amato, 1997; Montone et al., 1999; Montone et al., 2004]. Le strutture sismogenetiche attive sino ad ora individuate, sono compatibili con un regime di *stress* estensionale con  $\sigma_3$  orizzontale orientato in direzione NE-SW. Da un punto di vista paleosismologico rimane comunque difficile separare le strutture attive da quelle inattive nell'Appennino centrale. Questo problema è essenzialmente dovuto al fatto che l'attuale regime tettonico, impostosi da alcune centinaia di migliaia di anni, non ha ancora prodotto segni geologici e morfologie del terreno tali da favorire una immediata individuazione delle strutture attive.

---

<sup>1</sup> MedNet Quick RCMT; [http://mednet.rm.ingv.it/quick\\_rcmt.php](http://mednet.rm.ingv.it/quick_rcmt.php)



**Figura 1.** Mappa con le principali strutture tettoniche dell'area appenninica tra il Lazio e l'Abruzzo. È rappresentata inoltre la sismicità di Campoli Appennino (sequenza del periodo 30 settembre - 26 novembre 2009, cerchi gialli).

### 1.1 La sismicità storica

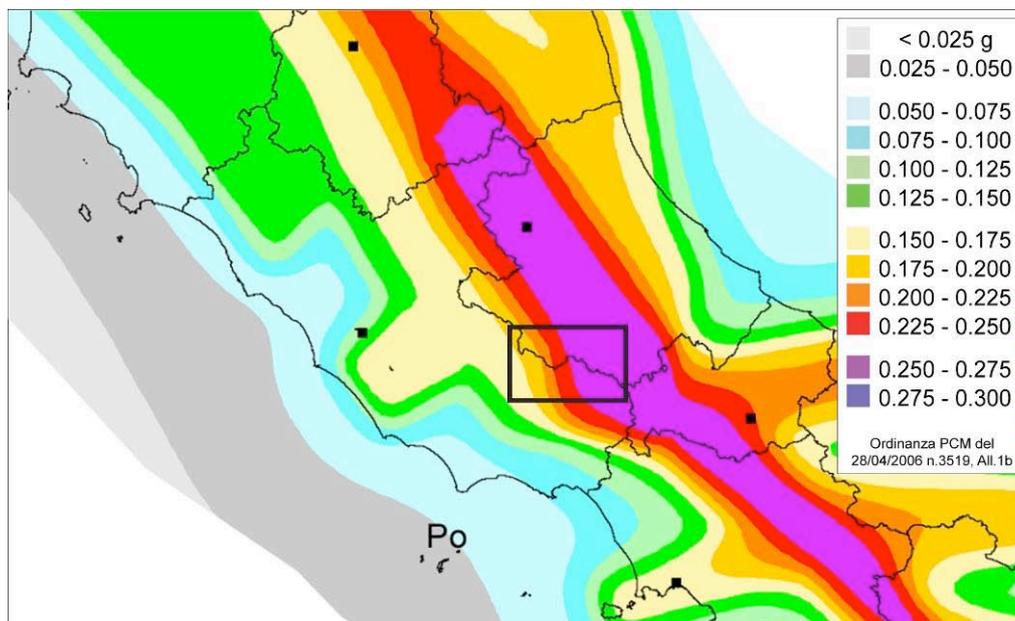
La sismicità strumentale, disponibile sin dal 1981 [CSI, Castello et al., 2006<sup>2</sup>], è concentrata lungo l'asse principale della catena montuosa appenninica. Proprio questa fascia montuosa peninsulare è caratterizzata anche dalla presenza dei grandi eventi sismici noti storicamente. Le intensità massime della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) raggiunte da questi terremoti sono del XI grado, con magnitudo equivalente ( $M_e$ ) a  $\sim 7.0$  [Working Group CPTI, 1999]. Il primo di questi importanti eventi di cui si ha una certa documentazione storica è l'evento multiplo del 9 settembre 1349 (IX-X MCS) con scosse di  $M_e \sim 6.5$ , la cui sorgente sismica sembra essere stata identificata, con buona probabilità, con la faglia dell'Aquae Juliae nella piana di Venafrò [Galli and Naso, 2009]. Segue l'evento del 23 luglio 1654 (IX-X MCS,  $M_e$  6.2) la cui sorgente sismica è difficile da localizzare ma che, osservando la mappa della distribuzione del danneggiamento, è comunque posta ben all'interno della provincia di Frosinone. Il XIX secolo è caratterizzato dai terremoti del 1873-1874 (VII-VIII MCS;  $M_e$  5.4-5.5) localizzati al confine tra il Lazio e l'Abruzzo. L'evento di maggiore energia che ha colpito il settore dell'Appennino centrale negli ultimi tre secoli è, probabilmente, il grande terremoto del 13 Gennaio 1915 (XI MCS;  $M_w$  7.0), che ha devastato una vasta area della Marsica attorno alla Piana del Fucino, ed è stato risentito con intensità fino al IX grado MCS nella Val Roveto e nell'area di Sora.

L'evento del 1922 (VII MCS;  $M_w$  5.6) nell'area di Sora è il più prossimo, come localizzazione, all'area interessata dal recente sciame sismico del settembre-ottobre 2009. Infine, tra il 7 ed il 11 maggio del 1984, l'area compresa tra le località di San Donato in Val Comino, Alfedena e Barrea (area montuosa a

<sup>2</sup> <http://csi.rm.ingv.it/>

cavallo tra il Lazio, l’Abruzzo ed il Molise) è stata colpita da due eventi di  $M_w$  5.8 e 5.6, rispettivamente (VII-VIII MCS). Questi sono i primi significativi eventi dell’area che presentano un buon numero di registrazioni strumentali. Per questi due terremoti è stata ipotizzata una rottura complessa all’interno del sistema di faglie orientate NNW-SSE nell’alta Valle del Sangro [Westaway et al., 1989; Pace et al., 2002]. Gli ultimi eventi di una certa rilevanza, seppur di piccola magnitudo, che hanno interessato l’area sono la piccola sequenza di Isernia del 1985 con  $M_L$  4.1 per l’evento principale, e l’evento del 20 Febbraio del 2008 di  $M_L$  3.9 localizzato tra le località di Atina, Belmonte Castello e Tirelle con profondità di 8.5 km.

Attraverso le informazioni relative alla sismicità storica e a quella strumentale [CPTI Working Group, 2004], i colleghi della Sezione di Milano–Pavia - Sismologia Applicata all’Ingegneria<sup>3</sup> hanno elaborato la Mappa della Pericolosità Sismica del territorio nazionale<sup>4</sup> [MPS Working Group, 2004] divenuta riferimento ufficiale dello Stato ai sensi dell’Ordinanza PCM 3519 del 2006 (pubblicata nella G.U. n.108 del 11/05/2006). In *Figura 2* è riportata il settore dell’Appennino centrale di suddetta mappa in cui è evidenziata (riquadro nero) l’area oggetto di studio.



**Figura 2.** Mappa della pericolosità sismica relativa all’area Lazio-Abruzzo espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni e riferita a suoli rigidi ( $V_{se} > 800$  m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005). Nel rettangolo nero è evidenziata l’area oggetto di studio di questo lavoro.

## 1.2 L’attività sismica del 2009

Sin dalla fine del 2008, la regione abruzzese è stata interessata da un significativo aumento della sismicità che ha trovato il suo culmine con l’evento del 6 aprile 2009 (01:32 UTC;  $M_L$  5.8,  $M_w$  6.3) al quale ha fatto seguito per diversi mesi un’importante sequenza sismica che ha interessato una vasta area che si estende da Cittareale (RI) verso nord sino a Rocca di Mezzo (AQ) verso sud. Tale attività sismica è stata dettagliatamente monitorata dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) anche grazie all’installazione di numerose stazioni temporanee poste ad integrazione delle stazioni permanenti della Rete Sismica Nazionale (RSN) e della Rete Regionale Abruzzese [RRA, De Luca, 2011] già presenti nell’area [Margheriti et al., 2010]. Nove stazioni Re.Mo.Tel. in trasmissione satellitare [Abruzzese et al., 2011] hanno consentito di migliorare il monitoraggio in tempo reale della zona ottimizzando l’ordinaria detezione della RSN e affinando le localizzazioni prodotte dalla Sala di Sorveglianza Sismica dell’INGV presso la sede di

<sup>3</sup> <http://www.mi.ingv.it/>

<sup>4</sup> [http://zonesismiche.mi.ingv.it/mappa\\_ps\\_apr04/italia.html](http://zonesismiche.mi.ingv.it/mappa_ps_apr04/italia.html)

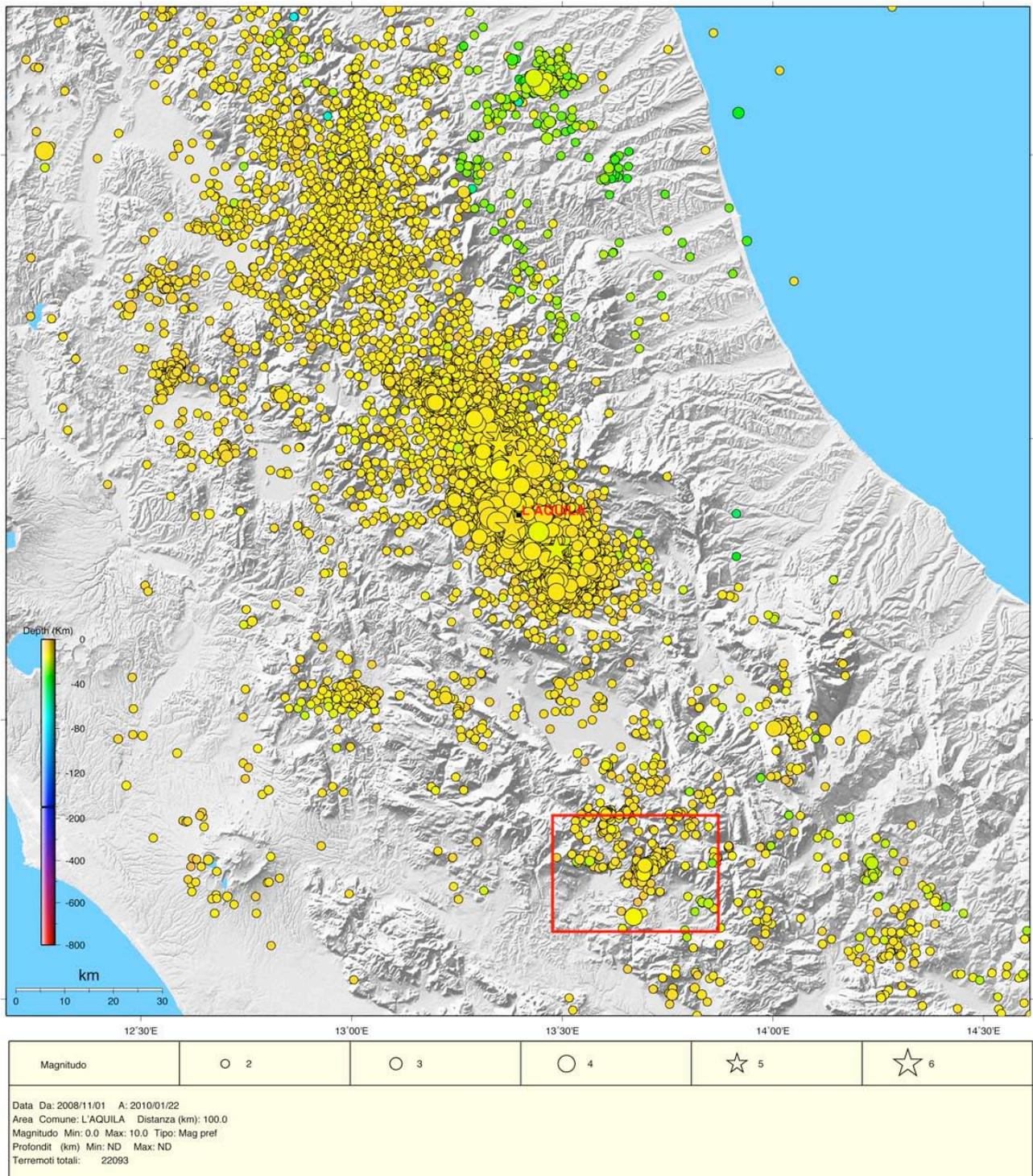
Roma. Nel medesimo tempo, l'installazione delle stazioni temporanee della Re.Mo. [Moretti et al., 2010a], ha permesso di incrementare la qualità del monitoraggio delle aree colpite dal forte evento sismico consentendo di ottenere informazioni utili per studiare dettagliatamente sia l'evoluzione della sequenza sismica che le caratteristiche della sorgente sismica e di ottenere un buon modello di velocità per l'area [Chiarabba et al., 2009]. La rete è stata realizzata in collaborazione con i colleghi di altri enti di ricerca europei (GFZ – *German Research Centre for Geosciences, Potsdam*; LGIT – *Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique, Grenoble*; BRGM – *Bureau Recherches Géologiques Minières, Orléans*; LRPC – *CETE Mediterranee, Nice*) ed ha subito diverse modifiche sia nella geometria che nel numero di stazioni a seconda del livello di emergenza in atto raggiungendo un massimo di 61 siti occupati nelle prime 8 settimane di attività in campagna [Cultrera et al., 2009; Margheriti et al., 2010].

Lo sciame sismico di Campoli Appennino, cominciato il 30 settembre del 2009, è stato preceduto nei mesi di maggio e giugno da un piccolo sciame localizzato nella zona montuosa che separa la Val Roveto dalla Vallerlonga. Le località più vicine a questa area epicentrale sono Villavallerlonga, Collelongo, Balsorano e San Vincenzo in Val Roveto. Questo sciame, situato a ~15 km da Campoli Appennino verso NW, è caratterizzato da 64 eventi con magnitudo  $M_L$  compresa tra 0.3 e 2.7. La profondità ipocentrale di questi piccoli eventi è mediamente compresa tra 8 e 11 km. Successivamente, il 6 agosto (15:36 UTC), l'area del Frusinate è stata interessata da un evento di  $M_L$  4.2 con ipocentro a ~18 km di profondità, non seguito da repliche. Questo terremoto è localizzato tra le località di Arpino e di Casalvieri, a circa 15 km da Campoli Appennino verso S-SW. Il 30 Settembre, come abbiamo già visto, comincia la sequenza di Campoli Appennino che durerà, scemando nel tempo, fino alla seconda metà di Novembre. Nei primi 23 giorni (30 settembre – 22 ottobre) la sequenza ha prodotto complessivamente 1075 eventi dei quali solo due scosse hanno raggiunto la magnitudo  $M_L$  di 3.6 (8 ottobre, 00:51 UTC) e di 3.4 (8 ottobre, 00:53 UTC). Queste due scosse, con profondità intorno agli 11 km, sono avvenute nel giro di pochi minuti causando molta paura tra gli abitanti di Campoli Appennino e delle località circostanti. Complessivamente lo sciame sismico di Campoli Appennino presenta in tutto 1092 eventi (periodo 30 settembre – 22 novembre 2009). Infine, la sera del 26 Novembre si è attivata una piccola struttura nell'area di Settefrati, circa 15 km verso ESE rispetto a Campoli Appennino. Nel giro di poche ore (dalle 17:35 alle 19:52 UTC) ci sono state 7 scosse con  $M_L$  compresa tra 0.8 e 2.4. La prima, quella delle 17:35 UTC, risulta essere il *mainshock* della piccola sequenza ( $M_L$  2.4). La caratteristica maggiore di questa sismicità di Settefrati è la relativa maggiore profondità degli eventi (ipocentri compresi tra 19 e 23 km) rispetto alle altre profondità ipocentrali fin qui discusse.

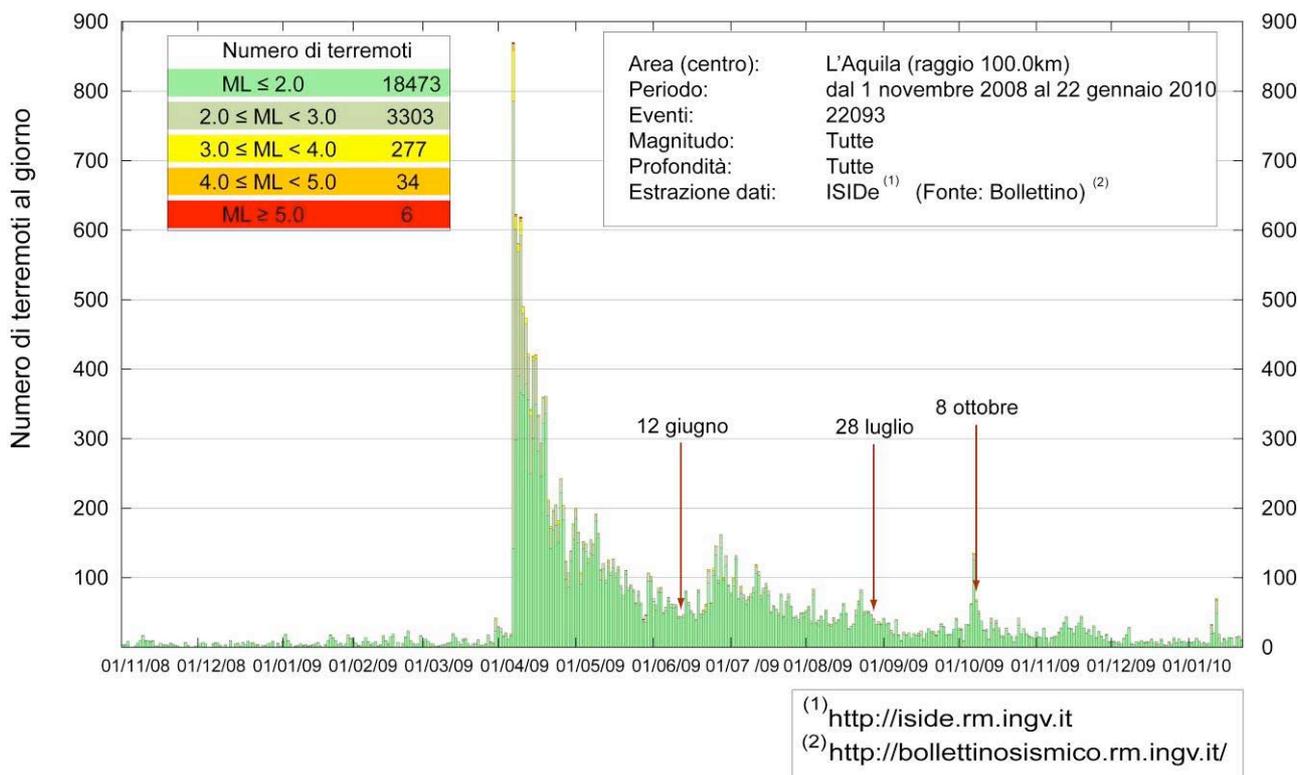
In *Figura 3* viene mostrata la sismicità dell'area laziale-abruzzese a partire dal 1 novembre 2008 al 22 gennaio 2010 (quando è stata disinstallata la rete temporanea, vedi *Capitolo 2*) registrata dalla RSN e analizzata dagli interpretatori del Bollettino Sismico Italiano<sup>5</sup> [ISIDE Working Group, 2010]. Sono stati ri-localizzati circa 22.000 terremoti in un'area di raggio pari a 100km con centro nella città de L'Aquila. In *Figura 4* è riportata l'evoluzione della sismicità dell'area dell'intero periodo.

---

<sup>5</sup> <http://bollettinosismico.rm.ingv.it>



**Figura 3.** Mappa della sismicità nella regione laziale-abruzzese nel periodo 1 novembre 2008 - 22 gennaio 2010 ovvero quando è stata disinstallata l'ultima stazione della Re.Mo. (vedi *Capitolo 2*). Oltre 22.000 sono i terremoti localizzati e mostrati nell'area di raggio 100 km a partire dalla città de L'Aquila [ISIDe Working Group, 2010]. In rosso è evidenziata l'area oggetto di studio.



**Figura 4.** Evoluzione della sismicità dal 1 novembre 2008 al 22 gennaio 2010 nel centro Italia (oltre 22.000 terremoti nell'area di raggio pari a 100 km a partire dalla città de L'Aquila). In figura sono evidenziate le date di installazione (12 giugno) e disinstallazione (28 luglio) della Re.Mo.Tel. (vedi *Capitolo 2*) e l'installazione della Re.Mo. (8 ottobre).

## 2. L'intervento della Re.Mo.

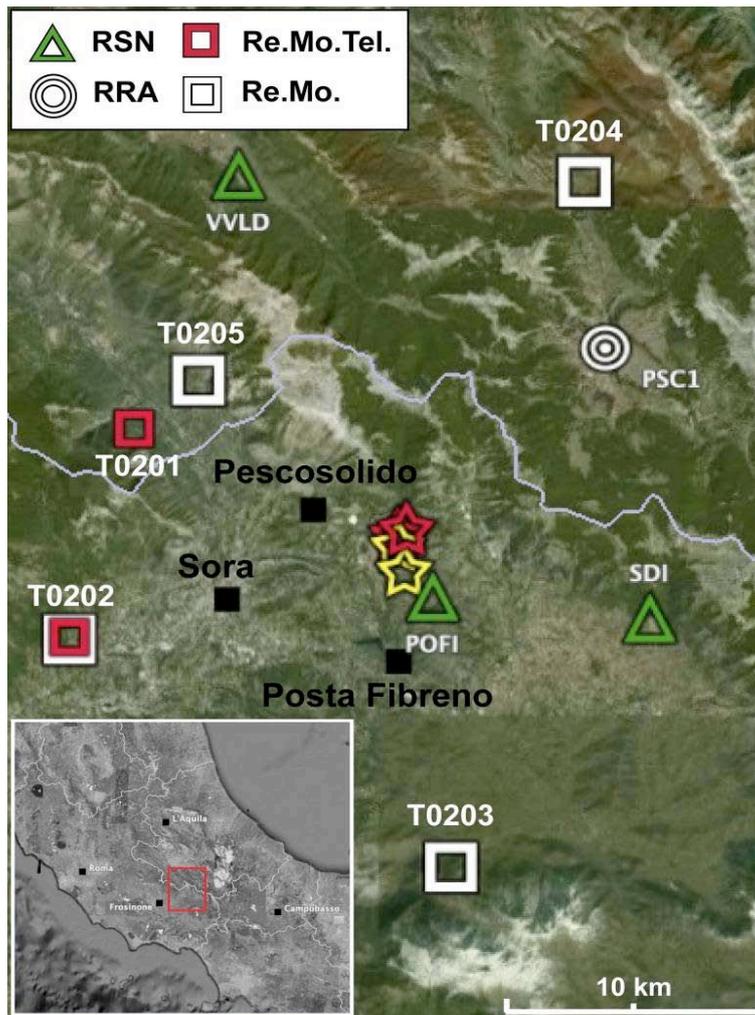
Lo sciame sismico iniziato il 30 settembre nella zona di Campoli Appennino è stato per la popolazione dell'area fonte di forte preoccupazione ed ha innescato alcuni fenomeni di psicosi collettiva dovuti anche allo *stress* emotivo dei mesi precedenti a causa del forte terremoto aquilano ed alle segnalazioni allarmanti che frequentemente comparivano in quei giorni sui media nazionali e locali.

Il *team* scientifico alla guida della Re.Mo. [Moretti et al., 2010a], ha così disposto l'attivazione della struttura nonostante la soglia di magnitudo massima avuta fino ad allora ( $M_L=3.6$  l'8 ottobre alle 00:51 UTC) fosse ben al di sotto di quella *standard* ( $M_L \geq 5.0$ ), al di sopra della quale si attiva la fase di emergenza sismica.

Nella giornata dell'8 ottobre sono state installate 4 stazioni temporanee ad integrazione di quelle permanenti già presenti nella zona: la Rete Sismica Nazionale [RSN, Delladio, 2011; triangoli verdi in *Figura 5*] e la Rete Regionale Abruzzo [RRA, De Luca, 2011; cerchi bianchi in *Figura 5*].

Pochi mesi prima, dopo un'attenta valutazione dell'evoluzione della sismicità in tale area a seguito dell'evento aquilano, erano state installate 2 stazioni della Re.Mo.Tel. (T0201 e T0202, dal 12 giugno al 28 luglio 2009, *Figura 5*). Durante la campagna di ottobre, si è deciso di rioccupare il sito T0202, a meno di poche decine di metri (vedi la scheda stazione in *Allegato A*). Inoltre, la T0204 è stata installata in un sito utilizzato durante l'esperimento sismico realizzato nell'ambito del Progetto di Ricerca MIUR-FIRB 2002-2005 [Bagh et al., 2007]. Le altre due stazioni (T0203 e T0205) sono state installate in modo da ridurre la distanza media delle stazioni sismiche già presenti nell'area cercando quindi di ottimizzare la geometria complessiva della rete di monitoraggio.

Nonostante fossero due interventi differenti (sia in senso temporale che tecnologico), si è deciso di utilizzare la stessa dicitura per le sigle delle stazioni in modo da omogeneizzare il *dataset*.



**Figura 5.** Mappa delle reti sismiche nell'area epicentrale: Le 4 stazioni della Re.Mo. (quadrati bianchi), le 2 della Re.Mo.Tel. in attività tra giugno e luglio del 2009 (quadrati rossi), le stazioni della RSN (triangoli verdi) e della RRA (cerchi bianchi). Le stelle gialle e rosse mostrano i terremoti di  $M_L > 3$  del 7 e dell'8 ottobre, rispettivamente.

In *Tabella 1* sono riportate le località e le coordinate delle 4 stazioni della Re.Mo. In *Allegato A*, le specifiche di ogni sito nelle relative schede stazioni.

SIGLA	LOCALITÀ	LAT	LON	QUOTA (M)
T0202	Vitale (Isola Liri - FR)	41.701155	13.544167	342
T0203	Casalattico (FR)	41.618735	13.720000	559
T0204	Pescasseroli (AQ)	41.866540	13.780910	1393
T0205	Ridotti (Balsorano, AQ)	41.795440	13.604477	690

**Tabella 1.** Coordinate delle 4 stazioni temporanee della Re.Mo.

Il 12 ottobre, in occasione del primo giro di controllo della strumentazione e di scarico dati, sono stati eseguiti dei *test* di copertura del segnale UMTS in 3 dei 4 siti. Un eventuale esito positivo avrebbe consentito di trasformare le stazioni da *stand-alone* a *real-time* con il dato trasmesso direttamente alla sala di monitoraggio sismico dell'INGV presso la sede di Roma e utilizzabile per il miglioramento della detezione e della localizzazione degli eventi in tempo reale.

La Re.Mo. in telemetria UMTS era, nel periodo dell'emergenza Frusinate, in avanzata fase di sviluppo [Moretti et al., 2010a] ma il suo utilizzo è stato fortemente vincolato dalla copertura del segnale. Purtroppo il gestore telefonico a nostra disposizione nell'area dell'emergenza non aveva un segnale sufficiente e quindi l'acquisizione è continuata in locale. Come mostra la *Tabella 2*, il livello del segnale ricevuto variava tra i -91 ed i -99 dBm. I dBm vengono usati per indicare il logaritmo del rapporto tra la potenza del segnale ed il livello di riferimento di un *milliWatt (mW)* espressa in *decibel (dB)*. Zero dBm equivalgono ad 1 *mW*, un incremento di 3 dB rappresenta circa il raddoppio della potenza mentre un decremento di 3 dB equivale ad un dimezzamento del segnale. Nel nostro caso la trasmissione dei dati diventa affidabile con un livello di segnale di almeno -85dBm. Nella sola T0202 la trasmissione dei dati è risultata possibile. La banda di trasmissione si è però dimostrata molto scarsa consentendo di trasmettere soltanto i 3 canali velocimetrici ed in maniera molto discontinua. Al contrario alla T0204, nei pressi di Pescasseroli, non era neanche possibile telefonare.

STAZIONE	SEGNALE UMTS
T0202	-91 dBm
T0203	-99 dBm
T0205	-97 dBm

**Tabella 2.** Risultato dei *test* di copertura del segnale UMTS del gestore telefonico a nostra disposizione in 3 dei 4 siti.

## 2.1 La strumentazione utilizzata

Durante l'emergenza sismica nel Frusinate, sono state installate 4 delle 8 stazioni dedicate alle emergenze sismiche in dotazione presso la Re.Mo. del CNT [Moretti et al., 2010a], tutte allestite con acquisitori REF TEK 130<sup>6</sup> corredati di un velocimetro a corto periodo della *Lennartz*, LE-3Dlite<sup>7</sup> ed un accelerometro *Kinematics* Episensor FBA ES-T<sup>8</sup> con fondo scala a 2g (*Tabella 3*).

Come da prassi, l'acquisizione è stata configurata con un passo di campionamento di 125 sps e *gain* 1.

## 2.2 Funzionamento delle stazioni

La Re.Mo. è stata installata l'8 ottobre 2009 e disinstallata il 14 gennaio 2010 ad eccezione della T0204 rimossa 8 giorni dopo. Durante i 106 giorni di attività della rete, le stazioni hanno mostrato un generale buon funzionamento acquisendo per circa il 99% del periodo con l'eccezione della T0204 che ha perso circa il 10% del *dataset* (*Figura 6*). Si sono avute piccole interruzioni, soprattutto nella seconda parte della campagna, a causa delle cattive condizioni meteorologiche che hanno in parte compromesso l'andamento regolare dei sistemi di alimentazione, ed in parte ostacolato una regolare organizzazione delle missioni di manutenzione della strumentazione e di recupero dei dati (per maggiori dettagli vedi le schede stazioni in *Allegato A*).

<sup>6</sup> <http://www.reftek.com/>

<sup>7</sup> <http://www.lennartz-electronic.de>

<sup>8</sup> <http://www.kinematics.com>

STRUMENTO	TIPO	FOTO	CARATTERISTICHE TECNICHE	
<b>REF TEK 130-1</b> [REF TEK]	Acquisitore		Dinamica	> 135 dB
			Risoluzione	24 bit – 20 VPP
<b>LE-3D lite</b> [Lennartz]	Sensore Velocimetro (corto periodo)		Dimensioni	95x65 mm
			Poli	-4.444 / +4.444j -4.444 / -4.444j -1.083 / 0.000j
			Zeri	Triplo zero all'origine
			Banda frequenza	1 Hz, 80 Hz
<b>Episensor FBA ES-T</b> [Kinematics]	Sensore accelerometro		Dimensioni	133 x 61 mm
			Fondo scala	2g
			Range dinamico	155 dB
			Banda frequenza	DC a 200 Hz

**Tabella 3.** La strumentazione in uso presso la Re.Mo. del CNT utilizzata durante l'emergenza Frusinate.



**Figura 6.** Funzionamento delle stazioni della Re.Mo. nel periodo 8 ottobre 2009 – 22 gennaio 2010. La perdita dei dati è stata in generale irrisoria con l'eccezione della stazione T0204 di Pescasseroli che ha perso circa il 10% dei dati.

### 3. Analisi dati

La rete sismica temporanea è rimasta operativa fino alla seconda metà di gennaio 2010 anche se l'attività sismica della sequenza di Campoli Appennino e zona limitrofa (Settefrati) si era attenuata già nel corso della seconda metà di novembre del 2009. Il prolungamento dell'esperimento è dovuto al fatto che si era presa in considerazione una eventuale ripresa dell'attività sismica.

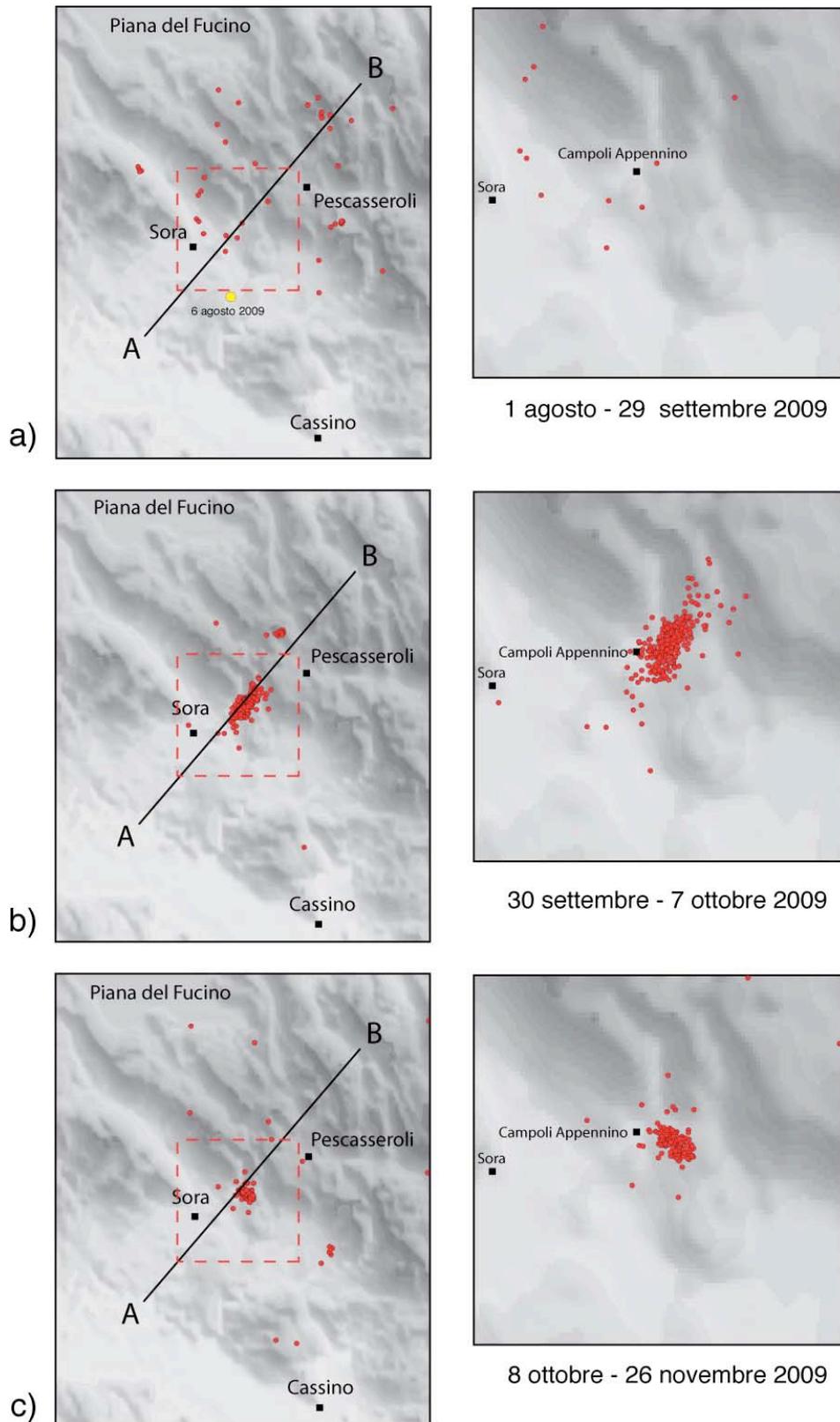
Nelle analisi dei dati fino ad ora effettuate è stata considerata la sismicità a partire dal 1 agosto sino al 26 novembre 2009. Questo ci ha consentito di rilevare e localizzare una grande quantità di eventi di piccola magnitudo precedenti la fase più intensa della sequenza. Tale sismicità è stata ottenuta localizzando tutti gli eventi dello sciame a partire dalle letture sulle registrazioni in continuo delle RSN a cui sono state aggiunte le letture delle Re.Mo. nel periodo finale (8 ottobre - 26 novembre).

In particolare sono stati distinti tre *dataset* temporali:

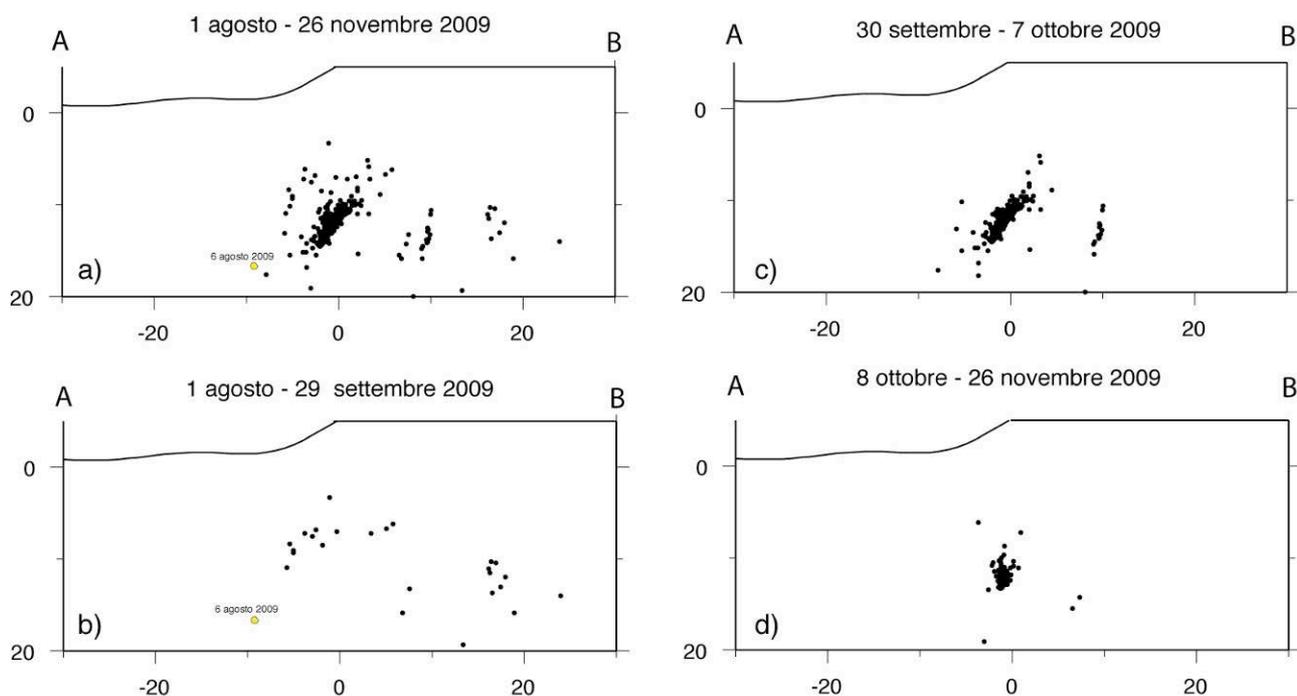
1. dal 1 agosto al 29 settembre 2009: analizzato con i soli dati della RSN, è caratterizzato da un evento di  $M_L$  4.2 (6 agosto 2009) localizzato poco a sud di Sora, tra le località di Arpino e Casalvieri a una profondità di circa 18 km (*Figure 7a e 8b*). Durante questo periodo, la sismicità non ha interessato il settore crostale posto al di sotto di Campoli Appennino.
2. Dal 30 settembre al 7 ottobre 2009: analizzato con i soli dati della RSN, è caratterizzato dall'inizio dello sciame sismico in prossimità di Campoli Appennino (*Figure 7b e 8c*). In 8 giorni sono stati registrati ben 535 eventi di bassa energia, un numero molto alto per un periodo di tempo così breve. Dalla sezione (*Figura 8c*) si può osservare come la microsismicità sia distribuita lungo un piano immergente verso SW con profondità ipocentrali comprese tra gli 8 ed i 15 km. È interessante notare la presenza di un piccolo *cluster* a NE della sequenza principale con profondità tra gli 11 ed i 15 km e con un andamento circa subverticale.
3. Dall'8 ottobre al 26 novembre 2009: al momento sono state ottenute le localizzazioni di 162 eventi unendo i dati della RSN con quelli della Re.Mo. (*Figure 7c e 8d*). Questi eventi hanno generalmente una magnitudo superiore ad 1.5. L'intervento della Re.Mo. nella zona, come abbiamo visto, è stato dettato dalla situazione di allarme e preoccupazione degli abitanti in seguito al manifestarsi, nel corso della nottata tra il 7 ed l'8 di ottobre, di due scosse di  $M_L$  3.6 e 3.4 rispettivamente, distanziate di pochi minuti l'una dall'altra. Questi due eventi rappresentano il massimo dell'energia liberata nel corso dell'intera sequenza sismica. I giorni successivi sono stati caratterizzati da un elevato numero di microterremoti questa volta registrati anche dalle 4 stazioni della Re.Mo. le quali hanno fornito circa il 35% delle fasi P+S analizzate (*Tabella 3*). Osservando il continuo della stazione della RSN POFI (Posta Fibreno, vedi *Figura 5*), la più prossima all'area epicentrale, è comunque certo che gli eventi sono molti di più e saranno oggetto di un prossimo studio dedicato.

FASI P+S			
RSN+Re.Mo.	RSN	Re.Mo.	Re.Mo. (%)
3600	2349	1251	Circa 35

**Tabella 3.** Numero di fasi P e S utilizzate nelle localizzazioni degli eventi nel periodo 8 ottobre- 26 novembre con la sola RSN e assieme alla Re.Mo.



**Figura 7.** Mappe con la localizzazione epicentrale della sismicità del Frusinate nei periodi: 1 agosto – 29 settembre 2009 (a), 30 settembre – 7 ottobre 2009 (b) e 8 ottobre- 26 novembre 2009 (c). Le mappe a destra rappresentano un ingrandimento dell'area di Campoli Appennino (evidenziato con il quadrato rosso tratteggiato nelle mappe a sinistra). Nella mappa a) è riportata in giallo la localizzazione dell'evento del 6 agosto ( $M_L$  4.2). Le relative sezioni AB, sono mostrate in *Figura 8*.



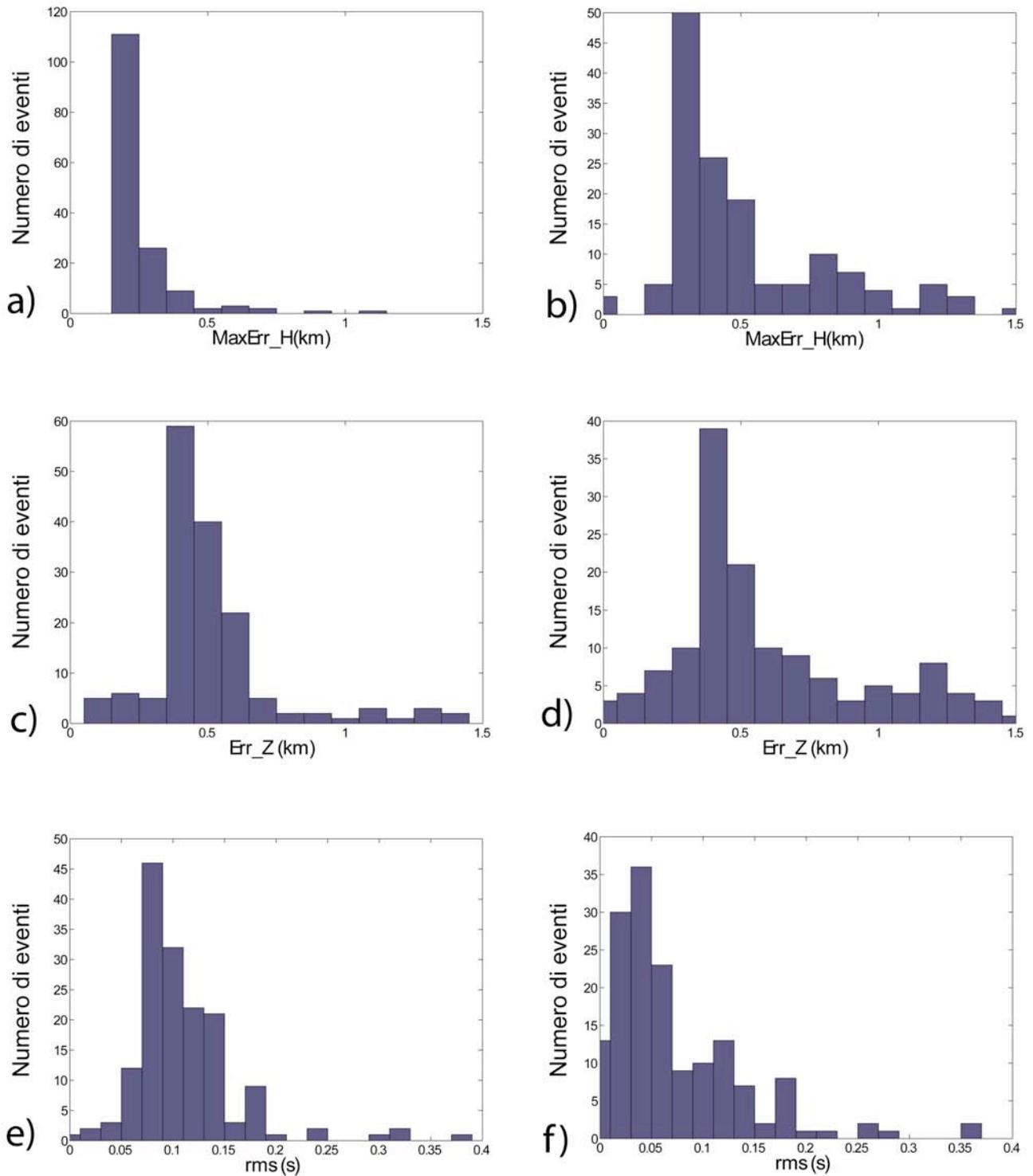
**Figura 8.** Sezioni NE-SW (vedi le tracce AB in *Figura 7*) con la sismicità del Frusinate nei diversi periodi analizzati: 1 agosto – 29 settembre 2009 (b) 30 settembre – 7 ottobre 2009 (c), 8 ottobre- 26 novembre 2009 (d) e totale (a). Nelle sezioni a) e b) è riportata in giallo la localizzazione dell’evento del 6 agosto ( $M_L$  4.2).

In *Tabella 4* vengono messe a confronto le qualità delle localizzazioni effettuate con il codice *Hypoellipse* [Lahr, 1989] con i dati della sola RSN e con gli stessi unendo i dati acquisiti dalla Re.Mo. per il periodo 8 ottobre – 26 novembre 2009.

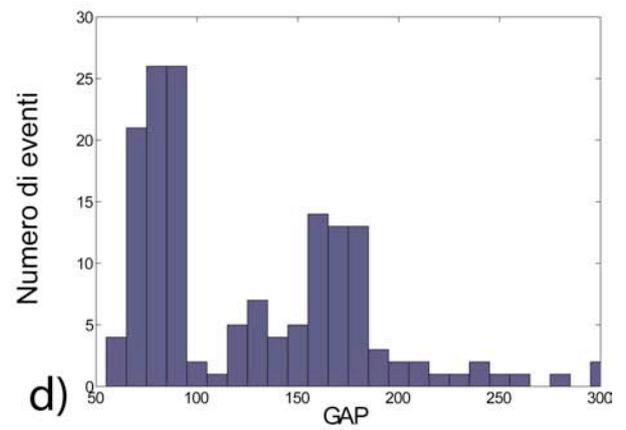
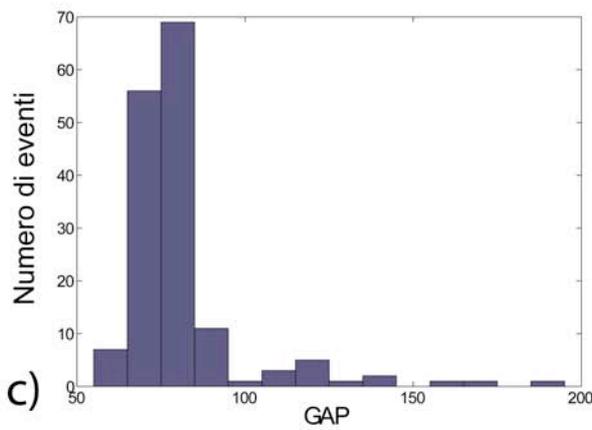
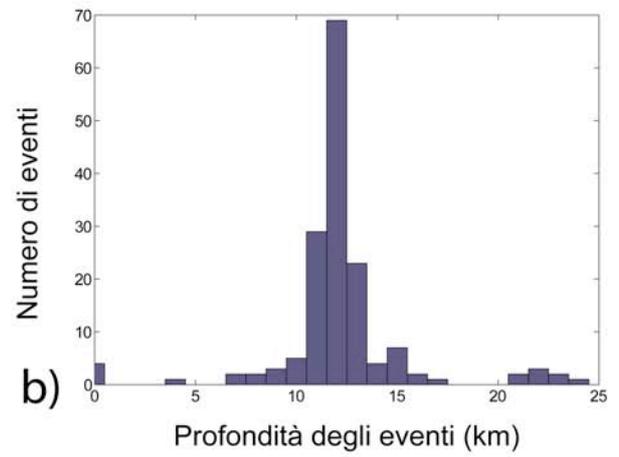
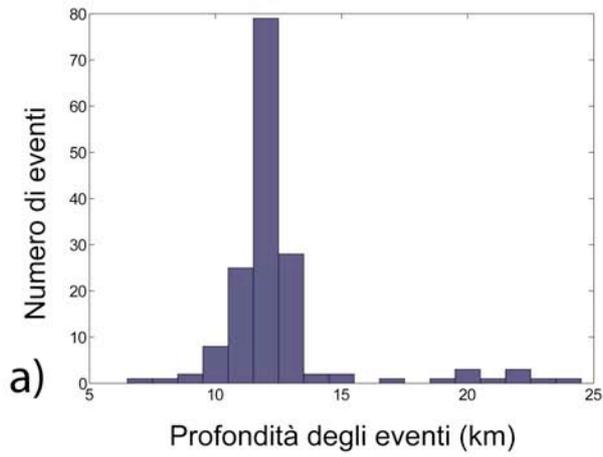
Tre eventi del *dataset*, non vengono localizzati con i soli dati della RSN avendo un numero insufficiente di fasi. Con l’uso dei dati della Re.Mo. è netto il miglioramento nelle localizzazioni. Infatti ben il 99% del *dataset* ricade nella qualità *a* secondo la classificazione di *Hypoellipse*. Tale miglioramento è evidente anche dal confronto degli errori di localizzazione (*Figura 9*) e anche di altri parametri come la profondità ipocentrale e il gap azimutale (*Figura 10*) e i residui delle fasi P e S (*Figura 11*).

QUALITÀ DELLE LOCALIZZAZIONI				
Qualità	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
<b>solo RSN</b> (159 eventi)	144	7	3	5
<b>In %</b>	90.6%	4.4%	1.9%	3.1%
<b>RSN+Re.Mo.</b> (162 eventi)	160	0	0	2
<b>In %</b>	98.8%	0%	0%	1.2%

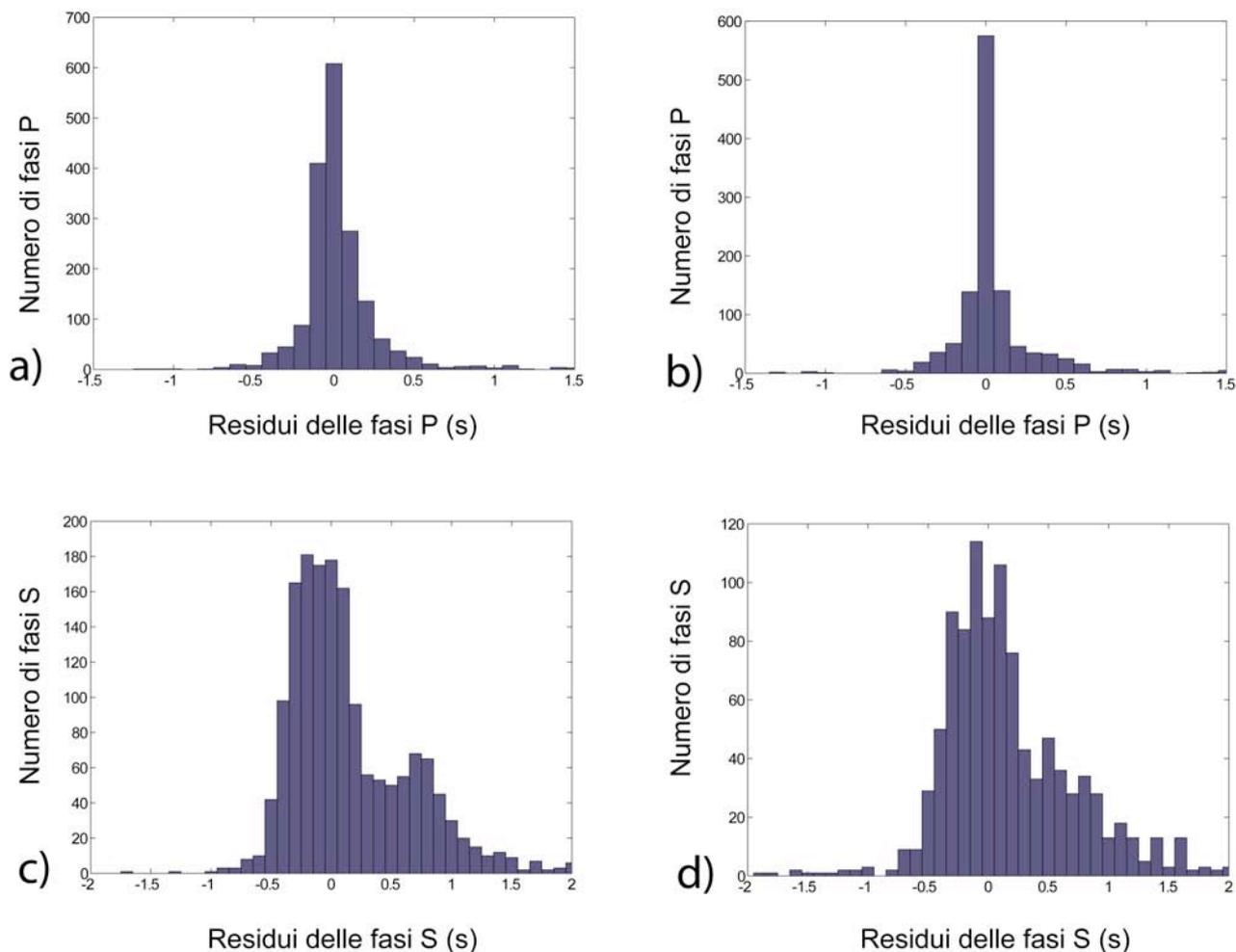
**Tabella 4.** Qualità delle localizzazioni [*output* di *Hypoellipse* , Lahr, 1989], con la sola RSN (in alto) e con la RSN più la Re.Mo. (in basso).



**Figura 9.** Istogrammi con la distribuzione: (a, b) degli errori di localizzazione massimi orizzontali (in km); (c, d) degli errori verticali (in km); (e, f) degli rms. Nella colonna a sinistra sono mostrati gli istogrammi relativi ai dati della RSN + Re.Mo., mentre a destra della sola RSN.



**Figura 10.** Istogrammi con la distribuzione: **(a, b)** delle profondità ipocentrali; **(c, d)** dei gap azimutali. Nella colonna a sinistra sono mostrati gli istogrammi relativi ai dati della RSN + Re.Mo., mentre a destra della sola RSN.



**Figura 11.** Istogrammi con la distribuzione: **(a, b)** dei residui delle fasi P; **(c, d)** dei residui delle fasi S. Nella colonna a sinistra sono mostrati gli istogrammi relativi ai dati della RSN + Re.Mo., mentre a destra della sola RSN.

Al momento questa sequenza sismica, insieme ad altre piccole sequenze che si sono manifestate nell'area del Frusinate e nelle aree abruzzesi limitrofe (Val Roveto, Alta valle del Sangro e Monti della Meta) nel corso degli anni 2009-2011, sono oggetto di studio per un lavoro scientifico di prossima pubblicazione.

#### 4. L'archivio delle forme d'onda

Come oramai da prassi [Moretti et al., 2010b], i dati acquisiti in continuo in registrazione locale dalle stazioni Re.Mo., sono stati convertiti dal formato nativo (REF TEK) al formato internazionale *miniSEED* e corredati di *file* accessori (*dataless*) contenenti tutte le informazioni relative al sito ed alla strumentazione installata.

I dati, distribuiti tramite il portale EIDA<sup>9</sup> [Mazza et al., 2011], sono reperibili accendendo all'area *Data Request* selezionando le stazioni contenute nell'area di coordinate 41.4-42.1/13.214.2 per il periodo 08 ottobre 2009 – 22 gennaio 2010 (*Figura 9*). All'interno di tale selezione sono comprese, insieme alle stazioni temporanee, le stazioni delle RSN. In *Figura 7*, è mostrata la selezione sin dal 12 giugno 2009 in modo da avere informazioni e forme d'onda anche del periodo di attività delle 2 stazioni della Re.Mo.Tel.

<sup>9</sup> <http://eida.rm.ingv.it/>

Come da protocollo, tutte le stazioni sono state registrate presso l'*International Seismological Centre* (ISC<sup>10</sup>).

The screenshot shows the INGV EIDA portal interface. At the top, the logo and name 'INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia European Integrated Data Archive' are visible. Below the navigation bar, there are search filters for 'Select period of interest' (2009-06-12 to 2010-01-22) and 'Select stations' (All nets, all networks, all stations, all sensors, all streams). A map of Italy shows station locations with a red box highlighting four temporary stations: T0205, T0202, T0203, and T0204. Below the map is a 'Station Legend' and a 'Station list' table.

Network	Station	Description	Restriction	Start	End	Streams
<input checked="" type="checkbox"/>	GIUL	GIULIANO DI ROMA	No	2009-02-18		BHE BHN BHZ HHE HNN HHZ LHE LHN LHZ VHE VHN VHZ
<input checked="" type="checkbox"/>	PTQR	PIETRAQUARIA	No	2003-03-01	2009-10-27	SHZ
<input checked="" type="checkbox"/>	RNI2	RIONERO SANNITICO	No	2004-07-12		HNE HNN HNZ BHE BHN BHZ HHE HNN HHZ LHE LHN LHZ VH
<input checked="" type="checkbox"/>	SDI	SAN DONATO VAL COMINO	No	2003-03-01	2009-10-27	SHZ
<input checked="" type="checkbox"/>	VVLD	VILLAVALLELONGA	No	2009-05-14		BHE BHN BHZ HHE HNN HHZ LHE LHN LHZ VHE VHN VHZ
<input checked="" type="checkbox"/>	GUAR	GUARCINO	No	2008-02-26		BHE BHN BHZ HHE HNN HHZ LHE LHN LHZ VHE VHN VHZ
<input checked="" type="checkbox"/>	INTR	INTRODACQUA	No	2003-09-03		BHE BHN BHZ HHE HNN HHZ LHE LHN LHZ VHE VHN VHZ
<input checked="" type="checkbox"/>	CERA	Filignano	No	2009-04-16	2010-06-09	BNE BNN BNZ
<input checked="" type="checkbox"/>	IV		No	2006-07-20		HNE HNN HNZ BHE BHN BHZ HHE HNN HHZ LHE LHN LHZ VH
<input checked="" type="checkbox"/>			No	2007-03-28		BHE BHN BHZ HHE HNN HHZ LHE LHN LHZ VHE VHN VHZ
<input checked="" type="checkbox"/>	POFI	Posta Fibreno	No	2007-03-28	2009-09-08	HNE HNN HNZ
<input checked="" type="checkbox"/>			No	2007-03-28		LHE LHN LHZ VHE VHN VHZ
<input checked="" type="checkbox"/>			No	2009-09-08		HNE HNN HNZ
<input checked="" type="checkbox"/>	LPEL	Lama dei Peligni	No	2008-04-11		BHE BHN BHZ HHE HNN HHZ LHE LHN LHZ VHE VHN VHZ
<input checked="" type="checkbox"/>	T0201	Giovannangeli (Balsorano) - AQ	No	2009-06-12	2009-07-28	EHE EHN EHZ
<input checked="" type="checkbox"/>	T0202	Vitale (Isola del Liri) - FR	No	2009-06-12	2009-07-28	EHE EHN EHZ
<input checked="" type="checkbox"/>	T0203	Casalattico (FR)	No	2009-10-08	2010-01-14	EHE EHN EHZ HNE HNN HNZ
<input checked="" type="checkbox"/>	T0204	Pescasseroli (AQ)	No	2009-10-08	2010-01-14	EHE EHN EHZ HNE HNN HNZ
<input checked="" type="checkbox"/>	T0205	Risotti (Balsorano - AQ)	No	2009-10-08	2010-01-22	EHE EHN EHZ HNE HNN HNZ
<input checked="" type="checkbox"/>			No	2009-10-08	2010-01-14	EHE EHN EHZ HNE HNN HNZ

**Figura 9.** Schermata del portale EIDA attraverso il quale è possibile scaricare le forme d'onda delle stazioni della Re.Mo. installate durante l'emergenza Frusinate e della RSN. In figura, per facilitarne la lettura, sono state evidenziate le 4 stazioni temporanee (triangoli verdi con contorni rossi) ed aggiunte le relative sigle.

## 5. Conclusioni

All'inizio ottobre 2009, in seguito all'aumentare della sismicità nella zona di Campoli-Appennino (FR) è stato deciso un intervento della Re.Mo. [Moretti et al., 2010a] nonostante la magnitudo massima avuta fosse ben al di sotto di quella prevista per la sua attivazione ( $M_L \geq 5$ ). L'intervento è stato deciso

<sup>10</sup> <http://www.isc.ac.uk/>

tenendo in conto anche la lunga sequenza sismica che ha interessato gran parte dell'Appennino Abruzzese dopo il terremoto aquilano del 6 aprile 2009 [Margheriti et al., 2010] e in parte anche l'amplificazione mediatica di notizie allarmanti rivelatesi successivamente non fondate.

Tecnicamente, durante la campagna sismica, è stata sperimentata la trasformazione delle stazioni temporanee da acquisizione in locale a tempo reale, tramite trasmissione UMTS, ma ciò non si è dimostrato efficace a causa della mancanza di copertura dell'operatore a nostra disposizione.

I dati acquisiti sono tutt'ora in fase di analisi. I risultati preliminari mostrano come la sismicità avvenuta durante questo sciame sismico sia difficilmente attribuibile alle strutture sismogenetiche già note attraverso gli studi di paleosismologia e di sismicità storica.

## Ringraziamenti

Si ringraziano i privati che hanno ospitato le stazioni temporanee di Isola del Liri (T0202) e di Casalattico (T0203).

Gli Autori desiderano inoltre ringraziare i colleghi della UF Analisi Dati per la Sismologia, per il costante supporto nella fase di archiviazione e gestione del *dataset* prodotto, e Luciano Zuccarello, per gli utili commenti e suggerimenti dati.

Infine, un sentito ringraziamento alla Dott.ssa Cosmiana Maggi per l'aiuto nella elaborazione delle figure 9, 10, e 11.

## Bibliografia

- Abruzzese, L., De Luca, G., Cattaneo, M., Cecere, G., Cardinale, V., Castagnozzi, A., D'Ambrosio, C., Delladio, A., Demartin, M., Falco, L., Franceschi, D., Govoni A., Memmolo, A., Migliari, F., Minichiello, F., Moretti, M., Moschillo, R., Pignone, M., Selvaggi, G. e Zarrilli, L. (2011). La Rete sismica Mobile in Telemetrata satellitare (Re.Mo.Tel.). Rapporti Tecnici INGV N° 177.
- Bagh, S., Chiaraluce L., De Gori P., Moretti M., Govoni A., Chiarabba C., Di Bartolomeo P. and Romanelli M. (2007). "Background seismicity in the Central Apennines of Italy: The Abruzzo region case study" *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tecto.2007.08.009.
- Boncio, P. e Lavecchia, G. (2000). A structural model for active extension in central Italy. *Journal of Geodynamics*, 29 (3-5), 233-244.
- Castello B., Selvaggi G., Chiarabba C., Amato A. (2006). CSI Catalogo della sismicità italiana 1981-2002, versione 1.1. INGV-CNT, Roma.
- Chiarabba, C., Amato, A., Anselmi, M., Baccheschi, P., Bianchi, I., Cattaneo, M., Cecere, G., Chiaraluce, C., Ciaccio, M.G., De Gori, P., De Luca, G., Di Bona, M., Di Stefano, R., Faenza, L., Govoni, A., Improta, L., Lucente, F.P., Marchetti, A., Margheriti, L., Mele, F., Michelini, A., Monachesi, G., Moretti, M., Pastori, M., Piana Agostinetti, N., Piccinini, D., Roselli, P., Seccia, D., Valoroso, L. (2009). The 2009 L'Aquila (central Italy) Mw 6.3 earthquake: Main shock and aftershocks, *Geophys. Res. Lett.*, 36, No. 18, L18308, <http://dx.doi.org/10.1029/2009GL039627>.
- Corrado, S., Cosentino D. e Gioia C. (1990). Sistema di retroscorrimenti nella Marsica orientale (Abruzzo, Appennino centrale). *Memorie della Società Geologica Italiana*, 45, 591-603.
- CPTI Working Group (2004). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04/> (last accessed September 2009), INGV, Bologna.
- Cultrera., G. and Luzi, L. (Co-authors: Ameri, G., Augliera, P., Azzara, R.M., Bergamaschi, F., Bertrand, E., Bordoni, P., Cara, F., Cogliano, R., D'Alema, E., Di Giacomo, D., Di Giulio, G., Duval, A.M., Fodarella, A., Franceschina, G., Gallipoli, M.R., Harabaglia, P., C. Ladina, S. Lovati, S. Marzorati, M. Massa, G. Milana, M. Mucciarelli, F. Pacor, S. Parolai, M. Picozzi, M. Pilz, R. Puglia, S. Pucillo, J. Régnier, G. Riccio, J. Salichon and M. Sobiesiak), (2009). Valutazione della risposta sismica locale di alcuni siti dell'alta e media valle dell'Aterno, *Progettazione Sismica*, 3, 69-73.
- D'Addezio, G., E. Masana, D. Pantosti (2001). The Holocene paleoseismicity of the Aremogna – Cinquemiglia Fault (central Italy). *Journal of Seismology*, 5, 181-205.
- Delladio A. (2011). Monitoraggio sismico del territorio nazionale. 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* N°10, 11-16.
- De Luca G. (2011). La Rete Regionale Abruzzo e sua integrazione con la Rete Sismica Nazionale. 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* N°10, 22-23.
- Frepoli A., A. Amato (1997). Contemporaneous extension and compression in the Northern Apennines from earthquake fault-plane solutions. *Geophysical Journal International*, 129, 368-388.
- Galadini, F., P. Messina (1993). Characterization of the recent tectonics of the upper Sangro River valley (Abruzzi Apennine, central Italy). *Annali di Geofisica*, 36 (1), 277-285.
- Galadini, F., P. Galli (2000). Active tectonics in the central Apennines (Italy) – input data for seismic hazard assessment. *Natural Hazards*, 22, 225-270.
- Galli, P., and J. Naso (2009). Unmasking the 1349 earthquake source (southern Italy): paleoseismological and archaeoseismological indications from the Aquae Iuliae fault. *Journal of Structural Geology*, 31, 128-149.
- ISIDe Working Group (2010), Italian Seismological Instrumental and parametric database: <http://iside.rm.ingv.it>.
- Lahr, J. C., 1989, HYPOELLIPSE/Version 2.0: A computer program for determining local earthquakes hypocentral parameters, magnitude, and first-motion pattern, U.S. Geological Survey Open-File Report 89-116, 92 p.
- Margheriti, L., Anselmi, M., Antonioli, A., Azzaro, R., Baccheschi, P., Bono A., Castello, B., Chiarabba, C., Chiaraluce, L., Ciaccio, M.G., Cimini, G.B., Colasanti, G., Colasanti, M., Criscuoli, F., D'Amico, S., De Gori, P., Delladio, A., Di Bona, M., Di Stefano, R., Frepoli, A., Giandomenico, E., Giovani, L., Govoni, A., Improta, L., Lauciani, V., Mandiello, A.G., Marcocci, C., Mazza, S., Moretti, M., Pagliuca, N.M., Piana Agostinetti, N., Piccinini, D., Seccia, D., Lucente, F.P., Pintore, S., Pizzino, L., Platania, P.R., Quintilliani, M., Rapisarda, S., Selvaggi, G., Serratore, A., Silvestri, M., Silvestri, S., Soldati, G., Valoroso, L. e Zuccarello, L. (2010). Emergenza "Aquila2009": La campagna di acquisizione dati della Rete Sismica Mobile stand-alone del Centro Nazionale Terremoti. *Rapporti Tecnici INGV* N°151.
- Miccadei, E. (1993). Geologia dell'area Alto Sagittario–Alto Sangro (Abruzzo, Appennino centrale). *Geologica Romana*, 29, 463-481.
- Mazza, S., Bono, A., Lauciani, V., Marcocci, C., Mandiello, A., Margheriti, L., Mele, F., Moretti, M., Pintore, S., Quintilliani, M., Scognamiglio, L. e Selvaggi G. (2011). L'archiviazione e la distribuzione dei dati sismologici del CNT e l'integrazione dei dati della RSM. 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* N°10, 108-112.
- Miccadei E. (1993) – Geologia dell'area Alto Sagittario-Alto Sangro (Abruzzo, Appennino centrale). *Geologica Romana*, 29, 463-481.
- Montone, P., A. Amato, S. Pondrelli (1999). Active stress map of Italy. *Journal of Geophysical Research*, 104 (11), 25.595-25.610.
- Montone, P., M.T. Mariucci, S. Pondrelli, A. Amato (2004). An improved stress map for Italy and surrounding regions (central Mediterranean). *Journal of Geophysical research*, 109, doi:10.1029/2003JB002703.
- Moretti, M., A. Govoni, G. Colasanti, M. Silvestri, E. Giandomenico, S. Silvestri, F. Criscuoli, L. Giovani, A. Basili, C. Chiarabba e A. Delladio (2010a). La Rete Sismica Mobile del Centro Nazionale Terremoti. *Rapporto Tecnico INGV* N° 137.
- Moretti M., Govoni A., Lauciani V., Mandiello A.G., Marcocci C., Margheriti L., Mazza S., Pintore S. (2010b). Il nuovo archivio dati sismologico integrato dell'INGV per gli esperimenti sismici temporanei. 29° Convegno Nazionale GNGTS - Prato 26-28 ottobre 2010.
- MPS Working Group (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 Marzo 2003, *Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile*, <http://zonesismiche.mi.ingv.it> (last accessed September 2009), INGV, Milano–Roma, 2004 April, 65 pp. including 5 appendixes.
- Pace, B., P. Di Matteo, P. Boncio e G. Lavecchia (2001). Considerazioni sull'evoluzione geologica della Marsica sud-orientale (Abruzzo, Appennino centrale) sulla base di una analisi integrata di dati

- stratigrafici e strutturali. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 120, 139-150.
- Pace, B., P. Boncio, G Lavecchia (2002). The 1984 Abruzzo earthquake (Italy): an example of seismogenic process controlled by interaction between differently oriented synkinematic faults. *Tectonophysics*, 350, 237-254.
- Valensise, G., D. Pantosti (2001). Database of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy. *Annali di Geofisica*, 44 (4), 964 pp.
- Westaway, R., R. Gawthorpe, M. Tozzi (1989). Seismological and field observations of the 1985 Lazio-Abruzzo earthquakes: implications for the active tectonics of Italy. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 98, 489-514.
- Working Group CPTI (1999). *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*. ING, GNDT, SGA, SSN, Bologna, 88 pp.



# allegato A

schede stazioni

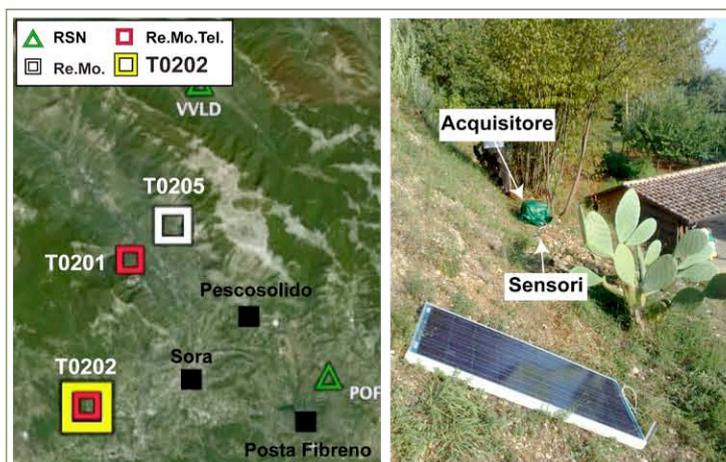


T0202

VITALE  
ISOLA DEL LIRI (FR)

## CARTA D'IDENTITÀ

IN	08/10/2009
OUT	14/01/2010
LAT	N 41.701155
LON	E 13.546823
ALT	342M



## STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T
GPS	REF TEK
PANNELLO SOLARE	50W
BATTERIA	40AH

## CONFIGURAZIONE

PASSO DI CAMPIONAMENTO	125
GAIN	1

## STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0202..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T0202..HN?

La stazione, in acquisizione dalle 14.30 UTC circa dell'8 ottobre 2009, è stata installata a meno di 100m dal sito che nel mese di giugno 2009 aveva ospitato la stazione T0202 della Re.Mo.Tel. (coordinate: Lat 41.702110N, Lon 13.544170E, quota 355m, quadrato rosso). Come da convenzione ha nella nuova installazione ha mantenuto la sigla originale già registrata presso l'ISC<sup>1</sup>.

L'acquisizione della T0202 è stata regolare fino al 20 dicembre dopodiché si sono avute alcune piccole interruzioni probabilmente per le cattive condizioni meteo (vedi Figura 5). In generale, la perdita di dati è irrisoria (<1%).

I dati acquisiti dalla stazione temporanea sono reperibili presso il portale EIDA<sup>2</sup> (vedi Capitolo 3).

<sup>1</sup> <http://www.isc.ac.uk/>

<sup>2</sup> <http://eida.rm.ingv.it>

T0203

CASALATTICO  
(FR)

## CARTA D'IDENTITÀ

IN	08/10/2009
OUT	14/01/2010
LAT	N 41.618735
LON	E 13.720000
ALT	559M



## STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T
GPS	REF TEK
PANNELLO SOLARE	50W
BATTERIA	40AH

## CONFIGURAZIONE

PASSO DI CAMPIONAMENTO	125
GAIN	1

## STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0203..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T0203..HN?

Installata intorno alle 10.30 UTC dell'8 ottobre 2009, la T0203 ha un'acquisizione regolare fino al 17 dicembre dopodiché si sono avute alcune piccole interruzioni probabilmente per le cattive condizioni meteo (vedi *Figura 5*). In generale, la perdita di dati risulta irrisoria (<1%).

I dati acquisiti da T0203 sono reperibili presso il portale EIDA<sup>1</sup> (vedi *Capitolo 3*).

La stazione è regolarmente registrata presso l'ISC<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> <http://eida.rm.ingv.it>

<sup>2</sup> <http://www.isc.ac.uk/>

T0204

PESCASSEROLI  
(AQ)

## CARTA D'IDENTITÀ

IN 08/10/2009

OUT 22/01/2010

LAT N 41.86650

LON E 13.780910

ALT 1393M

## STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE REF TEK 130

SENSORE LE-3DLITE

SENSORE EPISENSOR  
FBA ES-T

GPS REF TEK

PANNELLO  
SOLARE 50W

BATTERIA 40AH

## CONFIGURAZIONE

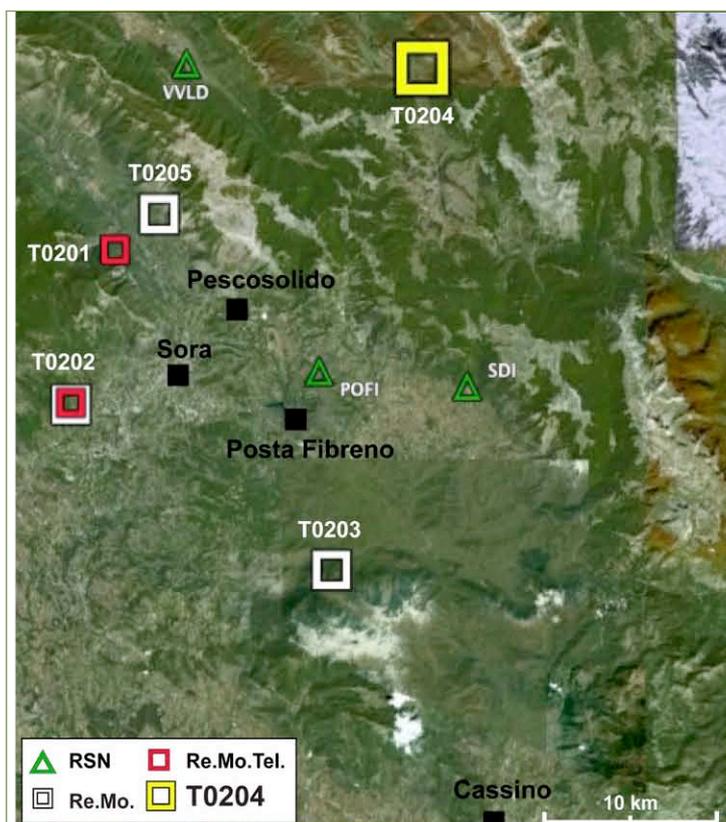
PASSO DI  
CAMPIONAMENTO 125

GAIN 1

## STATION CODE

VELOCIMETRO IV.T0204..EH?

ACCELEROMETRO IV.T0204..HN?



Installata intorno alle 15.00 UTC dell'8 ottobre 2009, la T0204 è la stazione con la maggior perdita di dati (circa il 10%). Si hanno due importanti interruzioni di circa 5 giorni (vedi *Figura 5*): una intorno al 18 dicembre e l'altra a fine installazione (12 gennaio).

I dati acquisiti da T0204 sono reperibili presso il portale EIDA<sup>1</sup> (vedi *Capitolo 3*).

La stazione è regolarmente registrata presso l'ISC<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> <http://eida.rm.ingv.it>

<sup>2</sup> <http://www.isc.ac.uk/>

T0205

RIDOTTI  
BALSORANO (AQ)

## CARTA D'IDENTITÀ

IN 08/10/2009

OUT 14/01/2010

LAT N 41.795440

LON E 13.604477

ALT 690M

## STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE REF TEK 130

SENSORE LE-3DLITE

SENSORE EPISENSOR  
FBA ES-T

GPS REF TEK

PANNELLO  
SOLARE 50W

BATTERIA 40AH

## CONFIGURAZIONE

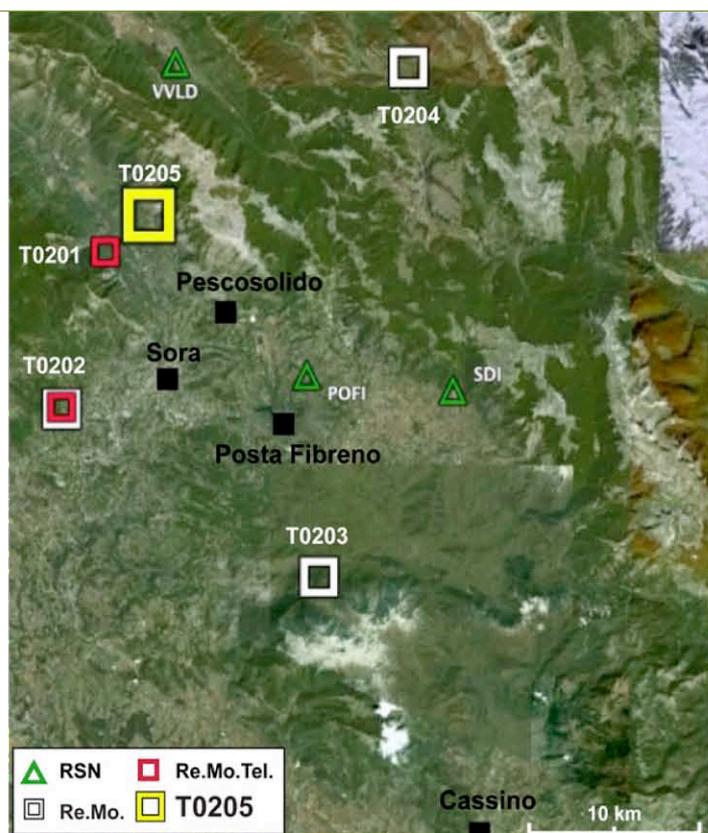
PASSO DI  
CAMPIONAMENTO 125

GAIN 1

## STATION CODE

VELOCIMETRO IV.T0205..EH?

ACCELEROMETRO IV.T0205..HN?



Installata intorno alle 11.30 UTC dell'8 ottobre 2009, la T0205 ha avuto una acquisizione pressoché regolare con piccole perdite di dati verso fine la novembre e a fine campagna (vedi *Figura 5*). In generale, la perdita di dati è stata irrisoria. (< 1%).

I dati acquisiti da T0205 sono reperibili presso il portale EIDA<sup>1</sup> (vedi *Capitolo 3*).

La stazione è regolarmente registrata presso l'ISC<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> <http://eida.rm.ingv.it>

<sup>2</sup> <http://www.isc.ac.uk/>

**Coordinamento editoriale e impaginazione**

Centro Editoriale Nazionale | INGV

**Progetto grafico e redazionale**

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

© 2011 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**