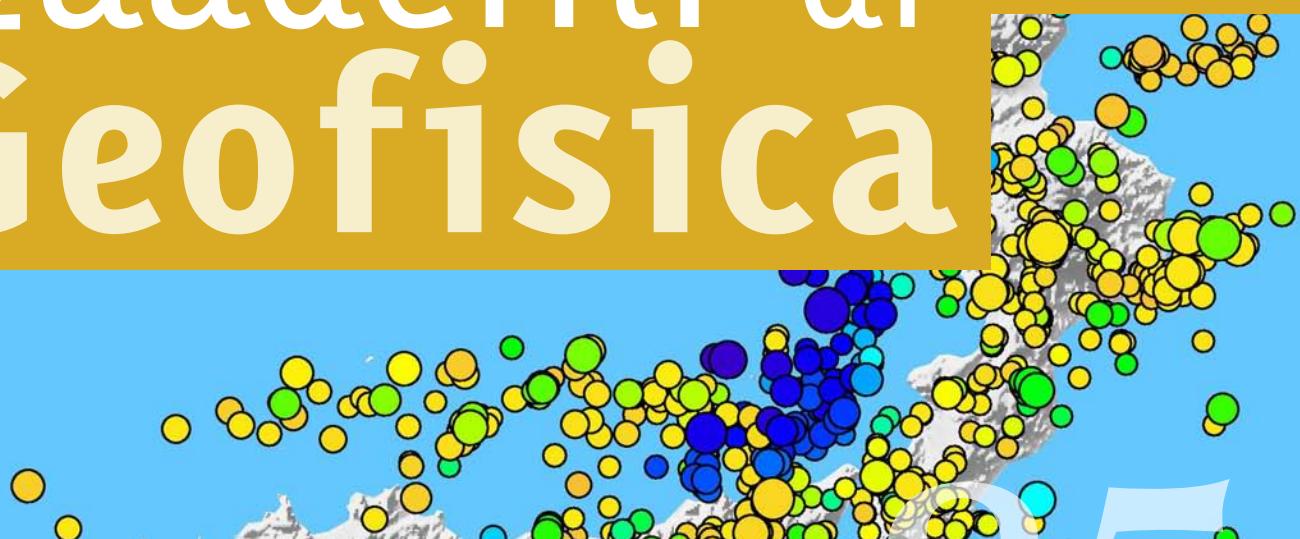


Bollettino Sismico Italiano 2008

Quaderni di
Geofisica



85



Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia

Quaderni di Geofisica

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



Bollettino Sismico Italiano 2008

Italian Seismic Bulletin 2008

Francesco Mele, Luca Arcoraci, Patrizia Battelli, Michele Berardi,
Corrado Castellano, Giulio Lozzi, Alessandro Marchetti, Anna Nardi,
Mario Pirro, Antonio Rossi

INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Centro Nazionale Terremoti)

Bollettino Sismico Italiano 2008

In questo lavoro vengono fornite informazioni sintetiche sullo stato della Rete Sismica Nazionale Italiana e sulla sismicità italiana nel 2008 e vengono evidenziate le principali sequenze sismiche accadute durante l'anno. Nel 2008 la rete Sismica Nazionale dell'INGV ha localizzato 6969 eventi in Italia e nelle aree limitrofe, con magnitudo minima di completezza apparente M_L pari a 2.1. Il Bollettino Sismico Italiano 2008 è stato realizzato tramite le registrazioni di 279 stazioni della Rete Sismica Nazionale dell'INGV e di altre reti locali e regionali connesse in tempo reale al Centro Nazionale Terremoti di Roma. Alcuni dati confermano la presenza di una percentuale non trascurabile di eventi di origine antropica (esplosioni), erroneamente classificati come terremoti di piccola magnitudo. L'analisi evidenzia 14 aree in cui è presente attività estrattiva di superficie effettuata tramite esplosioni che originano eventi di magnitudo locale M_L non superiore a 2.2.

In this work we give information on the characteristics of the Italian National Seismic Network and on the seismicity and main seismic sequences in Italy during 2008. During that year the Italian National Seismic Network localized 6969 events in Italy and neighboring areas, with an apparent minimum magnitude of completeness M_L of 2.1. The entire Italian Seismic Bulletin 2008 was obtained using signals from 279 stations belonging to the INGV Italian National Seismic Network and to other local and regional networks, all with real-time connection to the Centro Nazionale Terremoti in Rome. Some evidences confirm the presence of a certain percentage of events due to anthropic activity (explosions), erroneously interpreted as earthquakes of low magnitude. We identify 14 areas with the presence of explosions due to surface mining activity, generating events with M_L not exceeding 2.2.

Introduzione

Nel 1999, anno della fondazione dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV nel seguito), la Rete Sismica Nazionale Italiana (RSNI nel seguito) era costituita da circa 100 stazioni con sismometri verticali a corto periodo; tre successivi contratti triennali tra l'INGV e il Dipartimento della Protezione Civile hanno permesso un rapido sviluppo della rete [Amato e Mele, 2008]. All'inizio del 2008 la rete contava oltre 250 stazioni; molte di esse erano dotate di velocimetri a 3 componenti a larga banda. Schorlemmer et al. [2010] hanno analizzato la magnitudo minima di completezza probabilistica assicurata dalla RSNI alla fine del 2008, trovando valori diversi da regione a regione. Essa risultava inferiore a 2 in alcune aree dell'Appennino centrale e meridionale, ma cresceva fino a valori superiori a 2.5 all'estremità occidentale della Sicilia e nella parte più meridionale della Puglia (l'analisi non comprende la Sardegna, Pantelleria e Lampedusa che ricadono ai bordi della RSNI). Gli accordi con il Dipartimento della Protezione Civile attualmente prevedono la comunicazione da parte dell'INGV di tutti i terremoti con magnitudo minima uguale a 2.5.

Il Bollettino cartaceo dell'Istituto Nazionale di Geofisica, che

comprendeva i parametri ipocentrali e le informazioni sulle fasi dei terremoti registrati dalla RSNI, fu pubblicato fino al 1989. Le pubblicazioni del Bollettino tra il 1990 e il 1994 erano costituite da un elenco di terremoti, con la specifica dei principali parametri ipocentrali, e da floppy-disk contenenti le informazioni sulle fasi. Il 1994 fu l'ultimo anno di pubblicazione di un bollettino sismico italiano. La diffusione di routine dei dati prodotti dalla RSNI riprese solo nel 2002 con una pagina web. Il 16 Aprile 2005 fu inaugurato il nuovo Bollettino Sismico Italiano che sfruttava l'intera potenzialità della nuova rete e aveva a disposizione nuovi strumenti software interattivi per l'analisi dei dati [Bono, 2008]. Inoltre si poteva contare su un impegno giornaliero di una decina di analisti interpretatori, dotati di grande esperienza di analisi di segnali sismici, il cui lavoro assiduo si rivela a tutt'oggi ancora insostituibile soprattutto durante importanti sequenze sismiche, quando il prodotto dei sistemi automatici d'analisi necessita comunque di una revisione manuale esperta dei risultati. Questa insostituibilità si è rivelata evidente durante la recente sequenza sismica dell'Aquila, quando l'impegno assiduo degli analisti ha reso possibile un veloce studio di dettaglio della evoluzione spazio-temporale della sequenza sismica [Di Luccio et al. 2010].

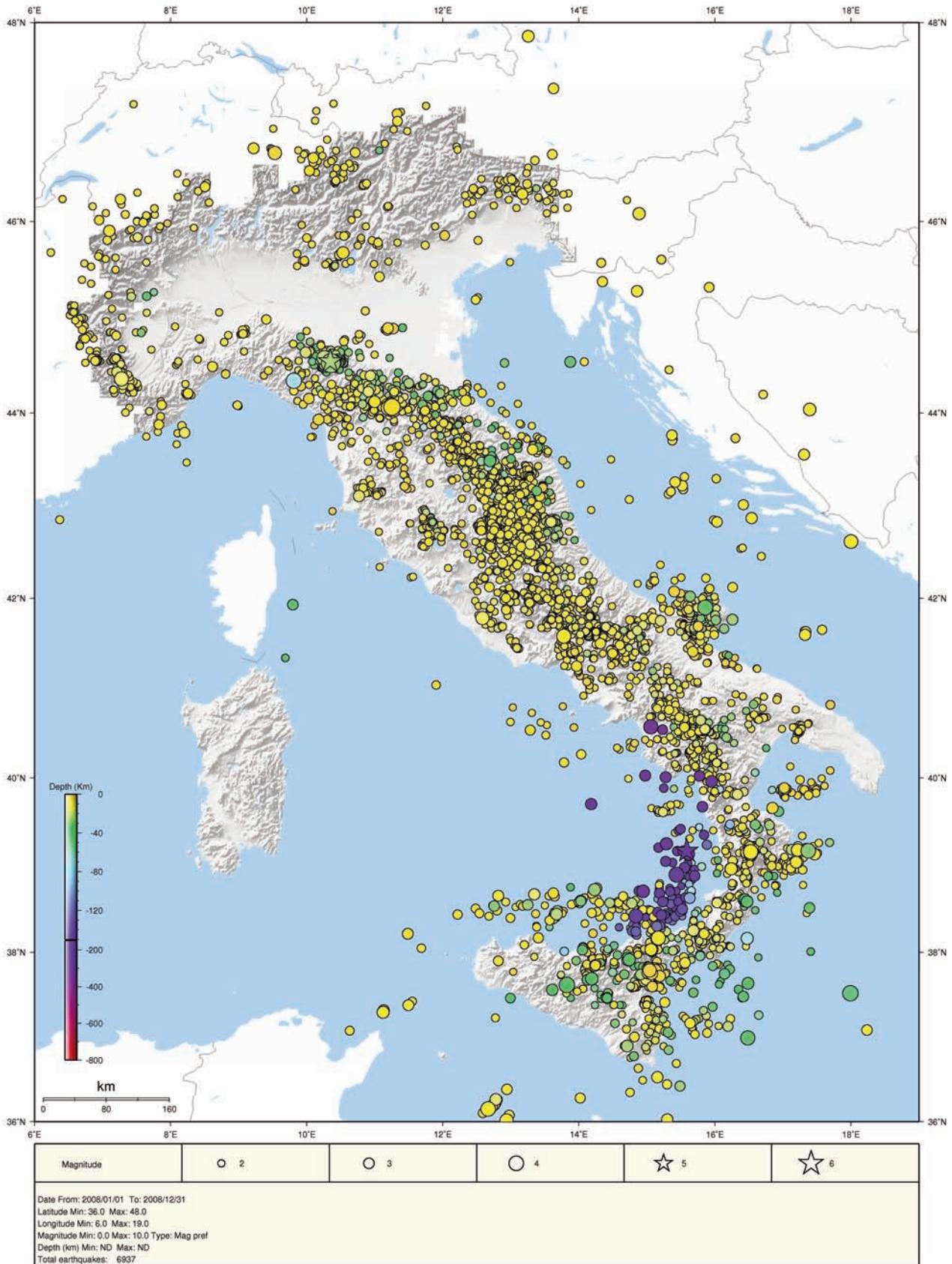


Figura 1 Mappa della sismicità italiana nell'anno 2008, estratta dal Bollettino Sismico Italiano. I parametri ipocentrali e la mappa sono ottenibili in <http://ISIDe.rm.ingv.it/> [Mele et al., 2007].

Figure 1 Map of the seismicity in Italy during the year 2008, from the Italian Seismic Bulletin. The hypocentral parameters and the map can be found in <http://ISIDe.rm.ingv.it/> [Mele et al., 2007].

Questo documento è, nelle intenzioni degli autori, il primo di una serie annuale che intende riprendere la tradizionale pubblicazione, interrotta negli anni '90, del Bollettino Sismico dell'ING. Oggi i parametri ipocentrali e le fasi sismiche dei terremoti italiani registrati dalla RSNI possono essere consultati nel sito web <http://bollettinosismico.rm.ingv.it/> o selezionati con la pagina interattiva <http://ISIDe.rm.ingv.it/>. Chi volesse estrarre informazioni parametriche complete sui terremoti registrati dalla RSNI può utilizzare senz'altro questi strumenti. Le due pagine web citate hanno raggiunto punte di 12000 accessi giornalieri nel corso del 2009 durante la sequenza sismica dell'Aquila. Ciò prova che esiste un aumento di interesse verso i dati parametrici contenuti nel BSI, non solo da parte della comunità scientifica, ma anche da parte di una utenza più vasta. Questo fatto, unito alla consapevolezza che gli analisti sismologi hanno un punto di vista privilegiato sulla sismicità complessiva del territorio italiano, ci ha convito della opportunità di riprendere la pubblicazione del Bollettino in forma cartacea.

1. La Rete Sismica Nazionale Italiana

La Figura 2 mostra lo stato della RSNI nel 2008, anno in cui sono stati attivati 25 nuovi canali di acquisizione dati dovuti a nuove stazioni, o a rinnovi della strumentazione esistente, o al collegamento al CNT di stazioni di altre reti sismiche (si veda l'allegato A per un elenco completo di tutte le stazioni funzionanti nel 2008). Nel Friuli-Venezia Giulia le nuove installazioni sono state tre (PTCC, SABO, PALA), una in Veneto (ROVR), una in Liguria (MSSA), due in Emilia Romagna (PRMA, MODE), tre nelle Marche (GUMA, PARC, FDMO), quattro in Umbria (NRCA, MGAB, ASSB, CESX), due nel Lazio (MA9, RMP), una in Abruzzo (LPEL), una in Molise (MELA), una in Campania (SOR), una in Basilicata (PZUN), due in Calabria (PIPA, LADO), tre in Sicilia (HCRL, ALJA, RESU). Il Montenegro ha contribuito alla nostra rete con una stazione (PDG - Podgorica). Nel corso del 2008 hanno smesso di fornire dati all'INGV le stazioni di Colliano (CLLN) e Finale Ligure (FIN). La Tabella 1 riporta la composizione strumentale della rete nel 2008.



Figura 2 Mappa delle stazioni della Rete Sismica Nazionale Italiana che hanno operato nel 2008. Sono riportate in giallo le stazioni che hanno iniziato ad operare nel 2008 e in rosso le stazioni dismesse nel corso dell'anno.

Figure 2 Map of the stations of the Italian National Seismic Network that worked during 2008. Yellow stations were installed during 2008; red station were closed during 2008.

2. La sismicità italiana nel 2008

Le appendici A, B e C riportano i dettagli sulle procedure utilizzate per il calcolo dei parametri ipocentrali e sulla qualità delle localizzazioni presenti nel Bollettino Sismico Italiano 2008 (BSI nel seguito). Il BSI 2008 contiene 6969 eventi localizzati sul territorio nazionale e nelle aree limitrofe (Figura 1). Da una semplice analisi della distribuzione della sismicità complessiva del 2008, si rileva una generale corrispondenza con l'andamento della sismicità del periodo tra gli anni 2000 e 2007, così come riportato nella Carta della Sismicità in Italia [Castello et al., 2007]. In particolare l'attività sismica risulta concentrata lungo l'intera dorsale appenninica, ed è generalmente caratterizzata da profondità ipocentrali comprese tra i 5 e i 15 km (Figura 3).

Fanno eccezione gli eventi localizzati in alcuni settori dell'Appennino settentrionale per i quali si evidenziano profondità ipocentrali maggiori (intorno ai 30 km); tali eventi sono direttamente riconducibili alla presenza di strutture tettonichepressive presenti al di sotto della potente copertura sedimentaria della Pianura Padana. Molto più localizzata risulta la sismicità dell'arco alpino, concentrata prevalentemente sulle Prealpi venete e sulle Alpi Carniche ad Est, nella zona del Lago di Garda e delle Alpi Retiche al centro e sulle Alpi Cozie, Graie e Pennine ad Ovest. Nel Basso Tirreno (Isole Lipari e costa calabria occidentale) l'intensa sismicità risulta caratterizzata da elevate profondità ipocentrali (anche superiori ai 300 km) ed è direttamente collegata al sistema di subduzione del Tirreno meridionale e Arco Calabro. Nel corso del 2008 è stata registrata una intensa attività sismica anche sul Promontorio del Gargano e in Sicilia

Numero totale di stazioni	279	
Nuove installazioni 2008	26	inclusi i rinnovi di strumentazione in stazioni già esistenti
Totale velocimetri	288	11 stazioni hanno 2 velocimetri
Velocimetri verticali	56	
Velocimetri a 3 componenti	232	
Sensori in pozzo (^)	5	
Stazioni fondo marino (#)	1	
Stazioni accelerometriche	54	di cui 2 solo accelerometriche
Totale stazioni fuori dai confini nazionali	17	1 NOA; 8 CH; 4 MN; 2 OA; 2 FR
Stazioni Geofon (in Italia)	1	MATE
Trillium-240s	7	
Trillium-120s	9	
Trillium-40s	137	
S-13	50	solo verticale
Le3D-5s	23	
Le3D-20s	1	
Le3D-1s	3	
L4-C-3D	8	
CMG-3T-100s	2	
CMG-1T-360s	1	
CMG40-30s	3	
CMG40-60s	3	
KS-2000	2	
SS1-Ranger	6	solo verticale
STS1-VBB	3	
STS2-120s	30	

Tabella 1 Composizione strumentale della Rete Sismica Nazionale Italiana nel 2008. In 279 siti hanno operato 232 velocimetri a tre componenti e 56 velocimetri verticali. In due stazioni era installato il solo accelerometro mentre 52 stazioni erano dotate di velocimetro e accelerometro. Hanno operato nella rete 137 strumenti a larga banda (Trillium-40s) e 52 sensori VBB ($\geq 100s$) installati in Italia o in paesi limitrofi.

Table 1 Instruments of the Italian National Seismic Network operating during 2008. In 279 sites were installed 232 3-component and 56 vertical seismometers. Two stations were equipped with an accelerometer while 52 stations were equipped with both an accelerometer and a seismometer. 137 Broad-Band instruments (Trillium-40s) and 52 Very-Broad-Band instruments ($\geq 100s$) operated for the Italian Network, installed in Italy and neighboring areas.

orientale dove la maggior parte degli eventi risulta direttamente riconducibile alla notevole attività dell'apparato vulcanico etneo.

Nel 2008 sono stati registrati due terremoti con magnitudo locale superiore a 5. Il primo, di M_L 5.1, è avvenuto il 17

Dicembre alle 21:57 UTC nel Mar Tirreno meridionale ad una profondità di 270 km. Il secondo, di magnitudo M_L 5.2, è avvenuto il 23 Dicembre alle 15:24 UTC nell'Appennino Emiliano ad una profondità di 23 km. Nel BSI 2008 sono presenti dieci eventi di magnitudo 0.3 registrati da 3-4 stazioni

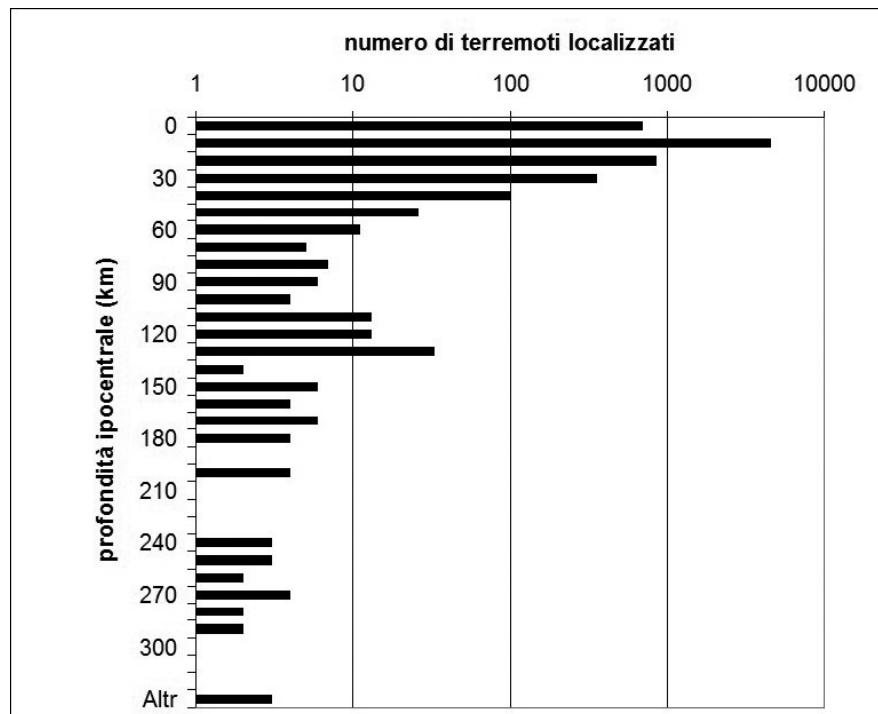


Figura 3 Distribuzione delle profondità ipocentrali. Il 78% dei terremoti avviene nei primi 15 chilometri di crosta; andando a profondità maggiori il numero di terremoti rilevati decresce rapidamente. L'attività sismica che interessa lo *slab* al di sotto dell'Arco Calabro causa una crescita del numero totale di terremoti (al crescere della profondità) in una fascia che va da 110 a 140 km di profondità.

Figure 3 Hypocentral depth distribution. The 78% of the recorded earthquakes is located in the first 15 kilometers of the crust; the number of events diminishes rapidly with increasing depth. The deepening slab underneath the Calabrian Arc causes an increase of seismicity (with increasing depth) at depths between 110 and 140 km.

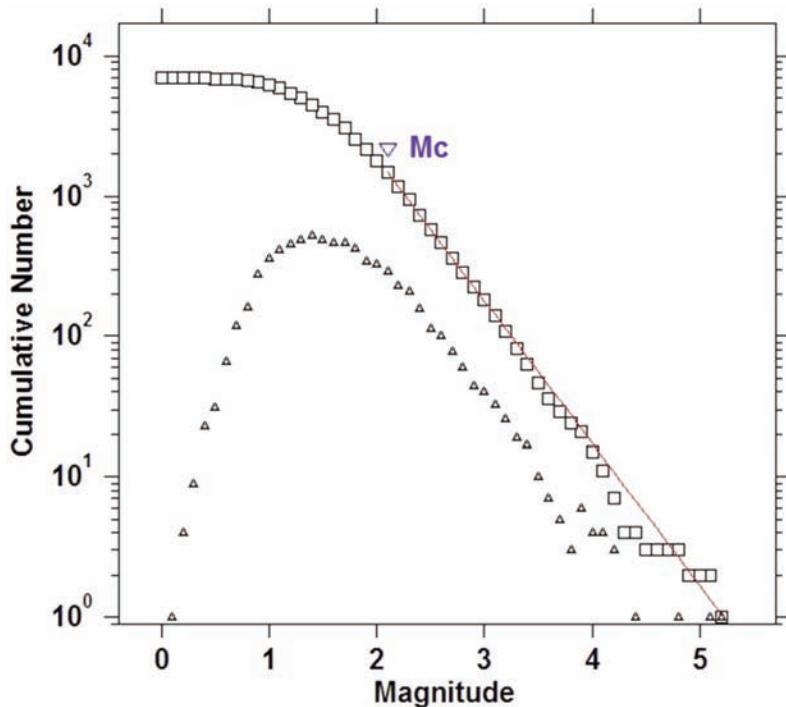


Figura 4 Gutenberg-Richter cumulata (quadrati) e non-cumulata (triangoli) calcolata sulla totalità degli eventi riportati nel Bollettino Sismico Italiano 2008. I valori di *a*, *b* e Magnitudo di Completezza *Mc* mostrati sono stati calcolati tramite il software ZMAP [Wiemer, 2001] (si veda tuttavia il paragrafo 4 sulla probabile presenza nel bollettino di eventi dovuti ad esplosioni in cava).

Figure 4 Cumulative (squares) and non-cumulative (triangles) Gutenberg-Richter distribution computed using all the located events of the Italian Seismic Bulletin 2008. *a* and *b* values and minimum magnitude of completeness *Mc* were computed with the software ZMAP [Wiemer, 2001] (see paragraph 4 on the presence of quarry blasts in the bulletin).

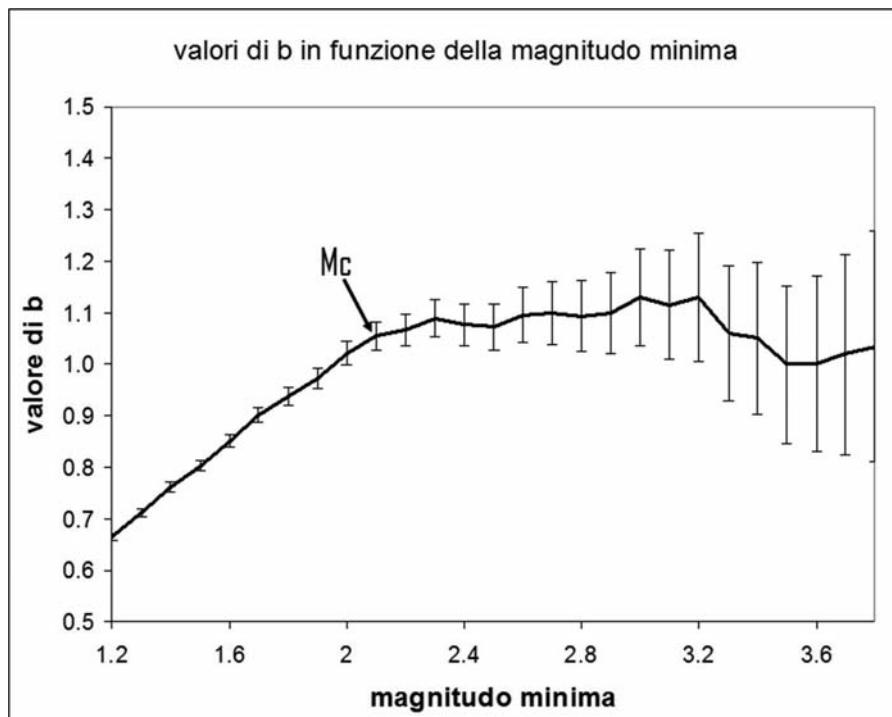


Figura 5 Valori di b dal Bollettino Sismico Italiano 2008 per magnitudo minime variabili calcolati col metodo di Tinti e Mulargia (1987). Anche in questa elaborazione la magnitudo minima di completezza Mc risulta uguale a 2.1.

Figure 5 b values from the Italian Seismic Bulletin 2008 as a function of the minimum magnitude used, computed with the method of Tinti and Mulargia (1987). Also this elaboration suggests a minimum magnitude of completeness Mc equal to 2.1.

con almeno 2 valori di M_L comparabili. È necessario ricordare fin da ora che alcune centinaia di eventi per anno, che a tutt'oggi appaiono nel BSI, si sono rivelati ad una più attenta analisi scoppi in cava (si veda a tal proposito il paragrafo 4). Il terremoto avvenuto alla massima profondità ipocentrale è stato localizzato a 338 km al di sotto della piana del Sele, con magnitudo locale di 2.8. Gli eventi più superficiali ($\sim 0.2 - 0.4$ km) sono stati localizzati nella zona delle Murge (tuttavia è probabile che si tratti di scoppi). Il numero di eventi localizzati con profondità fissata dall'analista è pari a 1475 ($\sim 21\%$ del totale). Il totale delle fasi sismiche degli eventi localizzati è 88473; esse sono così distribuite: 53167 fasi P ($\sim 60\%$) e 35306 fasi S ($\sim 40\%$). Nel BSI sono presenti anche fasi non associate ad eventi localizzati, generate da terremoti regionali, telesismi oppure da eventi locali ma con un numero di fasi insufficiente per la localizzazione. Le fasi di eventi non localizzati sono nel 2008 un totale di 26450, così distribuite: 2417 Pg, Sg ($\sim 9\%$), 11268 Pn, Sn ($\sim 43\%$) e 12765 fasi telesismiche (P, PKP) ($\sim 48\%$).

La Figura 4 mostra le distribuzioni cumulata e non-cumulata del numero di terremoti in funzione della magnitudo, ottenuta utilizzando il software ZMAP [Wiemer, 2001]. La magnitudo minima di completezza Mc per l'anno 2008, calcolata con il metodo della massima verosimiglianza, è 2.1.

Risultano anche $b = 1.02 \pm 0.03$ e $a = 5.3$. Abbiamo calcolato il b per varie magnitudo minime col metodo di Tinti e Mulargia [Tinti and Mulargia, 1987] (Figura 5). Anche questa analisi conferma che il valore di b rimane stabile (tra 1 e 1.1) fino alla magnitudo 2.1 e cala sensibilmente se vengono inclusi nell'analisi eventi di magnitudo inferiore.

3. Principali sequenze sismiche nel 2008

La Figura 6 mostra il numero cumulato di terremoti registrati e localizzati dalla RSNI nel corso del 2008: si evidenziano tre principali variazioni del tasso di sismicità associate alle tre sequenze sismiche che hanno generato il maggior numero di terremoti. Abbiamo applicato un algoritmo di clustering [Reasenberg, 1985] ai terremoti del BSI 2008; tra i numerosi gruppi di eventi che risultano dall'analisi, abbiamo selezionato quelli con almeno 10 eventi e almeno un terremoto di magnitudo 2.5; a questi cluster abbiamo aggiunto anche i raggruppamenti con almeno 20 terremoti ed infine i raggruppamenti con un numero qualunque di terremoti e almeno un evento di magnitudo 4 o superiore. Vengono così individuate nel 2008 due coppie di terremoti, elencati in Tabella 2, che ricadono al di fuori della RSNI, e i 35 cluster elencati in Tabella 3.

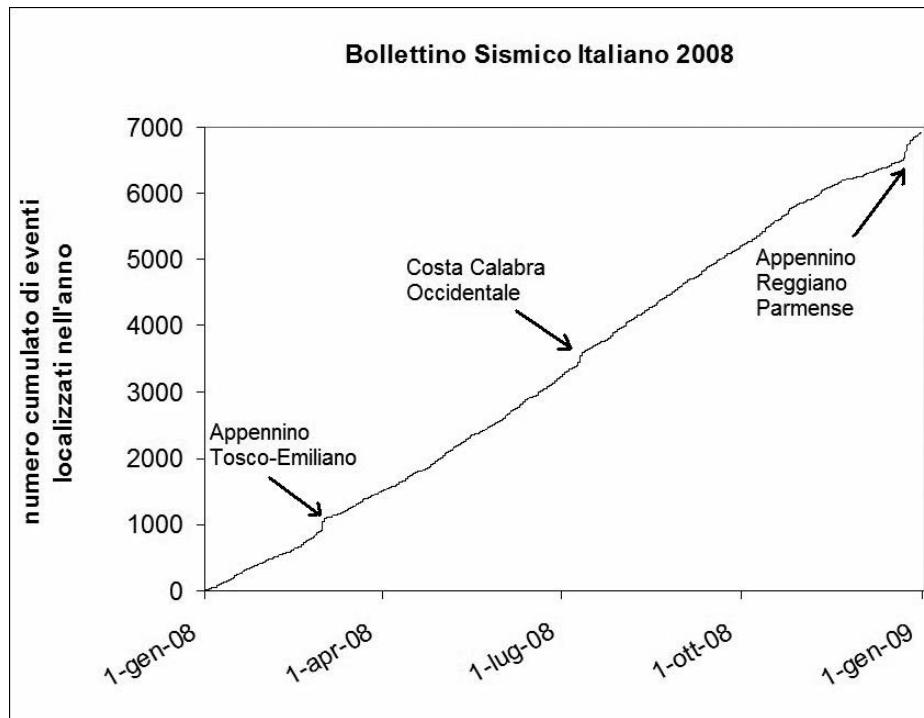


Figura 6 Numero cumulato di eventi localizzati nell'anno 2008. Sono evidenti le sequenze sismiche che hanno generato il maggior numero di terremoti, avvenute a marzo nell'Appennino tosco-emiliano, a luglio nella Calabria nord-occidentale (Sant'Eufemia Vetere) e a metà dicembre tra le provincie di Parma e Reggio nell'Emilia.

Figure 6 Cumulative number of events located during 2008. It is possible to recognize the presence of three main seismic sequences with the maximum number of earthquakes in few days, that struck the Toscana-Emilia Apennine in March, the north-western Calabria (Sant'Eufemia Vetere) in July and the Parma-Reggio area in December.

L'arco Alpino occidentale è stato interessato nel 2008 da due sequenze sismiche. La prima è avvenuta a luglio sulla riviera di ponente, in provincia di Savona (Figura 7, epicentri in ocra): in poco più di sette ore si sono verificati 10 terremoti con magnitudo massima 3.2 e profondità media di 9.3 km. La seconda sequenza è avvenuta a dicembre in provincia di Cuneo nelle Alpi Cozie, al confine con la Francia (Figura 7, epicentri in rosso), con 10 eventi in 7 giorni, con magnitudo massima 2.6 e profondità media di 10.9 km.

L'Appennino Tosco-Emiliano è stato interessato da ben cinque sequenze sismiche nel corso del 2008, l'ultima delle quali, iniziata il 23 dicembre, è proseguita nel 2009. A fine

febbraio 2008 inizia una sequenza nel modenese, tra Zocca e Pavullo nel Frignano (Figura 8, epicentri in ocra), che conta settanta scosse in 31 giorni, con magnitudo massima 2.6 e profondità media di 13.6 km. Quasi contemporanea e di simile durata è la sequenza che inizia il primo marzo 2008 nell'Appennino tosco-emiliano, al confine tra le provincie di Firenze, Prato e Bologna (Figura 8, epicentri in verde); essa genera oltre 150 scosse in sole 36 ore. L'attività è poi drasticamente diminuita con un'altra ventina di scosse nei trenta giorni successivi. La profondità media degli ipocentri è 8.5 chilometri. Il mainshock di magnitudo M_L 4.4 (Mw 4.7, Mednet Quick Regional Centroid Moment Tensor – QRCMT nel

Area geografica	Data	Ora	Latitudine N	Longitudine E	Profondità (km)	Magnitudo
Canale di Sicilia	2008-07-02	9:17	36.152	12.665	10 (fissata)	4
	2008-07-03	1:32	36.104	12.589	10 (fissata)	2.7
Mar Ionio	2008-11-20	14:09	39.169	17.373	26.9	4
	2008-11-20	15:56	39.162	17.425	22.7	2.7

Tabella 2 Coppie di eventi fuori rete rilevati dalla RSNI nell'anno 2008 con almeno un terremoto di magnitudo 4 o superiore. I due terremoti avvenuti il 20 novembre nel mar Ionio sono da mettere in relazione con la sequenza sismica registrata nel settembre 2008, localizzata al largo della costa calabria orientale.

Table 2 Couples of events localized during 2008, with at least one earthquake with magnitude equal or greater than 4. The two events localized in the Ionian sea followed a seismic sequence happened, on September, offshore eastern Calabria.

seguito; Mw 4.5 *Time Domain Moment Tensor* –TDMT nel seguito), avvenuto alle 7:43 UTC, è stato seguito nella stessa giornata da due terremoti di M_L 4.1 alle 8:43 UTC (Mw 4.1 TDMT) e alle 10:43 UTC (Mw 3.9 TDMT). Nei mesi successivi è proseguita nell'area una sismicità sporadica (altre 38 scosse), che si è esaurita completamente dopo la prima metà di ottobre 2008. Il 21 marzo inizia una terza sequenza nell'area, in provincia di Forlì ma molto vicina al confine con la provincia di Firenze (Figura 8, epicentri in rosso), che si esaurisce in 5 giorni, con magnitudo massima 2.7 e profondità media di 8.9 km. Il 10 novembre inizia una sequenza che produce 22 scosse in 6 giorni nell'Appennino bolognese (Figura 8, epicentri in viola), con magnitudo massima 2 e profondità media di 11.5 km.

Il 23 dicembre 2008 è iniziata una sequenza di eventi nella zona appenninica Reggiana-Parmense, in un'area che comprende i comuni di Neviano degli Arduini, Canossa, Vetto, Casina, Vezzano sul Crostoso e Lesignano de' Bagni. Gli ipocentri hanno interessato un fronte di oltre trenta chilometri (Figura 8, epicentri in blu). L'evento più forte della

sequenza è stato registrato il 23 dicembre alle 15:24 UTC, di magnitudo M_L 5.2 (Mw 5.4, Mednet QRCMT) ad una profondità di circa 23 km. È stato seguito lo stesso giorno da due eventi di magnitudo M_L 4.8 (Mw 4.9) alle 21:58 UTC e M_L 4 alle 23:37 UTC. La sequenza ha generato oltre 300 scosse in due settimane, dando inizio a una sismicità che è proseguita nel 2009 con un altro centinaio di scosse e si è esaurita completamente solo nell'ottobre 2009. Gli effetti macroscismici sono stati studiati in dettaglio dal gruppo Quest [Ercolani et al., 2009].

La Figura 9 mostra (in viola) gli epicentri della sequenza sismica avvenuta all'estremità meridionale della provincia di Pesaro e Urbino il primo di giugno 2008, con 15 scosse in 24 ore; la magnitudo massima rilevata è M_L 3.4; gli ipocentri hanno profondità media di 38 km. Le altre due sequenze sono avvenute nei pressi di Massa Martana in agosto (in giallo) e in ottobre (in verde). I baricentri di queste due sequenze, per altro di piccola magnitudo, distano tra loro meno di 5 chilometri. Le magnitudo massime sono 2.4 in agosto e 2.7 in ottobre; le profondità medie sono rispettivamente 7.8 km e 8.3 km.

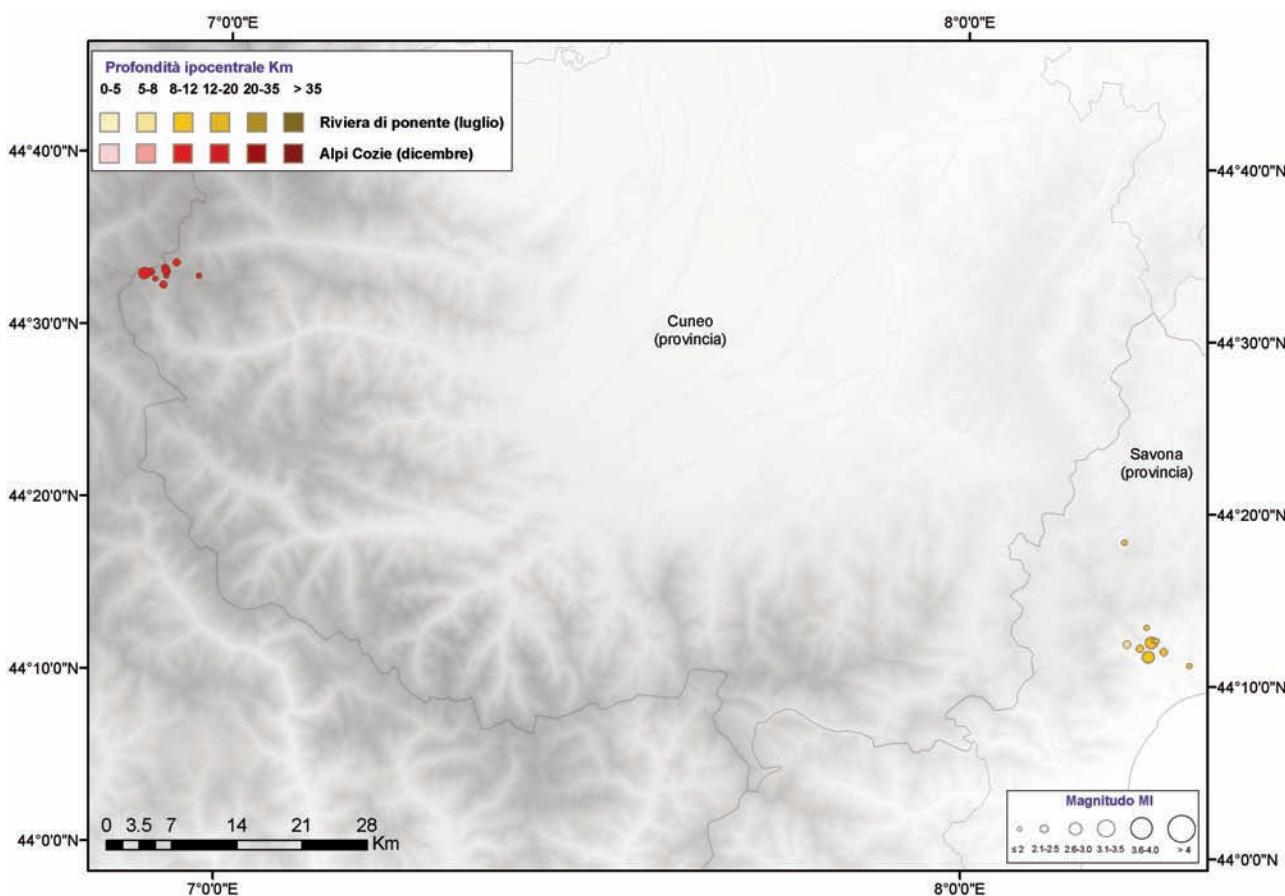


Figura 7 L'arco Alpino occidentale è stato interessato nel 2008 da due sequenze sismiche. La prima è avvenuta a luglio sulla riviera di ponente, in provincia di Savona, con magnitudo massima 2.8. La seconda è avvenuta a dicembre in provincia di Cuneo, nelle Alpi Cozie, al confine con la Francia, con magnitudo massima 3.6.

Figure 7 Two seismic sequences occurred in the western Alpine Arc during 2008. The first one struck the province of Savona in July, with maximum magnitude 2.8; the second one occurred in December, in the province of Cuneo, in the Cozie Alps at the French border, with maximum magnitude 2.6.

N.S.	Località	Primo evento	Durata (giorni)	Numero eventi	Evento equivalente				Evento di magnitudo massima		Secondo in magnitudo	
		Tempo or.			Lat. N	Lon. E	Prof.	M	Tempo or.	M	Tempo or.	M
1	Etna W-SW (Gennaio)	080107 1745	4.38	20	37.697	14.949	14.5	3.52	080112 0151	3.1	080107 1745	2.9
2	Umbria-Marche (1)	080112 1734	39.19	21	42.862	12.948	8.2	2.64	080213 0915	2.1	080112 1734	1.9
3	Ascoli Piceno	080120 1548	7.92	19	42.839	13.632	23.7	3.37	080122 1130	3.1	080123 1104	2.8
4	Modenese	080226 2119	31.88	70	44.327	10.928	13.6	3.56	080313 0047	2.6	080317 1247	2.5
5	Appennino tosco- emiliano-Mugello	080301 0513	32.36	173	44.087	11.239	8.5	4.75	080301 0743	4.4	080301 0843	4.1
6	Lago di Varano (Gargano)	080318 1219	1.53	10	41.894	15.797	25.7	4.11	080319 1438	4.1	080319 1702	2.6
7	Umbria-Marche (2)	080318 0847	77.38	99	42.867	12.996	10.4	3.2	080318 1646	2.3	080512 0732	2.3
8	Appennino forlivese	080321 1825	5.05	37	44.062	11.763	8.9	3.3	080325 0551	2.7	080325 1607	2.5
9	La Sila	080408 1720	81.45	110	39.155	16.533	11.7	4.24	080408 1720	4.0	080413 1010	3.7
10	Ciampino (RM)	080412 0544	2.83	13	41.797	12.597	10.6	3.72	080412 0544	3.7	080412 0558	2.2
11	Etna N (Maggio)	080513 0918	0.51	14	37.778	15.039	1.5	4.22	080513 1213	3.7	080513 1007	3.6
12	Umbria-Marche (3)	080530 2052	58.24	45	42.988	12.992	10.0	2.98	080728 0236	2.5	080713 0234	2.0
13	Pesaro e Urbino	080601 1218	0.99	15	43.478	12.704	38.3	3.48	080601 1230	3.4	080601 1312	2.5
14	S. Giov. Rotondo (Gargano)	080611 1642	6.71	13	41.700	15.740	4.3	3.18	080618 0939	2.9	080618 0947	2.7
15	RI-AQ (1)	080626 1624	32.79	28	42.534	13.251	9.8	3.38	080709 0947	3.1	080729 0311	2.9
16	Riviera di Ponente	080706 0307	0.30	10	44.215	8.253	9.3	3.2	080706 0808	2.8	080706 0926	2.8
17	S.Eufemia Vetere	080709 1513	4.26	121	38.952	16.253	10.3	4.06	080710 1250	3.5	080709 1743	3.2
18	Madonie	080725 2342	3.69	14	37.832	14.229	5.3	3.38	080729 0912	2.9	080727 2216	2.8
19	Val di Sangro	080801 2046	13.13	21	41.805	14.172	16.5	2.83	080802 0216	2.2	080802 0050	2.1
20	Le Mainarde	080807 2258	13.44	21	41.625	14.154	11.1	2.75	080821 0755	2.1	080810 0535	2.0
21	Massa Martana (Agosto)	080825 2319	12.06	24	42.788	12.562	7.8	2.89	080826 2030	2.4	080826 1236	2.1
22	Umbria-Marche (4)	080829 1250	82.28	55	42.866	12.914	10.2	2.88	081029 0006	2.0	080909 0209	1.8
23	Costa Calabria Orientale	080910 1130	16.87	10	39.165	17.247	14.6	3.85	080927 0828	3.6	080910 1130	3.1
24	Civitanova del Sannio	080921 0601	24.79	31	41.667	14.388	11.0	3.0	080922 0955	2.5	081016 0102	2.2
25	RI-AQ (2)	081001 2247	87.21	48	42.581	13.282	11.2	3.4	081001 2247	3.1	081025 0605	2.8
26	Ortona dei Marsi	081010 0937	4.68	10	41.998	13.717	13.0	2.94	081011 1142	2.6	081013 1028	2.4
27	Massa Martana (Ottobre)	081010 0105	4.20	20	42.746	12.556	8.3	3.01	081011 1855	2.7	081012 0658	2.6
28	Le Serre	081024 0930	1.20	17	38.599	16.425	36.0	3.66	081024 1847	3.4	081024 1655	3.2
29	Golfo di Patti	081027 1055	29.45	18	38.137	15.150	7.9	3.93	081027 1055	3.9	081111 1331	2.4
30	Appennino bolognese	081110 0137	5.49	22	44.234	11.044	11.5	2.7	081110 0137	2.0	081110 0157	2.0
31	Appennino Lucano	081117 0013	19.52	18	40.535	15.847	14.0	3.34	081117 0013	2.9	081118 2005	2.9
32	Nebrodi	081118 2105	0.07	10	37.911	14.720	36.7	3.62	081118 2107	3.5	081118 2118	2.7

N.S.	Località	Primo evento	Durata (giorni)	Numero eventi	Evento equivalente				Evento di magnitudo massima	Secondo in magnitudo		
		Tempo or.			Lat. N	Lon. E	Prof.	M		Tempo or.	M	
33	Alpi Cozie	081206 2350	7.11	10	44.550	6.916	10.9	3.11	081214 0223	2.6	081207 2236	2.5
34	Etna S (Dicembre)	081216 0148	0.33	22	37.672	14.971	4.8	3.86	081216 0230	3.6	081216 0829	2.9
35	Reggiano Parmense	081223 1518	8.04	280	44.553	10.363	26.2	5.35	081223 1524	5.2	081223 2158	4.8

Tabella 3 Lista dei *cluster* di eventi individuati nel BSI 2008 con l'algoritmo di Reasenberg. La tabella riporta, nell'ordine, il numero di *cluster*, il nome dell'area interessata dalla sequenza, il tempo origine del primo evento della sequenza, la durata della sequenza in giorni e decimi di giorno, il numero di eventi associati con magnitudo $M_L \geq 1$, i parametri di un terremoto equivalente che riassume le caratteristiche mediate della sequenza secondo la definizione di Reasenber [1985], il tempo origine e la magnitudo dei due eventi maggiori nella sequenza. La magnitudo dell'evento equivalente è ottenuta sommando il rilascio di momento sismico totale della sequenza. Abbiamo selezionato i cluster con almeno 10 eventi e almeno un terremoto di magnitudo 2.5 o superiore, i *cluster* con almeno 20 eventi di qualunque magnitudo, e i *cluster* con almeno due eventi e almeno un terremoto di magnitudo 4 o superiore.

Table 3 List of the clusters found in BSI 2008 with the Reasenberg algorithm. The table reports the identification number of the cluster, the toponym of the area struck by the sequence, the origin time of the first event, the duration of the sequence in days, the number of events in the cluster with magnitude $M_L \geq 1$, the parameters of an equivalent earthquake (following the definition by Reasenber [1985]), the origin time and magnitude of the two major earthquakes in the sequence. The magnitude of the equivalent earthquake is obtained computing the total moment release of the sequence. We selected the clusters with at least 10 earthquakes and at least an event of magnitude 2.5 or greater, the clusters with at least 20 events of any magnitude, and the clusters with at least two events and at least one earthquake of magnitude 4 or greater.

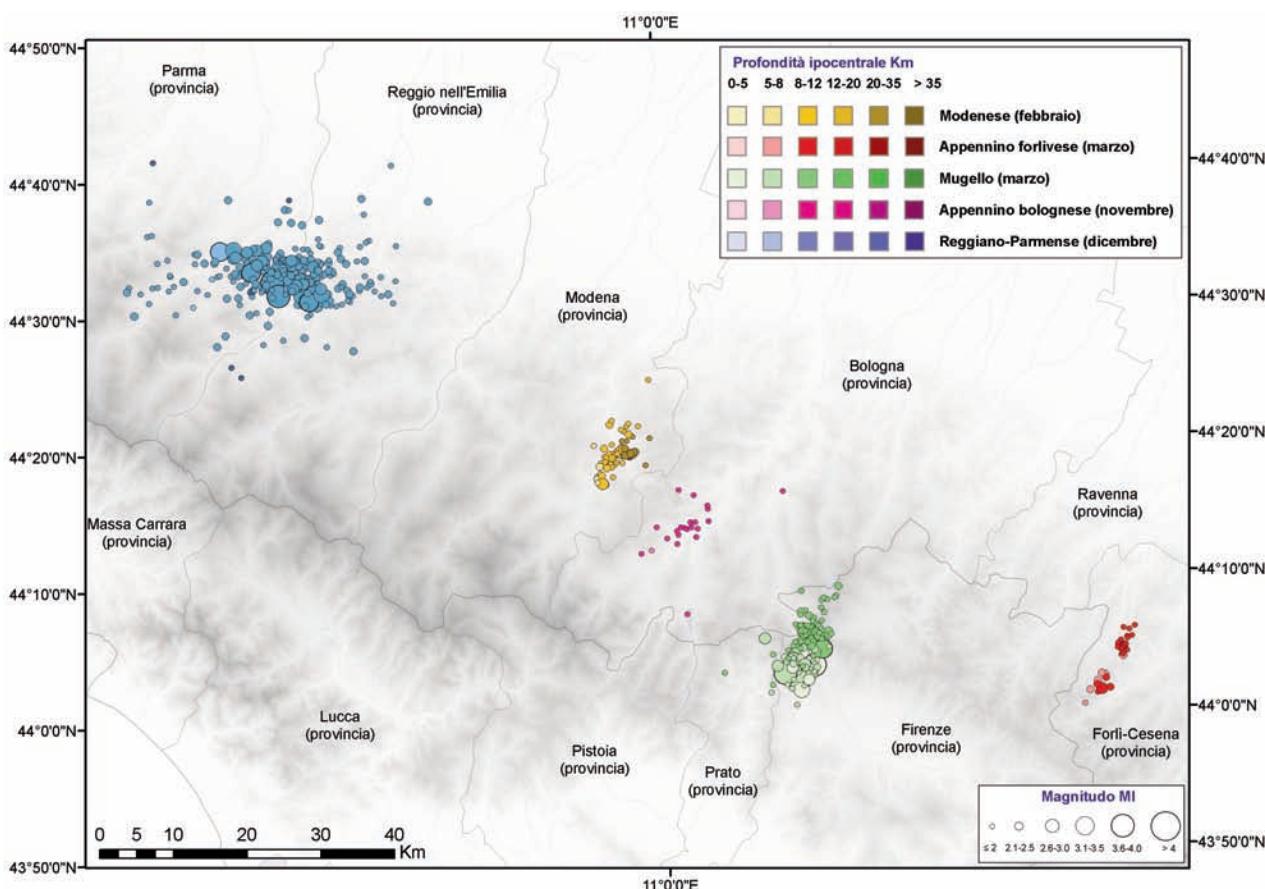


Figura 8 L'Appennino Tosco-Emiliano è stato colpito nel corso del 2008 da cinque sequenze sismiche. La sequenza iniziata il primo marzo 2008 al confine tra le provincie di Firenze, Prato e Bologna (epicentri in verde) ha generato nella stessa mattinata tre terremoti di magnitudo M_L 4.4, 4.1 e 4.1, rispettivamente alle 7:43, 8:43 e 10:43 UTC. La sequenza sismica iniziata il 23 dicembre 2008 nell'Appennino Reggiano-Parmense (epicentri in celeste-blu) e proseguita nel corso del 2009, ha generato il terremoto italiano più energetico del 2008 con ML 5.2 (Mw 5.4, Mednet Quick Regional Centroid Moment Tensor).

Figure 8 Five seismic sequences struck the Toscana-Emilia Apennine during 2008. A seismic sequence started on March 1st 2008, at the border between the provinces of Firenze, Prato and Bologna (green epicenters). During one morning, 3 earthquakes occurred at 7:43, 8:43 and 10:43 UTC, of magnitude M_L 4.4, 4.1 and 4.1 respectively. A second seismic sequence started on December 23rd in the Parma-Reggio Apennines (blue epicenters), generating the largest Italian earthquake of 2008, with ML 5.2 (Mw 5.4, Mednet Quick Regional Centroid Moment Tensor).

L'Appennino Umbro-Marchigiano si conferma anche nel 2008 una delle aree a più frequente attività sismica dell'intera penisola italiana, se pur a bassa magnitudo. L'algoritmo per il riconoscimento dei cluster, se tarato ammettendo errori ipocentrali di 10 chilometri, fornisce ai confini tra Umbria, Marche, reatino e aquilano un unico cluster di eventi di oltre 1500 terremoti che copre l'intero anno 2008. Anche con parametri più restrittivi è comunque difficile definire con chiarezza delle sequenze sismiche nell'area, proprio a causa dell'alta sismicità di fondo. A tal proposito la Figura 10 mostra quattro *cluster* ai confini tra le provincie di Perugia, Macerata, Ascoli Piceno e Rieti. Non è possibile distinguere spazialmente i diversi cluster che si differenziano tra loro solo perché avvenuti in diversi periodi dell'anno.

Il 20 gennaio inizia una sequenza di 19 eventi, vicina ad Ascoli Piceno che dura 8 giorni e genera un terremoto di magnitudo M_L 3.1 (Figura 11: epicentri in viola). La profondità media degli ipocentri è 23.7 chilometri. Nel periodo giugno-luglio e ottobre si verificano due sequenze sismiche nell'area compresa tra Accumoli, Amatrice e Borbona (RI) e

Montereale, Capitignano e Barete (AQ), a ovest del lago di Campotosto (Figura 11: epicentri in blu e rosso). Le sequenze hanno entrambe magnitudo massima M_L 3.1, con profondità medie rispettivamente di 9.8 e 11.2 chilometri.

Il 12 Aprile inizia a Ciampino (RM), alle pendici dei Colli Albani, una sequenza di 13 terremoti in tre giorni, il maggiore dei quali ha magnitudo M_L 3.7; la profondità media è di 10.6 chilometri (Figura 12, epicentri blu). Il 10 ottobre inizia una sequenza nei pressi di Ortona dei Marsi che genera dieci scosse in cinque giorni, con magnitudo massima di 2.6 e profondità media di 13 chilometri (Figura 12, epicentri rossi).

Nel periodo agosto-settembre 2008 si sono verificate tre sequenze sismiche in provincia di Isernia ad una distanza di circa 20 chilometri l'una dall'altra. La prima, avvenuta in val di Sangro, al confine con la provincia dell'Aquila, è iniziata l'1 agosto, ha generato 21 terremoti in 14 giorni, con magnitudo massima 2.2 e profondità media di 16.5 chilometri (Figura 13, epicentri in giallo). La seconda è iniziata l'8 agosto, subito a est dell'estremità meridionale delle Mainarde (Figura 13, epicentri in viola); ha generato 21

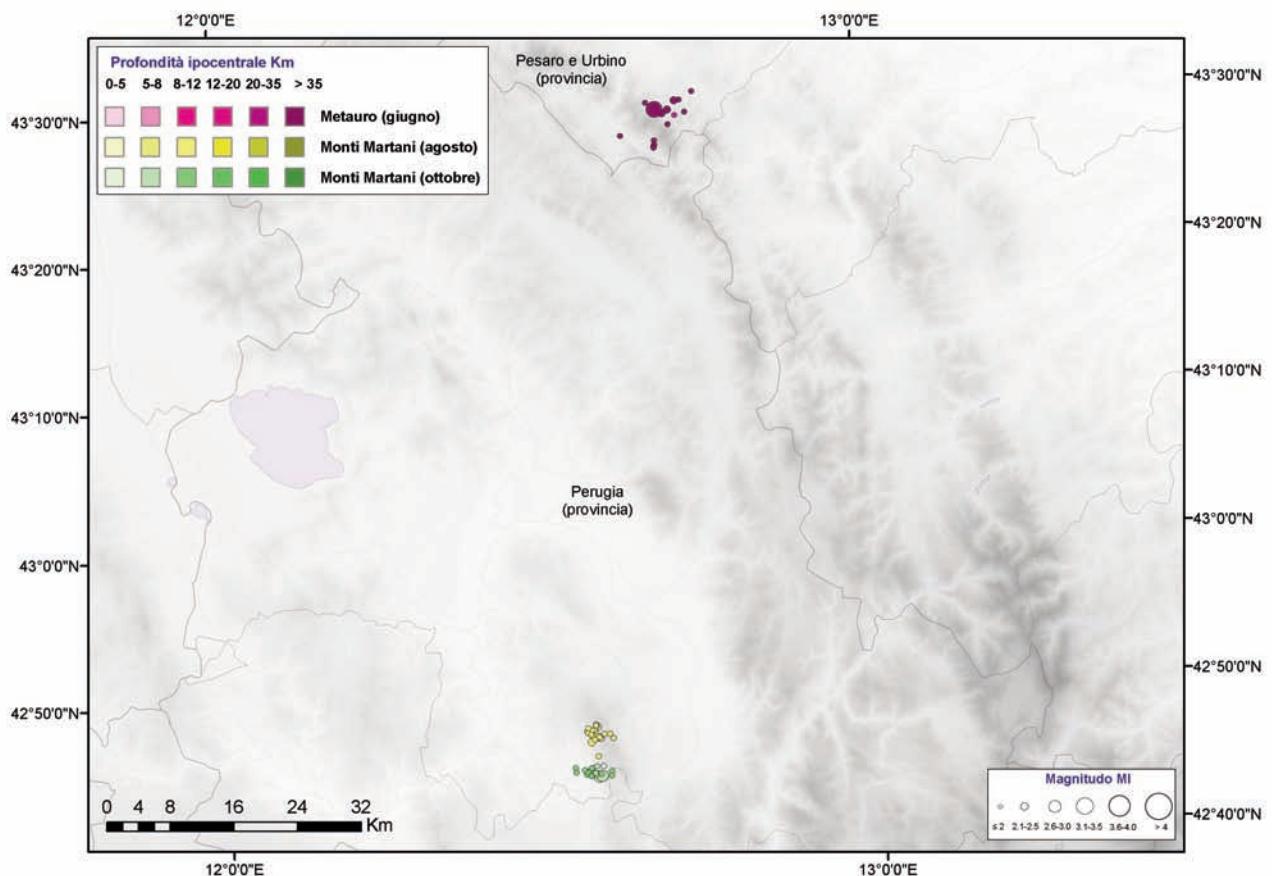


Figura 9 La mappa mostra (in viola) gli epicentri della sequenza sismica avvenuta all'estremità meridionale della provincia di Pesaro e Urbino il primo di giugno 2008, con 15 scosse in 24 ore, magnitudo massima M_L 3.4 e profondità media di 38 km. Le altre due sequenze, con terremoti di piccola magnitudo, sono avvenute nei pressi di Massa Martana in agosto (in giallo) e in ottobre (in verde). **Figure 9** Epicenters of a seismic sequence occurred on Jun 1st 2008 in the province of Pesaro and Urbino, near the border with the Perugia province (violet) with maximum magnitude M_L 3.4. Two other sequences of earthquakes at low magnitude are shown near Massa Martana (Perugia province), occurred in August (yellow) and October (green).

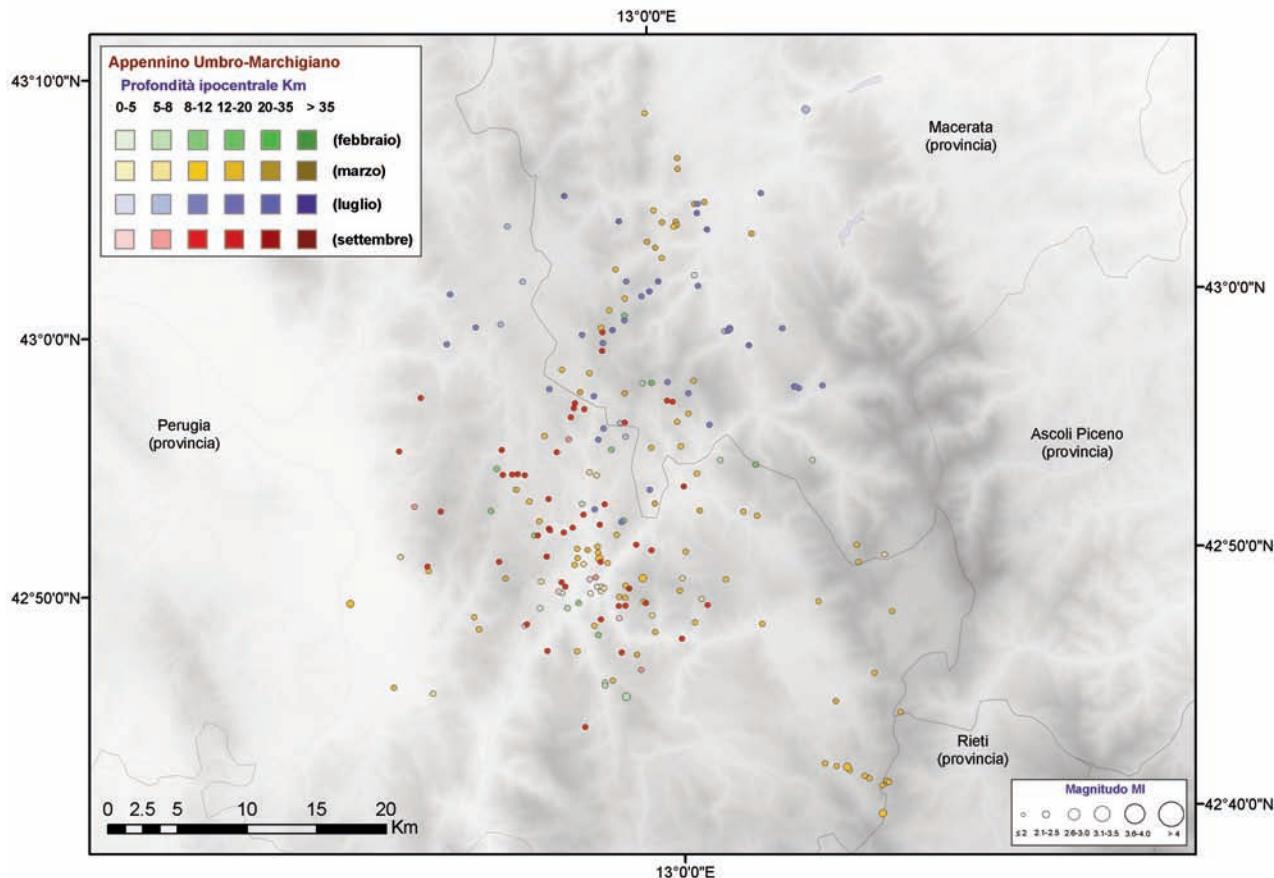


Figura 10 Clusterizzazione di eventi a piccola magnitudo dal Bollettino Sismico Italiano 2008, ai confini tra le provincie di Perugia, Macerata, Ascoli Piceno e Rieti.

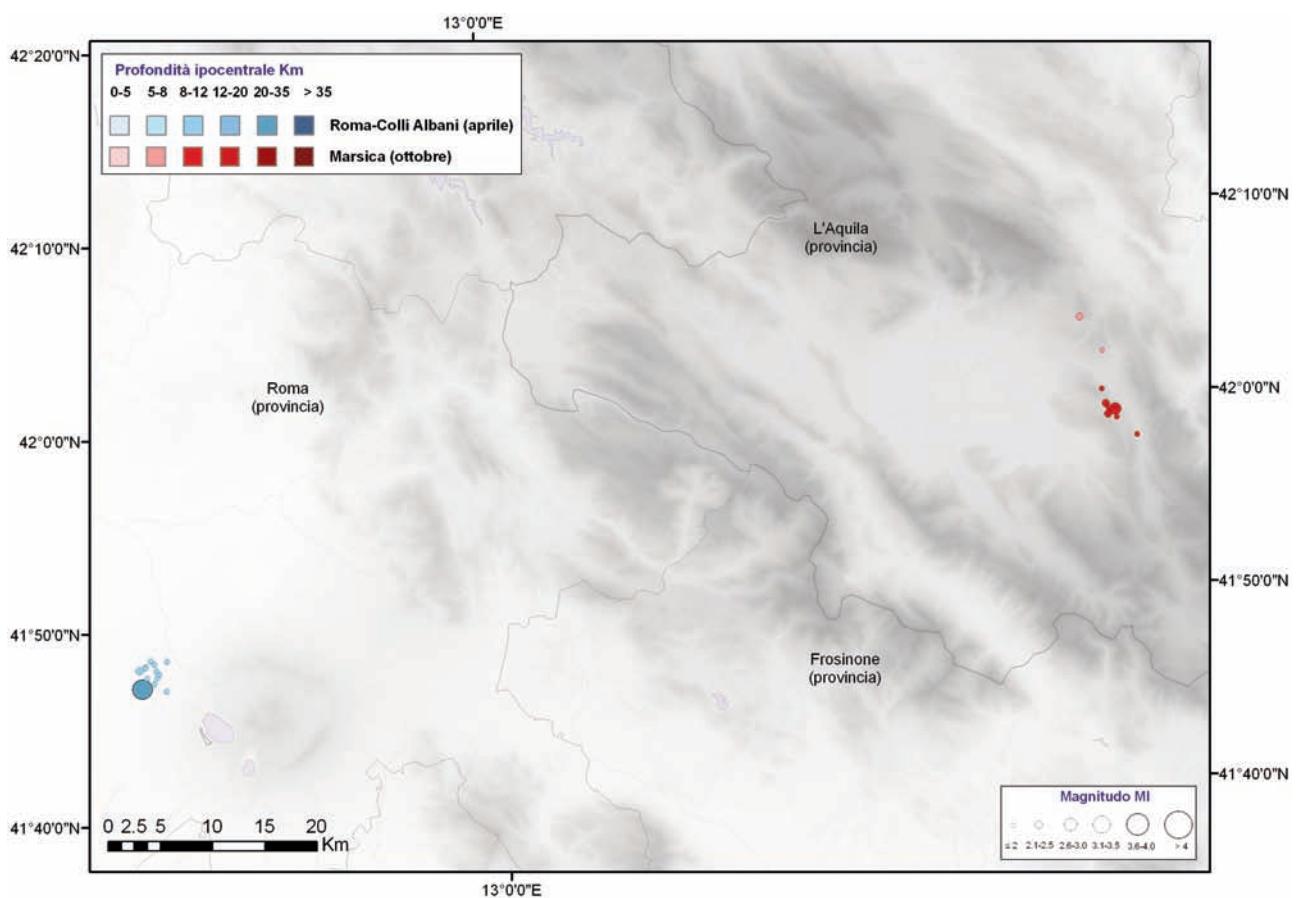
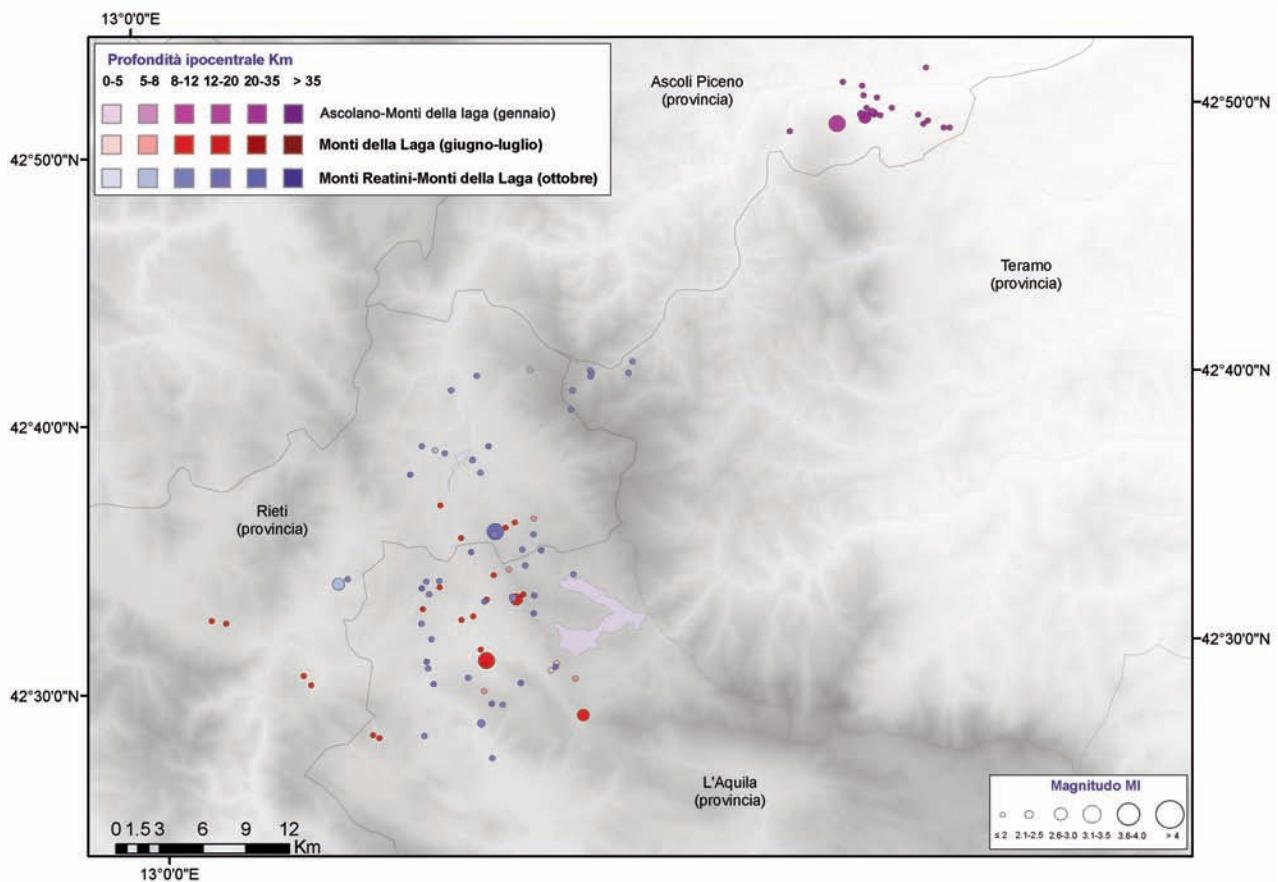
Figure 10 Clustering of low magnitude earthquakes extracted from the Italian Seismic Bulletin, at the border region between the provinces of Perugia (Umbria), Macerata and Ascoli Piceno (Marche) and Rieti (Latium).

terremoti in 14 giorni, con magnitudo massima 2.1 e profondità media di 11.1 chilometri. Infine a settembre si è verificata una sequenza di 31 terremoti in 25 giorni tra Chiauci e Civitanova del Sannio (Figura 13, epicentri in verde), con magnitudo massima 2.5 e profondità media di 11 chilometri.

Il Gargano è stato interessato nel corso del 2008 da due sequenze sismiche; la prima, iniziata il 18 marzo e durata solo due giorni, ha generato, nei pressi del lago di Varano, 10 scosse la maggiore delle quali di magnitudo M_L 4.1 (Mw 4.2, *Mednet QRCMT*), con profondità media di 25.7 chilometri (Figura 14, epicentri in rosso). La seconda sequenza è iniziata l'11 giugno nei pressi di San Giovanni Rotondo, ha generato 13 eventi in una settimana con magnitudo massima 2.9 e profondità media di 4.3 chilometri (Figura 14, epicentri in verde). La terza sequenza mostrata in Figura 14 (epicentri in blu) è iniziata il 17 novembre nell'Appennino Lucano, ha generato 18 scosse in 20 giorni con magnitudo massima 2.9 e profondità media di 14 chilometri.

La Figura 15 mostra le sequenze avvenute nel 2008 in Calabria. L'8 aprile inizia una importante sequenza sismica sulla Sila al confine tra le provincie di Cosenza e Catanzaro (Figura

15, epicentri in giallo); il primo terremoto è anche il terremoto di magnitudo massima M_L 4 (Mw 4.4, *Mednet QRCMT*). Si susseguono 110 scosse in 82 giorni ad una profondità media di 11.7 chilometri. Il 9 luglio 2008 inizia una sequenza sismica nei pressi di Sant'Eufemia Vetere (Figura 15, epicentri in azzurro), in provincia di Catanzaro, che ha generato oltre 120 scosse in meno di 48 ore e altre 4 scosse nelle due settimane successive. La profondità media dei terremoti è 10.3 chilometri. Il terremoto principale, di magnitudo M_L 3.5, è avvenuto il 10 luglio alle 12:50 UTC. Il 10 settembre inizia una sequenza a largo della costa calabrese che genera 10 eventi in 17 giorni. La distribuzione degli epicentri (in rosso in Figura 15) è piuttosto dispersa, probabilmente a causa delle difficoltà incontrate nel localizzare eventi in mare; occorre anche tenere in considerazione il fatto che probabilmente sono stati rilevati solo gli eventi di magnitudo maggiore per ovvi motivi dovuti alla distanza delle stazioni più vicine (la magnitudo media è 2.9). La magnitudo massima rilevata è M_L 3.6 e la profondità media 14.6 chilometri. La sequenza potrebbe essere messa in relazione con una coppia di eventi avvenuti il 20 novembre, il più grande dei quali di M_L 4 (Mw 4.4, *Mednet QRCMT*).



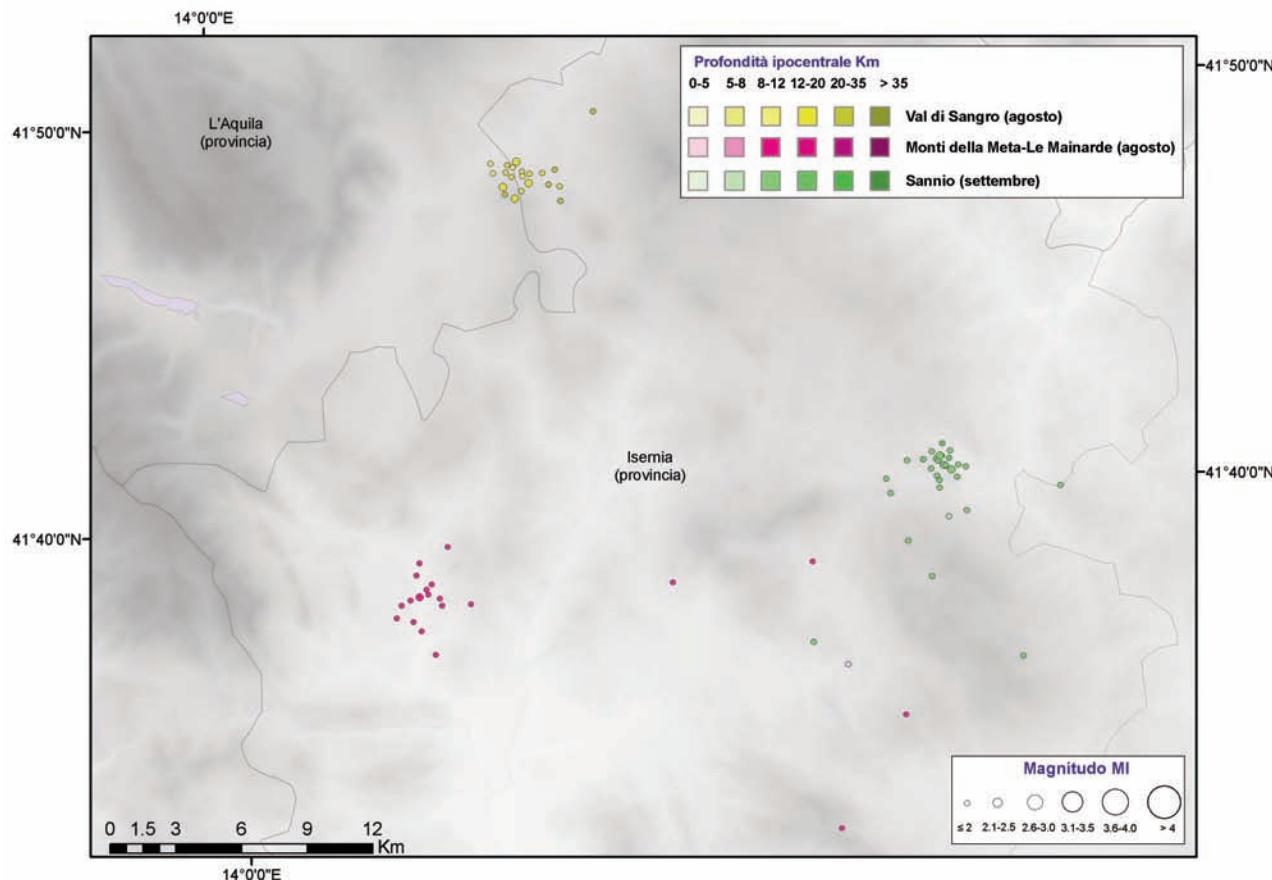


Figura 13 Mappa di tre sequenze sismiche avvenute in provincia di Isernia tra l'agosto e il settembre 2008.
Figure 13 Plot of three seismic sequences occurred in the province of Isernia from August to September 2008.

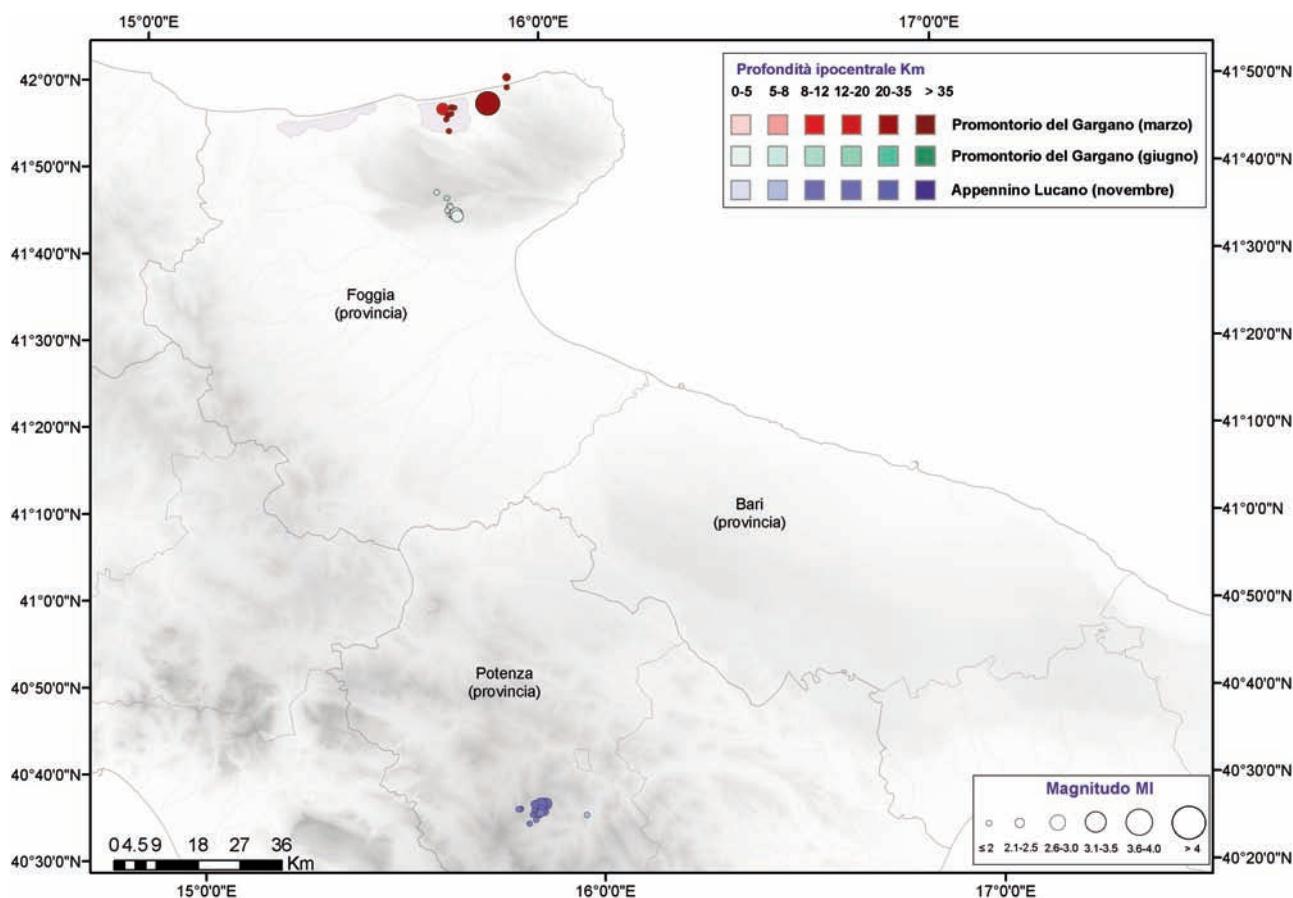


Figura 14 Mappa di tre sequenze sismiche avvenute durante il 2008 nel Gargano e nell'Appennino Lucano.
Figure 14 Plot of three seismic sequences occurred in the Gargano promontory and in the southern Apennines during 2008.

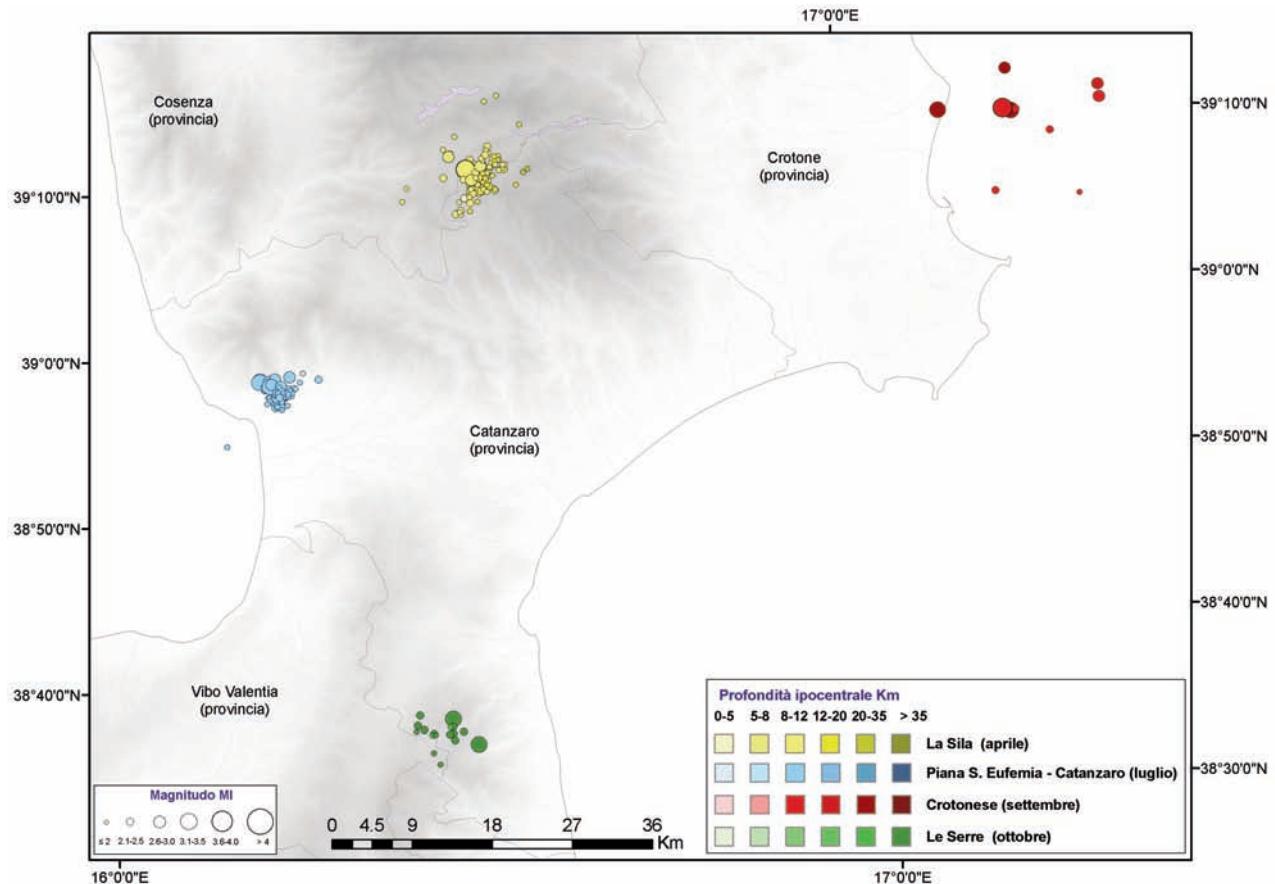


Figura 15 Mappa delle sequenze sismiche avvenute in Calabria nel 2008.
Figure 15 Map of the seismic sequences occurred in Calabria during 2008.

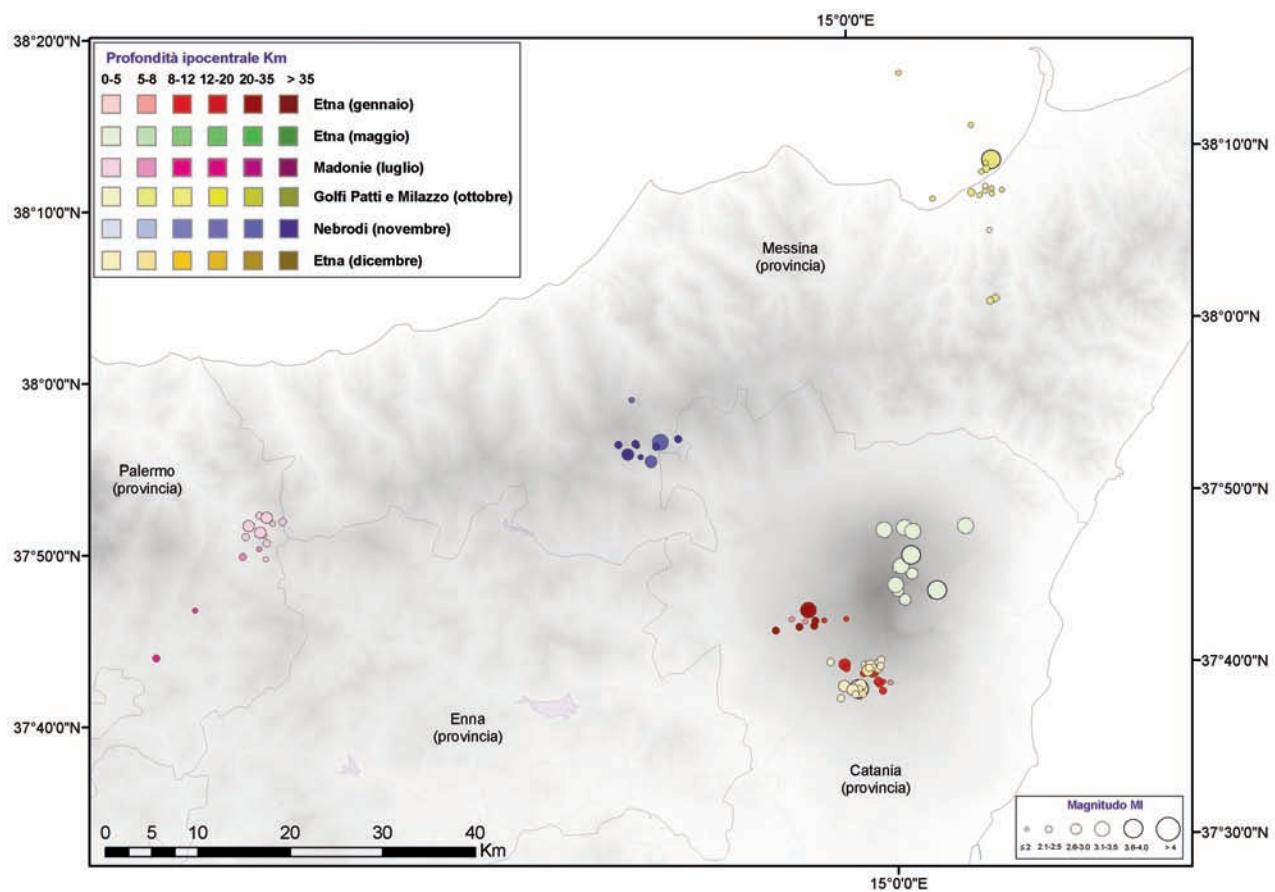


Figura 16 Sequenze sismiche in Sicilia nel corso del 2008.
Figure 16 Seismic sequences in Sicily during 2008.

Infine il 24 ottobre in poco più di un giorno si susseguono 17 eventi al confine tra la provincia di Catanzaro e la provincia di Vibo Valentia (Figura 15, epicentri in verde) con magnitudo massima M_L 3.4 e profondità media di 36 chilometri.

La Figura 16 mostra in mappa le sequenze sismiche avvenute il Sicilia nel 2008. Il 7 gennaio è iniziata sulle pendici del versante Ovest-Sudovest dell'Etna una sequenza sismica che ha generato 20 terremoti in 5 giorni, con magnitudo massima M_L 3.1 (Figura 16, epicentri in rosso). Il 13 maggio si è attivata sul versante nord dell'Etna una sequenza che ha generato 14 eventi in 12 ore, con magnitudo massima M_L 3.7 (Figura 16, epicentri in verde). Infine il 16 dicembre è iniziata una sequenza che ha generato 22 terremoti in 8 ore, con magnitudo massima M_L 3.6 (Figura 16, epicentri in ocra). La sequenza è stata studiata in dettaglio da un punto di vista macro-sismico [Azzaro et al., 2009].

Ancora la Figura 16 riporta in mappa la sequenza iniziata il 25 luglio all'estremità orientale delle Madonie, che ha generato 14 eventi in 4 giorni con magnitudo massima 2.9 e profondità media di 5.3 chilometri (epicentri viola), la sequenza iniziata il 27 ottobre nel golfo di Patti e di Milazzo che, nel corso di un mese, ha generato 18 eventi con magnitudo massima M_L 3.9 e profondità media di 7.9 chilometri (epicentri in giallo), e la sequenza sismica avvenuta il 18 novembre sui monti Nebrodi, che in meno di due

ore ha generato 10 eventi con magnitudo massima 3.5 ad una profondità media di 37 chilometri circa (epicentri in blu).

4. Esplosioni in cava

Il Bollettino Sismico Italiano contiene allo stato attuale un certo numero di eventi che sono probabilmente erroneamente interpretati come terremoti di natura tettonica; essi sono dovuti ad esplosioni in cava o miniera. Già Ursino et al. [2001] misero in evidenza la presenza, nell'altopiano degli Iblei, di una intensa attività mineraria di superficie; gli stessi autori notarono la difficoltà, in alcuni casi, di distinguere visivamente le registrazioni dovute a terremoti di origine tettonica dalle registrazioni di esplosioni e proposero un metodo di riconoscimento basato su reti neurali artificiali. Del Pezzo et al. [2003], Scarpetta et al. [2005] ed Esposito et al. [2006] hanno utilizzato con successo tecniche di analisi con reti neurali artificiali per classificare e discriminare diversi tipi di segnali di origine tettonica, vulcanica o vulcano-tettonica da segnali di altra natura (esplosioni in mare effettuate da pescatori di frodo, frane, esplosioni in cava, tuoni). Il problema della presenza di eventi di origine diversa è diventato sempre più rilevante nel Bollettino Sismico Italiano degli anni più recenti. La veloce crescita del numero di sensori installati dopo il 1999

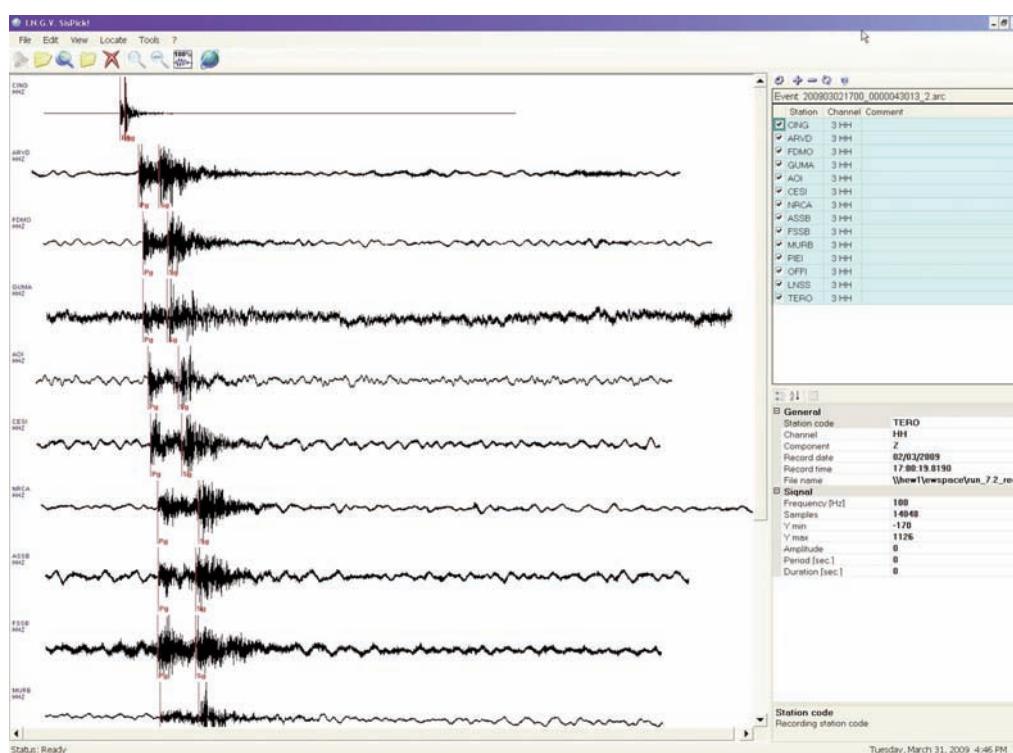


Figura 17 Registrazioni di uno scoppio effettuato in una cava presso Cingoli (MC), analizzate con *Sispick!2* [Bono, 2008]. Sono visibili chiaramente anche delle fasi secondarie, che possono essere causate dalla propagazione di onde superficiali o da conversione di onde P in P-SV.

Figure 17 Records of an explosion from a quarry near Cingoli (province of Macerata), analyzed through *Sispick!2* [Bono, 2008]. It is possible to recognize secondary phases, probably due to surface waves, or to conversion of P waves in P-SV.

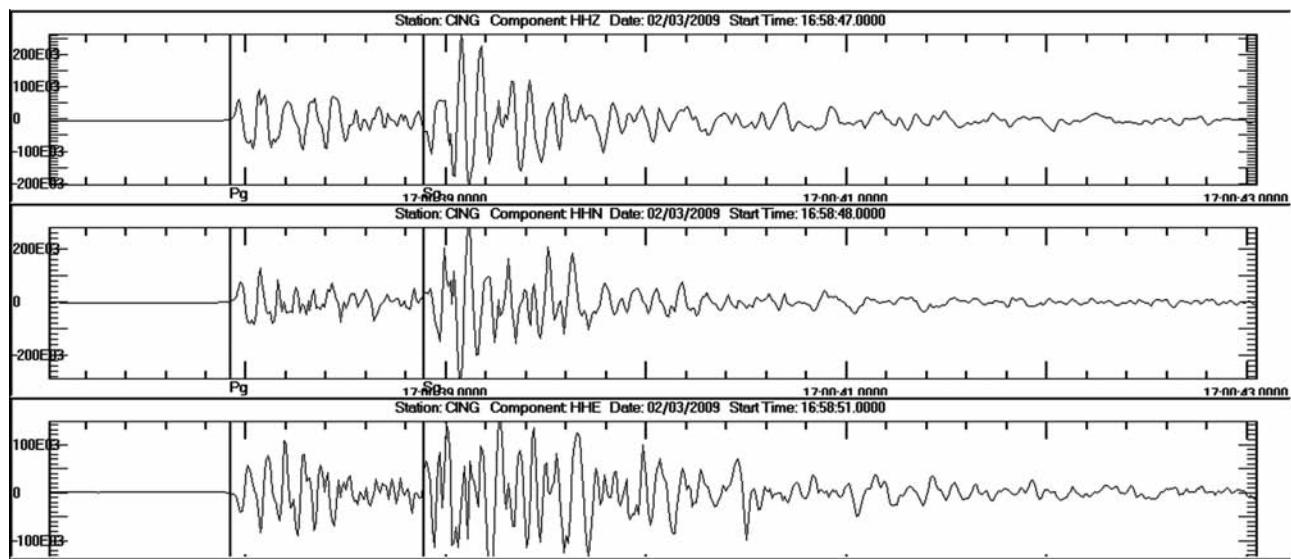


Figura 18 Registrazione di uno scoppio effettuato in una cava nei pressi di Cingoli (MC). La seconda fase, facilmente confondibile con una Sg , è dovuta a onde superficiali.

Figure 18 Explosion from a quarry near Cingoli (province of Macerata). The secondary phase is due to surface waves.

ha aumentato la capacità della RSNI di localizzare un gran numero di eventi di bassa energia, inclusi gli scatti effettuati per estrazioni minerarie.

I segnali sismici generati da uno scoppio in cava non sono facilmente distinguibili da un segnale di origine tettonica con la semplice osservazione della registrazione. La Figura 17 mostra le registrazioni dovute a una esplosione effettuata in una cava nei pressi di Cingoli (MC); l'evento è avvenuto esattamente alle 17:00 UTC. La Figura 18 mostra i dettagli dei segnali delle tre componenti della stazione di Cingoli (CING). La registrazione appare meno caotica rispetto ad un normale segnale sismico di origine tettonica. Il primo arrivo della componente verticale è caratterizzato da movimento compressivo, tipico dei segnali causati da esplosione. Sono presenti fasi secondarie; queste fasi potrebbero essere dovute a conversione di un'onda P in P-SV in corrispondenza della discontinuità di Conrad. Tuttavia è più probabile che l'origine delle fasi secondarie debba essere ricercata nella propagazione di onde superficiali [Kulhánek, 1990; Bormann, 2002]. La presenza delle fasi secondarie ha un effetto negativo: esse vengono in genere erroneamente interpretate come fasi Sg , ovvero come dovute a un fronte d'onda a cui viene assegnata, dai programmi di localizzazione, una velocità di propagazione maggiore rispetto alla velocità reale delle onde superficiali che le hanno effettivamente generate. Ciò

implica che gli algoritmi che determinano l'ipocentro forniscono una profondità dell'evento che raramente risulta inferiore ai 5 chilometri, anche se una valutazione corretta dovrebbe porre l'evento in superficie. Quindi la profondità delle determinazioni ipocentrali non è di per sé elemento

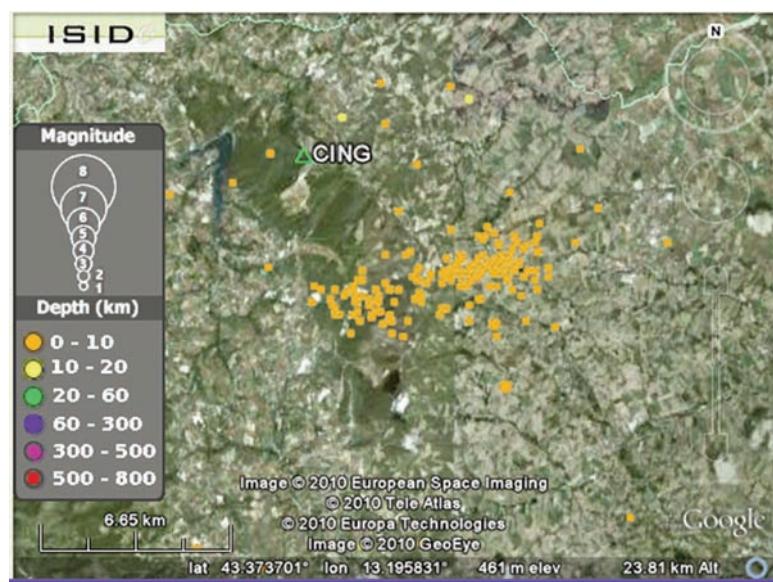


Figura 19 Probabili scatti in cava e terremoti registrati tra Cingoli e Treia, in provincia di Macerata, nel corso del 2008. Il colore dei simboli indica la profondità degli ipocentri. Il triangolo verde indica la posizione della stazione sismica di Cingoli (CING). Gli eventi raggruppati al centro della figura ricadono esattamente su un allineamento di cave.

Figure 19 Possible quarry blasts and earthquakes recorded between Cingoli and Treia, in the province of Macerata, during 2008. The color of the circles shows the depth of the hypocenters. The green triangle shows the position of a seismic station close to Cingoli (CING). The group of events at the center of the picture coincides with a series of quarries.

sufficiente a discriminare i terremoti tettonici dalle esplosioni in cava.

È noto che, definita una certa area, dividendo il numero di eventi localizzati nelle ore diurne per il numero di eventi registrati nell'area durante le ore notturne si ottiene un buon indicatore che assume valori anomali nelle zone in cui avvengono scoppi per attività estrattive, perché tali scoppi vengono generalmente effettuati di giorno. L'indicatore Rq è definito come [Wiemer and Baer, 2000]

$$Rq = (Nd / Nn) / (Ld / Ln)$$

dove Nd è il numero di eventi registrati in ore diurne, Nn è il numero di eventi registrati nelle ore notturne, e il termine Ld/Ln è un fattore di normalizzazione definito come il rapporto tra il numero delle ore diurne Ld e il numero delle ore notturne Ln . Il valore aspettato di Rq è 1 per eventi di natura tettonica che si suppone siano distribuiti casualmente nelle ore del giorno.

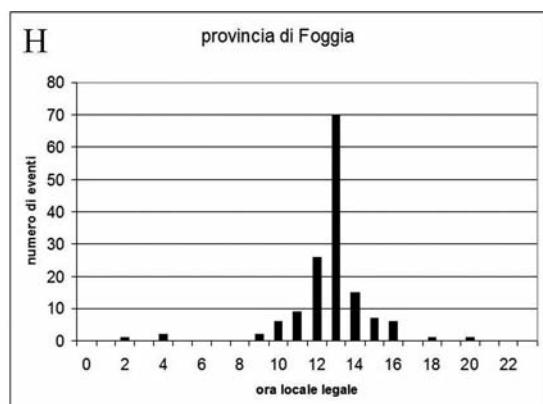
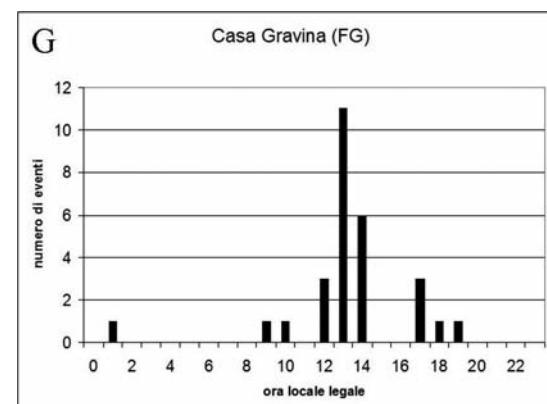
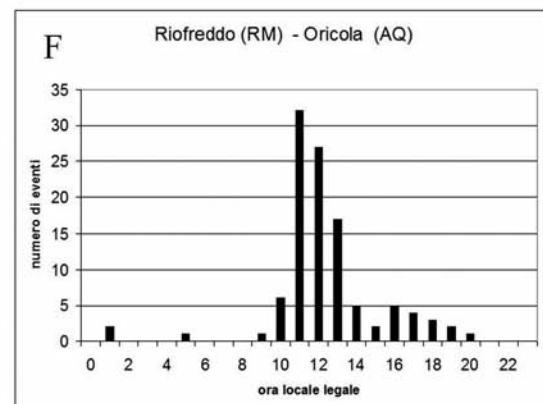
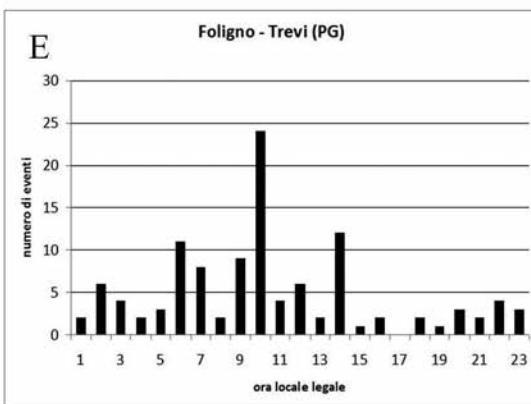
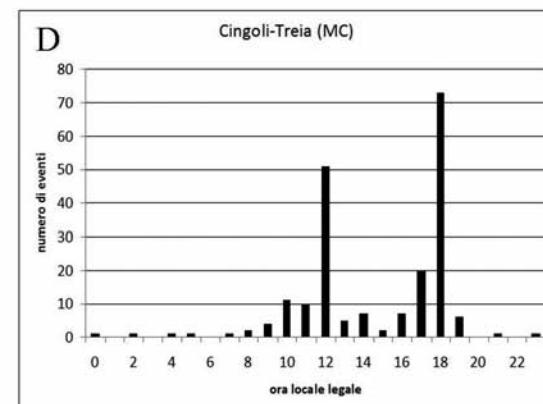
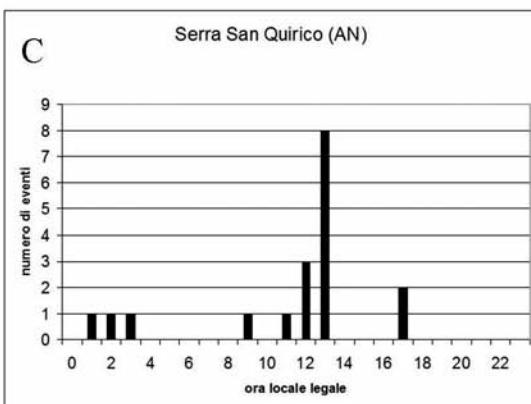
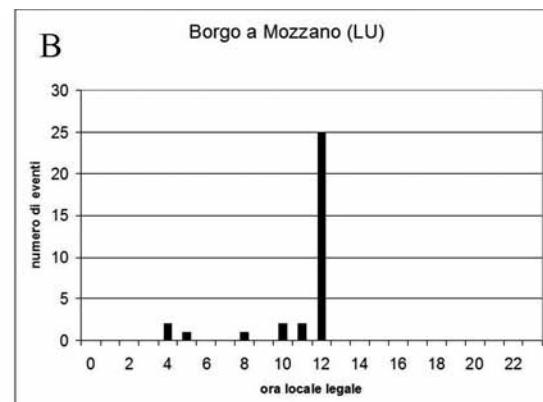
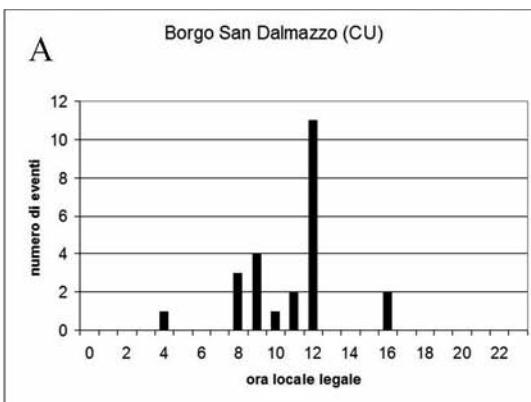
È interessante notare che in alcune cave l'ora degli scoppi è molto regolare. La Figura 19 mostra la distribuzione spaziale di 205 eventi estratti dal Bollettino Sismico Italiano del 2008 e localizzati attorno all'area di sismicità anomala individuata tra Cingoli e Treia, in provincia di Macerata. La Figura 20 (istogramma D) mostra la distribuzione ora-

ria degli stessi eventi, con tempo origine corretto all'ora locale, tenendo conto anche dell'ora legale; in questo gruppo di cave gli scoppi vengono effettuati per la massima parte subito dopo le ore 18, alla fine del turno di lavoro, oppure subito dopo le 12 durante la pausa pranzo. Gulia [2010] ha applicato l'algoritmo di Wiemer e Baer [2000] al catalogo C.S.I.-1.1 [Castello et al., 2006] nel periodo 1986-2002, individuando quattro vaste aree con presenza di esplosioni attribuibili ad attività estrattiva: la Liguria occidentale e la provincia di Cuneo, le Marche, la parte meridionale della Sicilia orientale, le Murge. Gulia [2010] trova altre possibili esplosioni presso Guardiaregia (CB), e le attribuisce ad una cava associata alla costruzione della diga di Arcichiaro, già quasi completamente terminata nel 2002; tuttavia esiste un gruppo di cave probabilmente ancora attive nel 2008 al confine tra le provincie di Campobasso, Benevento e Caserta.

Abbiamo utilizzato ZMAP [Wiemer, 2001] per individuare zone in cui il rapporto tra la sismicità diurna e quella notturna è stato anomalo nel corso del 2008. Per ogni area anomala abbiamo estratto da ISIDE [<http://ISIDE.rm.ingv.it>] l'intera sismicità 2008 in un raggio di 10 chilometri dal centro dell'anomalia, per verificare che la sismicità fosse distribuita sull'intero arco dell'anno e non concentrata in poche ore di una unica giornata.

AREA GEOGRAFICA	RANGE IN LATITUDINE	RANGE IN LONGITUDINE
Borgo San Dalmazzo (CN)	44.20N : 44.35N	7.33E : 7.58E
Borgo a Mozzano (LU)	43.90N : 44.00N	10.42E : 10:63E
Serra San Quirico (AN)	43.38N : 43.46N	12.97E : 13.02E
Cingoli-Treia (MC)	43.28N : 43.36N	13.17E : 13.34E
Foligno-Trevi (PG)	42.87N : 42.94N	12.72E : 12.80E
Riofreddo-Oricola (RM-AQ)	41.97N : 42.11N	12.85E : 13.10E
Casa Gravina (FG)	41.67N : 41.75N	15.46E : 15.58E
Foggia (FG)	41.56N : 41.69N	15.57E : 15.73E
Isernia (IS)	41.54N : 41.62N	14.11E : 14.47E
Masseria Censo (BA)	40.87N : 40.96N	16.55E : 16.69E
Matera (MT)	40.64N : 40.72N	16.58E : 16.79E
Taranto (TA)	40.48N : 40.64N	17.13E : 17.47E
Catania (CT)	37.30N : 37.50N	14.87E : 15.08E
Melilli (SR)	37.10N : 37.30N	14.90E : 15.20E

Tabella 4 Limiti delle 14 aree individuate tramite il software ZMAP che includono cave attive nel corso dell'anno 2008.
Table 4 Limits of the 14 areas identified through the ZMAP software, with quarry blasts recorded during 2008.



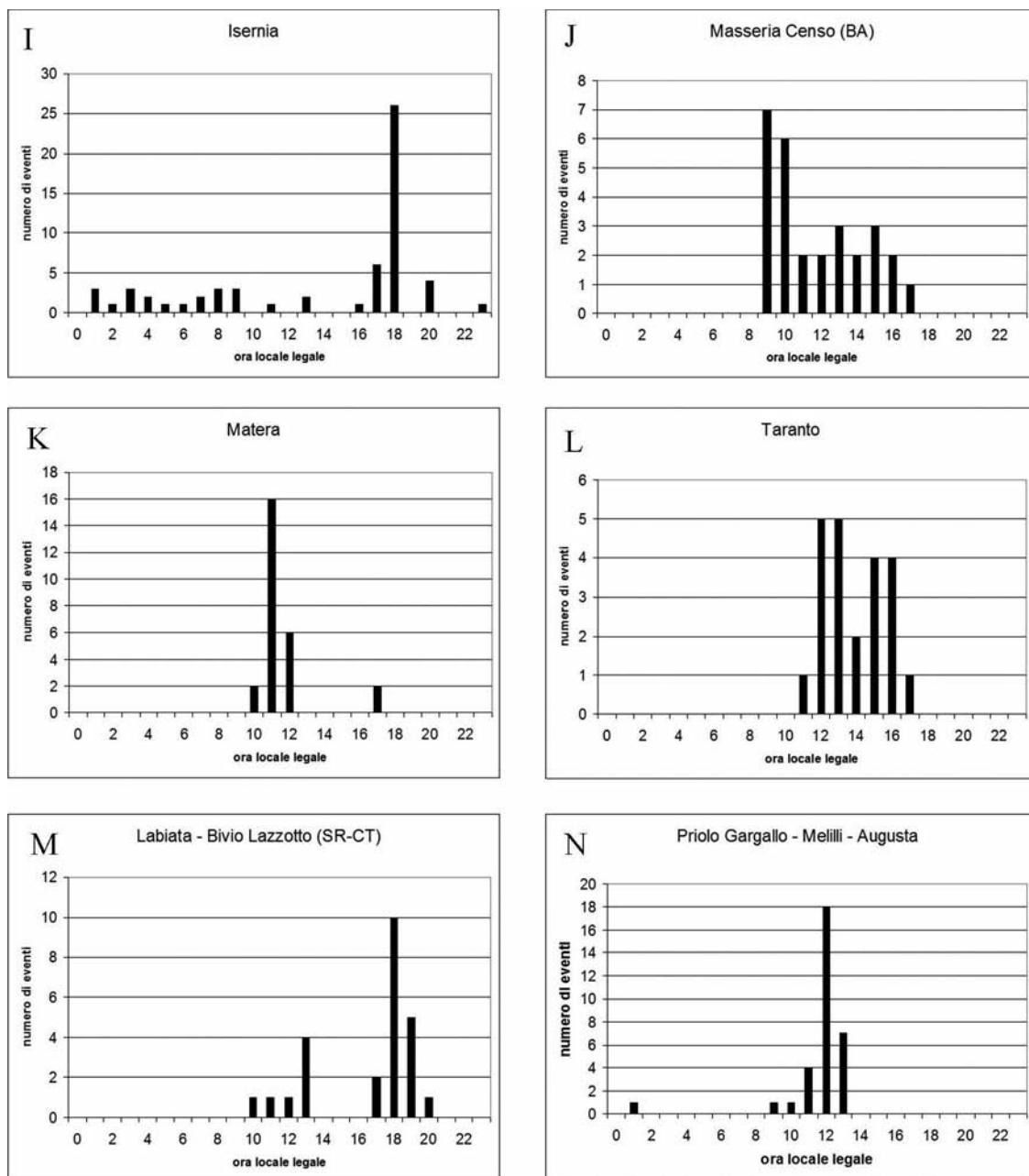


Figura 20 Istogrammi della distribuzione oraria degli eventi nelle aree soggette ad attività mineraria, individuate analizzando l'intero Bollettino Sismico Italiano 2008 (ad esclusione degli istogrammi G e J che riportano dati di periodi temporali più estesi). L'attività serale e notturna è ridottissima, se comparata con l'attività diurna. Solo in due aree compaiono eventi notturni; la prima tra Foligno e Trevi (PG) (istogramma E) e la seconda in provincia di Isernia (istogramma I), nelle quali è comunque visibile una prevalenza di attività diurna. La maggior parte degli eventi diurni è di probabile origine antropica. Per l'area estrattiva in zona Masseria Censo (BA), è stato necessario analizzare i dati del BSI per l'intero periodo tra il settembre 2005 e il febbraio 2010 (istogramma J) a causa della bassa frequenza degli scoppi. Anche in quest'area è evidente la totale mancanza di attività sismica in orario notturno in tutto il periodo osservato. Per l'area nei pressi di Casa Gravina (FG) (istogramma G), sono stati riportati i dati dell'intero periodo giugno 2006-novembre 2008. Tutti gli altri istogrammi della Figura 20 si riferiscono al solo 2008.

Figure 20 Hourly distribution of events located in quarry areas, identified analyzing the entire *Bollettino Sismico Italiano 2008* (BSI) (except for bar graph G and bar graph J reporting data from longer periods of time). We find an extremely reduced activity in all areas during evening and night hours, if compared to diurnal activity, with the exception of two areas where, nevertheless, a prevalence of events in light hours is still present: in the Perugia province (bar graph E) and in the Isernia province (bar graph I). The majority of light-hour events has a possible anthropic origin. Due to their rareness, we report all the events in the period September 2005 - February 2010 in the histogram pertaining an area close to Masseria Censo, province of Bari (bar graph J); in the whole observation period night activity is completely absent. The bar graph G reports data from an area close to Casa Gravina (province of Foggia), in the period June 2006-November 2008.



Figura 21 Serie di cave tra Marcucci (comune di Cingoli) e San Lorenzo (comune di Treia) in provincia di Macerata evidenziate con un ellisse bianco. I punti colorati indicano eventi presenti nel Bollettino Sismico Italiano 2008, per la massima parte probabilmente legati ad attività antropica.

Figure 21 A group of quarries between Marcucci (near Cingoli) and San Lorenzo (near Treia) in the province of Macerata, marked with a white ellipse. Colored circles show the position of events included in the Italian Seismic Bulletin 2008; most of them are blasts from mining activity.

In questo secondo caso infatti si sarebbe trattato di una piccola sequenza sismica e non di scoppi dovuti ad attività miniera. Abbiamo individuato quattordici aree con sismicità anomala i cui limiti sono riportati in Tabella 4. La Figura 20 riporta le distribuzioni orarie, corrette in ora locale legale, degli eventi registrati nell'anno 2008 nelle varie aree (si veda la didascalia per i dettagli sui periodi analizzati). Abbiamo verificato l'effettiva presenza di cave osservando visivamente le immagini del terreno con *Google Earth*. In tutti i casi è stato possibile trovare la cava o il gruppo di cave di superficie all'origine degli scoppi. Un esempio è riportato in Figura 21: essa riproduce l'immagine *Google Earth* di un'area di estrazione mineraria in superficie non lontana dalla stazione sismica di Cingoli (zoom della Figura 19). In alcuni casi è stato anche possibile distinguere le cave attive, dove si nota la presenza di macchinari e nastri trasportatori, dalle cave dismesse, a volte soggette a rimboschimento con distribuzione regolare delle piante. Si conferma la presenza di esplosioni in tutte le aree individuate da Gulia [2010]; l'area con attività esplosiva attri-

buita da Gulia alla costruzione della diga di Arcichiaro potrebbe forse essere compatibile anche con altre attività esplosive da noi individuate in provincia di Isernia. È possibile trovare alcune cave sparse sulla fascia che percorre i confini tra le provincie di Isernia, Campobasso e Benevento.

La Figura 22 riporta la distribuzione oraria di tutti gli eventi del 2008 confrontata con la stessa distribuzione dopo aver escluso gli 848 eventi che ricadono nelle zone di cava elencate in Tabella 4. Di questi eventi, 96 sono avvenuti tra le ore 20 e le 8 locali legali; i rimanenti 752 tra le 8 e le 20. Nell'ipotesi che la sismicità reale di origine tettonica diurna sia confrontabile in numero di eventi con quella notturna, si può ipotizzare che oltre 600 eventi, che appaiono ora nel bollettino, siano dovuti probabilmente a scoppi in cava (numericamente circa il 9% dell'intero bollettino 2008). La Figura 23 riporta la distribuzione, in funzione della magnitudo locale, degli eventi avvenuti nel 2008 nelle aree di cava durante le ore diurne (dalle 8 alle 20, ora locale legale); il 99.6% degli eventi ha una magnitudo inferiore o uguale a 2.2.

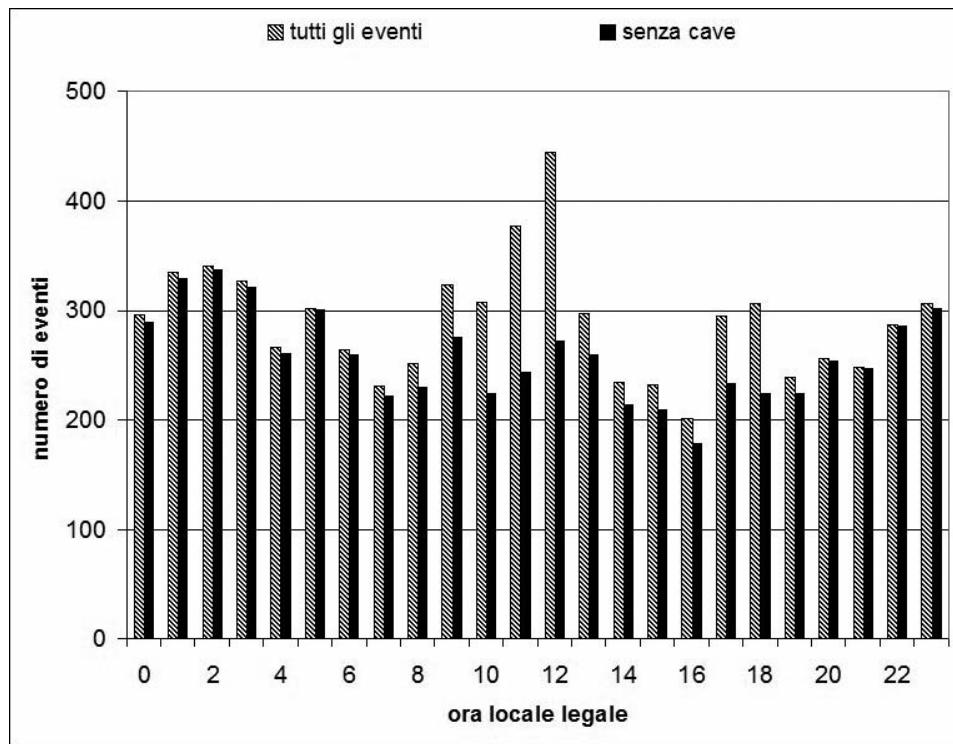


Figura 22 Distribuzione oraria di tutti gli eventi del 2008 (barre rigate) e la stessa distribuzione dopo aver escluso le aree in cui ricadono le zone di cava (barre piene) elencate in Tabella 4. Il tempo di accadimento degli eventi è corretto in ora locale legale.

Figure 22 Hourly distribution of all the events 2008 (dashed bars) and the same distribution without the events from quarry-areas listed in Table 4 (solid bars). The origin time used is in local legal hour.

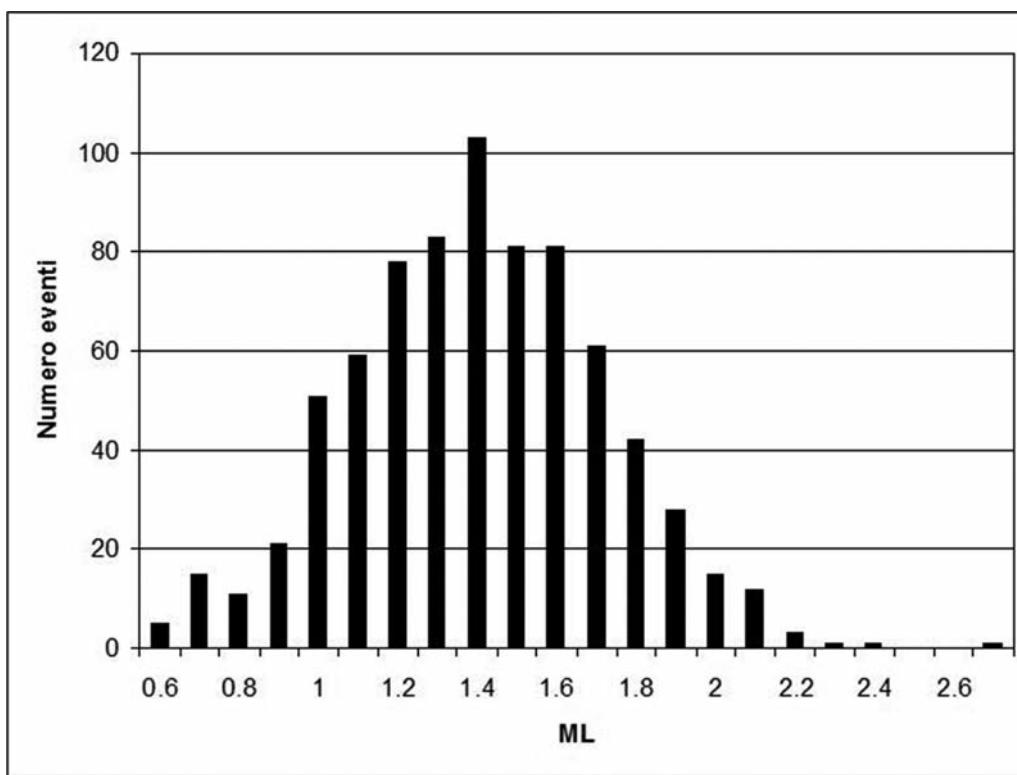


Figura 23 Distribuzione in magnitudo M_L degli eventi avvenuti in orario diurno nelle aree di estrazione mineraria di superficie nel corso del 2008. Il 95.6% degli eventi ha $M_L \leq 1.9$; il 99.6 % degli eventi ha magnitudo $M_L \leq 2.2$.

Figure 23 Magnitude distribution of light-hour events in quarry areas during 2008. 95.6% of the events has local magnitude $M_L \leq 1.9$; 99.6 % has local magnitude $M_L \leq 2.2$.

Analisti del Bollettino Sismico Italiano per l'anno 2008

Luca Arcoraci
 Patrizia Battelli
 Michele Berardi
 Alessandro Carosi
 Corrado Castellano
 Fabio Criscuoli
 Giulio Lozzi
 Alessandro Marchetti
 Anna Nardi
 Mario Pirro
 Vincenzo Pirro
 Antonio Rossi

Ringraziamenti

Le Figure 1 e 24 sono state realizzate con lo strumento grafico GMT [Wessel and Smith, 1991]. Si ringrazia il revisore Luciano Scarfi per gli utili consigli che hanno reso più chiaro e completo il testo.

Acknowledgments

Maps of Figures 1 and 24 were created using GMT [Wessel and Smith, 1991]. Thanks are due to Luciano Scarfi, reviewer whose suggestions made the paper more clear and complete.

Bibliografia

- Amato, A., and F. M. Mele, (2008). *Performance of the INGV National Seismic Network from 1997 to 2007*. Ann. Geophys., 51 (2/3), 99-113.
- Azzaro, R., S. D'Amico, A. Mostaccio, L. Scarfi e T. Tuvè (2009). *Terremoti con effetti macroseismici in Sicilia orientale nel periodo Gennaio 2006 - Dicembre 2008*. Quaderni di Geosifca, Vol. 72, pp 40.
- Bono, A., (2008). *SisPick! 2.0 Sistema interattivo per l'interpretazione di segnali sismici*. Rapporti Tecnici INGV, n. 59, <http://hdl.handle.net/2122/4185>
- Bono, A., and L. Badiali, (2005). *PWL 1.0 Personal WaveLab: an object-oriented workbench for seismogram analysis on Windows systems*. Computers & Geosciences, 31 (1), pp 55-64.
- Bormann, P., IASPEI, (2002). *New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP)*. GeoForschungsZentrum Potsdam, Potsdam, Germany.
- Castello B., G. Selvaggi, C. Chiarabba, and A. Amato, (2006). *CSI Catalogo della sismicità italiana 1981-2002, versione*

- 1.1. INGV-CNT, Roma. <http://csi.rm.ingv.it/>.
- Del Pezzo, E., A. Esposito, F. Giudicepietro, M. Marinaro, M. Martini and S. Scarpetta, (2003). *Discrimination of earthquakes and under water explosions using neural networks*. Bull. Seism. Soc. Am., 93, 215-223.
- Di Luccio, F. G. Ventura, R. Di Giovambattista, A. Piscini, and F. R. Cinti (2010). *Normal faults and thrusts reactivated by deep fluids: The 6 April 2009 Mw 6.3 L'Aquila earthquake, central Italy*. J. Geophys. Res., 115, B06315, doi:10.1029/2009JB007190,2010.
- Ercolani, E., A. Rossi, M. Vecchi, I. Leschiutta, F. Bernardini, S. Del Mese, R. Camassi, S. Pondrelli and A. Tertulliani, (2009). *Rilievo macroseismico del terremoto emiliano del 23 dicembre 2008*. Quaderni di Geosifca, Vol. 71, pp 40.
- Esposito, A. M., F. Giudicepietro, S. Scarpetta, L. D'Auria, M. Marinaro and M. Martini, (2006). *Automatic Discrimination among Landslide, Explosion-Quake, and Microtremor Seismic Signals at Stromboli Volcano Using Neural Networks*. Bull. Seism. Soc. Am., 96, 1230 - 1240.
- Gulia, L., (2010). *Detection of quarry and mine blast contamination in European regional catalogues*. Nat. Hazards 53, 229-249, DOI 10.1007/s11069-009-9426-8.
- Huber, P. J., (1981). *Robust statistics*. Wiley, N.Y.
- Hutton, L. K. and M. Boore, (1987). *The ML scale in southern California*. Bull. Seism. Soc. Am., 77, 2074-2094.
- Klein, F. W., (2002). *User's guide to HYPOINVERSE2000, a Fortran program to solve for earthquake locations and magnitudes*. Open-file Report 02-171 (US Geological Survey, 2002).
- Kulhánek, O., (1990). *Anatomy of Seismograms*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1990.
- Mele F.M., C. Marcocci and R. Moro, (2007). *ISIDE, Italian Seismic Instrumental and parametric Data base*. INGV, CNT: <http://ISIDE.rm.ingv.it/> .
- Reasenberg, P., (1985). *Second-Order Moment of Central California Seismicity, 1969-1982*. J. Geophys. Res., 90, 5479-5495.
- Scarpetta, S., F. Giudicepietro, E. C. Ezin, S. Petrosino, E. Del Pezzo, M. Martini, and M. Marinaro, (2005). *Automatic Classification of Seismic Signals at Mt. Vesuvius Volcano, Italy, Using Neural Networks*. Bull. Seism. Soc. Am., 95, 185 - 196.
- Schorlemmer, D., F. Mele, and W. Marzocchi, (2010). *A completeness analysis of the National Seismic Network of Italy*. J. Geophys. Res., 115, B04308, doi:10.1029/2008JB006097.
- Tinti, S., and F. Mulargia, (1987). *Confidence intervals of b-values for grouped magnitudes*. Bull. Seismol. Soc. Am., 77, 2125-2134.
- Ursino, A., H. Langer, L. Scarfi, G. Di Grazia and S. Gresta, (2001). *Discrimination of quarry blasts from tectonic microearthquakes in the Hyblean Plateau (Southeastern*

- Sicily). Annali di Geofisica, 44 (4), 703-722.
- Wessel, P., and W. H. F. Smith, (1991). *Free software helps map and display data*. Eos Trans. AGU, 72(441), 445– 446.
- Wiemer, S., (2001). *A software package to analyze seismicity: ZMAP*. Seismol. Res. Lett., 72, 373-382.
- Wiemer, S. and M. Baer, (2000). *Mapping and Removing Quarry Blast Events from Seismicity Catalogs*. Bull. Seismol. Soc. Am., 90 (2), 525–530.



Appendice A

Modello crostale

Per la localizzazione degli eventi abbiamo usato un modello di velocità a 2 strati e un semispazio, con rapporto $V_p/V_s = 1.732$ (Tabella 5). Lo spessore totale della crosta è di 38 chilometri.

	SPESSORE (km)	VELOCITÀ P (km/s)	VELOCITÀ S (km/s)
Crosta superiore	11.1	5.00	2.89
Crosta inferiore	26.9	6.50	3.75
Mantello	semispazio	8.05	4.65

Tabella 5 Il modello di velocità delle onde P ed S è costituito da due strati crostali a velocità costante e un semispazio. Il rapporto V_p/V_s è ovunque 1.732.

Table 5 P and S velocity model used in the location procedures for the Bollettino Sismico Italiano. Two crustal layers are superimposed to and half-space. The V_p/V_s ratio is 1.732.

Appendice B

Calcolo della magnitudo M_L

Le magnitudi locali riportate nel Bollettino Sismico Italiano sono calcolate utilizzando come correzione per la distanza la formula ottenuta da Hutton e Boore [1987]:

$$M_L = \log_{10}(amp) + 1.110 \log_{10}(hd / 100) + 0.00189(hd - 100) + 3.0$$

dove amp è la metà della massima ampiezza picco-picco in millimetri di un sismogramma Wood-Anderson, hd è la distanza ipocentro-stazione espressa in chilometri. I sismogrammi Wood-Anderson sono ottenuti sinteticamente utilizzando segnali da sensori orizzontali *broad-band* e *very-broad-band*. Accettiamo per il calcolo della magnitudo stazioni a distanza ipocentrale maggiore di 10 km e minore di 600 km. La precedente relazione, calcolata per la California, sottostima i valori di M_L di stazione in area italiana per distanze ipocentrali superiori a 100 km, ma sovrastima le magnitudi locali per distanze inferiori. Di conseguenza le magnitudi di terremoti moderati (fino a $M_L 5.5$) possono essere sufficientemente ben approssimate dalla relazione perché calcolate mediando su un gran numero di stazioni distribuite su tutte le distanze. Le magnitudi locali di terremoti piccoli, in cui siano prevalenti le stazioni a distanze inferiori ai 100 km, potrebbero essere leggermente sovrastimate [Amato e Mele, 2008]. Allo scopo di eliminare l'effetto di eventuali valori anomali di magnitudo di stazione, la magnitudo locale di un evento viene calcolata come media dei valori di magnitudo di stazione, pesati secondo il metodo di Huber [Huber, 1981].

Appendice C

Qualità delle localizzazioni

Per illustrare l'accuratezza delle determinazioni ipocentrali presenti nel bollettino 2008, adottiamo un parametro di qualità Q proposto da Amato and Mele [2008]. Il parametro combina insieme due altri parametri di qualità, in tutto simili a quelli usati in *HypoInverse-2000* [Klein, 2002], opportunamente ridefiniti per tenere conto delle caratteristiche geometriche della RSNI. Il primo fattore Q1 tiene conto degli errori formali ottenuti al termine della localizzazione; può assumere quattro valori da -1.5

a +1.5 secondo quanto specificato in Tabella 6. Il secondo fattore di qualità Q2 tiene conto delle caratteristiche geometriche della distribuzione delle stazioni intorno all'epicentro; può assumere quattro valori da -3 a +3, secondo le specifiche della Tabella 7. Per ogni terremoto viene quindi definito un parametro di qualità $Q = Q_1 + Q_2$ che può assumere 10 livelli da -4.5 a +4.5. La Figura 24 mostra in mappa le localizzazioni del bollettino 2008, con indicazione della qualità, della profondità e della magnitudo degli ipocentri.

I terremoti con epicentro in mare hanno ancora oggi in massima parte localizzazioni di scarsa qualità. Riguardo agli epicentri in terra, le localizzazioni appaiono ancora poco definite in area di confine sull'arco alpino, soprattutto nei pressi dei versanti francese e austriaco. La zona pedemontana dell'Appennino tosco-emiliano, sul versante settentrionale, risente negativamente delle forti disomogeneità della crosta superiore nell'area e della disparità nel numero di stazioni sismiche tra l'area montana e la pianura (la scarsezza di installazioni in Pianura Padana ha origine nella rumorosità dell'area che rende ivi poco utili le installazioni). Sono evidenti carenze nella qualità e quantità delle localizzazioni in area garganica e in Sicilia occidentale.

Qualità Q1	RMS pesato	Errore orizzontale	Errore verticale	Numero pesato di fasi (WNP)	Punteggio Q1
A	< 0.45 s	< 2 km	< 4 km	≥ 3	1.5
B	< 0.90 s	< 5 km	< 10 km	≥ 3	0.5
C	< 1.50 s	< 10 km	< 10 km	≥ 3	- 0.5
D	≥ 1.50 s	≥ 10 km	≥ 10 km	< 3	- 1.5

Tabella 6 Parametro di qualità Q1 utilizzato per classificare le determinazioni ipocentrali in funzione della bontà della soluzione e degli errori formali. Le condizioni poste per le classi A, B e C sono da considerare tutte necessarie. Un terremoto ha qualità D se non viene rispettata anche solo una delle condizioni necessarie per l'assegnazione della classe C; quindi ciascuna condizione espressa per la classe D è sufficiente. Il valore WNP (*Weighted Number of Phases*) viene calcolato come somma dei pesi relativi assegnati alle fasi usate per la localizzazione (ogni peso può assumere valori da 0.0 a 1.0). Il punteggio mostrato nell'ultima colonna viene sommato al punteggio assegnato al terremoto per la qualità Q2 (specificato nella Tabella 7) per definire un valore unico di qualità della localizzazione utilizzato nella mappa di Figura 24.

Table 6 Quality ranking Q1 used to class hypocenters according to goodness-of-fit and formal errors. The conditions for classes A, B and C are all necessary. An earthquake has quality D if at least one of the conditions necessary to obtain class C is not verified. The WNP value (Weighted Number of Phases) results from the sum of the relative weights (which can range between 0.0 and 1.0) assigned to the associated arrival times. The score shown in the last column is used in combination with Q2 score (see Table 7) to define a unique quality scale used in Figure 24.

Qualità Q2	Massimo gap azimutale	Distanza stazione più vicina	Numero pesato di fasi (WNP)	Punteggio Q2
A	< 90°	< 10 km o < Depth	≥ 6	3
B	< 135°	< 20 km o < 2*Depth	≥ 6	1
C	< 180°	< 100 km	≥ 6	- 1
D	≥ 180°	≥ 100 km	< 6	- 3

Tabella 7 Parametro di qualità Q2 usato per classificare gli ipocentri in funzione della geometria delle stazioni utilizzate per la localizzazione, della distanza dall'epicentro della stazione più vicina (eventualmente paragonata con la profondità dell'ipocentro) e del numero pesato di fasi. Tutte le condizioni per le classi A, B e C sono da considerare necessarie per quella classe. Ciascuna condizione per la classe D è sufficiente.

Table 7 Quality ranking Q2 used to class hypocenters according to station geometry, distance of the closest station from the epicenter, and weighted number of phases. All the condition for classes A, B and C are necessary. An earthquake has quality D if one or more conditions D are verified.

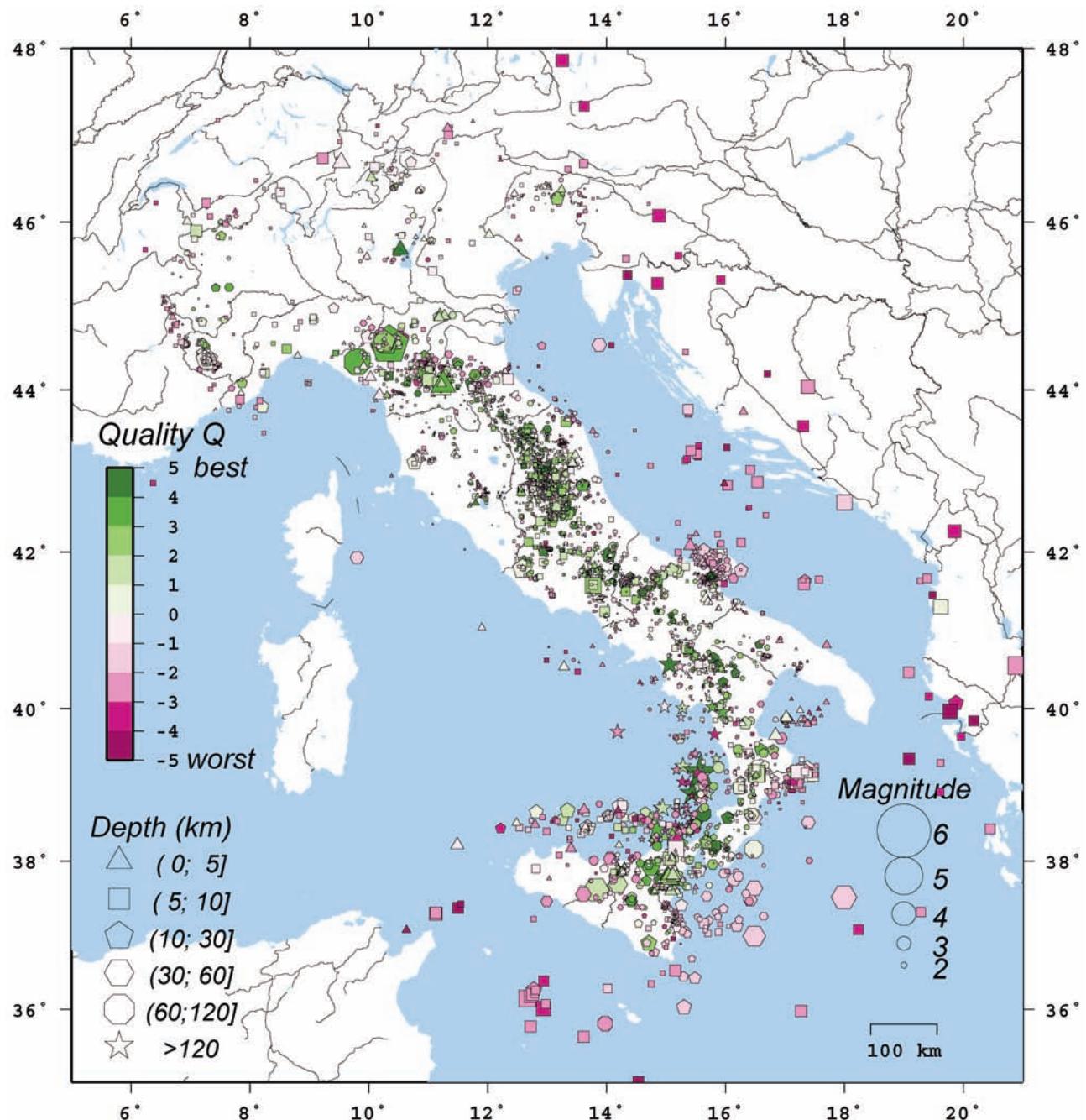


Figura 24 Mappa degli eventi registrati dalla Rete Sismica Nazionale nel 2008. La dimensione dei simboli è proporzionale alla magnitudo, il colore indica la qualità della localizzazione, la forma indica la profondità. La grande maggioranza delle localizzazioni in area peninsulare risulta di buona qualità; hanno spesso scarsa qualità le localizzazioni di terremoti che ricadono in mare, nell'area del Promontorio del Gargano, in Sicilia occidentale e nelle zone di confine dell'arco Alpino.

Figure 24 Map of the events recorded during 2008 in Italy. The size, color and shape of the symbols indicate the magnitude, location-quality and depth of the events, respectively. A large majority of earthquakes has a good location-quality in the peninsula. Events with poor location-quality can be found in sea areas, in the Gargano peninsula, in eastern Sicily and in the bordering Alpine belt.

allegato A

Stazioni della
Rete Sismica Nazionale
operative nel 2008

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	m/slm	velocimetro	accel.	rete	aperte '08	chiuse '08
ACER	Acerenza	PZ	Basilicata	40.7867	15.9427	690	Trillium-40s	Episensor	INGV		
ACOM	Acomizza	UD	Friuli Venezia Giulia	46.5480	13.5137	1788	Trillium-40s		OGS-NI		
AGOR	Agordo	BL	Veneto	46.2829	12.0472	631	STS2-120s		OGS-NI		
AGST	Augusta	SR	Sicilia	37.25652	15.22713	70	Le3D-5s		INGV		
ALJA	Alia	PA	Sicilia	37.74897	13.75373	700	Trillium-40s		INGV		14-02-08
AMUR	Altamura	BA	Puglia	40.9071	16.6041	443	Trillium-40s		INGV		
AOI	Monte Conero	AN	Marche	43.5502	13.6020	530	Trillium-40s		INGV		
APPI	Appiano	BZ	Trentino Alto Adige	46.4787	11.2281	1056	Le3D-5s		INGV		
AQU	L'Aquila	AQ	Abruzzo	42.35388	13.40193	729	S-13		INGV		
AQU (2)	L'Aquila	AQ	Abruzzo	42.35388	13.40193	729	STS2-120s		MedNet		
ARCI	Arddosso	GR	Toscana	42.8519	11.4754	1080	Trillium-40s	Episensor	INGV		
ARSA	Arzberg	(A)	Austria	47.2505	15.5232	577	STS2-120s		OA		
ARVD	Arcevia 2	AN	Marche	43.4981	12.9415	461	Trillium-40s		INGV		
ASQU	Asqua	AR	Toscana	43.7967	11.7893	860	Trillium-120s	Episensor	INGV		
ASS	Assisi	PG	Umbria	43.0630	12.6517	805	S-13		INGV		
ASSB	Assisi San Benedetto	PG	Umbria	43.0426	12.6587	734	Trillium-40s		INGV		
ATN	Antennamare	ME	Sicilia	38.15948	15.46472	1130	S-13		INGV		
BADI	Badiali	PE	Abruzzo	43.50967	12.24433	430	Le3D-5s		INGV		
BDI	Bagni di Lucca	LU	Toscana	44.0624	10.5970	830	Trillium-40s	Episensor	INGV		
BERNI	Berninapass	(CH)	Svizzera	46.4134	10.0231	2310	STS2-120s		ETH		
BHB	Bricherasio	TO	Piemonte	44.83517	7.26333	585	Trillium-40s		INGV-IG		
BNI	Bardonecchia	TO	Piemonte	45.0528	6.6763	1407	STS2-120s		MedNet		
BOB	Bobbio	PC	Emilia Romagna	44.76792	9.44782	910	Trillium-40s	Episensor	INGV		
BRES	Bressanone	BZ	Trentino Alto Adige	46.69868	11.73410	2454	Le3D-5s		INGV		
BRMO	Bormio	SO	Lombardia	46.4760	10.3731	1380	Trillium-40s		INGV		
BRSN	Barisano	PO	Puglia	44.2841	12.0769	20	S-13		INGV		
BSSO	Busso	CB	Molise	41.5461	14.5938	1010	Trillium-40s	Episensor	INGV		
BULG	Bulgheria - Camerota	SA	Campania	40.0783	15.3776	815	Trillium-40s	Episensor	INGV		

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	m/slm	velocimetro	accel.	rete	aperte '08	chiuse '08
CAFE	Carife	AV	Campania	41.0280	15.2366	1070	Trillium-40s	Episensor	INGV		
CAFI	Castiglion Fiorentino	AR	Toscana	43.3292	11.9663	547	Trillium-40s	Episensor	INGV		
CAFRI	Castel Frentano	CH	Abruzzo	42.2273	14.3470	250	Trillium-40s	Episensor	INGV		
CAMP	Campotosto	AQ	Abruzzo	42.5358	13.4090	1283	Trillium-120s		INGV		
CARO	Carolei	CS	Calabria	39.2540	16.2190	618	Trillium-40s	Episensor	INGV		
CASP	Castiglione della Pescaia	GR	Toscana	42.7908	10.8652	390	Trillium-40s	Episensor	INGV		
CAVT	Castelvetrano 2	TP	Sicilia	37.67883	12.75560	158	SS1-Ranger		INGV		
CDCA [^]	Città Di Castello	PG	Umbria	43.4584	12.2336	50	Le3D-1s	Episensor	INGV		
CDRU	Civita Di Ruta – Ottati	SA	Campania	40.4896	15.3046	1057	Trillium-40s		INGV		
CEL	Celeste	RC	Calabria	38.26031	15.89393	702	STS2-120s		MedNet		
CERA	Filignano	IS	Molise	41.5978	14.0183	800	Trillium-40s	Episensor	INGV		
CERT	Cerreto	RM	Lazio	41.9490	12.9818	773	Trillium-120s		INGV		
CESI	Cesi - Serravalle di Chienti	MC	Marche	43.0049	12.9046	840	Trillium-40s		INGV		
CESX [^]	Cesi	TR	Umbria	42.6100	12.5800	380	Trillium-240s		INGV		
CGL	Punta Serpeddi	CA	Sardegna	39.3660	9.2960	1050	S-13		INGV		
CGRP	Cima Grappa	PN	Friuli Venezia Giulia	45.8807	11.8047	1757	STS2-120s		OGS-NI		
CIGN	Sant'Elia a Pianisi	CB	Molise	41.65418	14.90502	350	Trillium-40s		INGV		
CING	Cingoli	MC	Marche	43.3756	13.1954	626	Trillium-40s	Episensor	INGV		
CLLN	Colliano	SA	Campania	40.71760	15.31800	1207	Trillium-40s		INGV		
CLTB	Caltabellotta	AG	Sicilia	37.57857	13.21562	957	STS2-120s		MedNet		
CMPO	Campotto Po	FE	Emilia Romagna	44.5808	11.8056	2	Trillium-40s		INGV		
CMPR	Campora	SA	Campania	40.3181	15.3030	732	Trillium-40s		INGV		
CORL	Corleone	PA	Sicilia	37.8943	13.3038	660	Trillium-40s		INGV		
CRAC	Craco	MT	Basilicata	40.3650	16.4350	384	Le3D-5s		INGV		
CRE	Caprese Michelangelo	AR	Toscana	43.61888	11.95167	1215	Trillium-40s		INGV		
CRJA	Costa Raja	TP	Sicilia	37.80162	13.00433	560	SS1-Ranger		INGV		
CRMII	Carmignano	PO	Toscana	43.7900	10.9700	490	Trillium-40s	Episensor	INGV		
CSLB	Castelbuono	PA	Sicilia	37.93745	14.05785	583	SS1-Ranger		INGV		
CSNT	Castellina in Chianti	SI	Toscana	43.47311	11.29017	636	Trillium-40s		INGV		

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	m/slm	velocimetro	accel.	aperte '08	chiuse '08	rete
CSSN	Cassano Irpino	AV	Campania	40.8609	15.0239	690	S-13		INGV		
CTI	Castello Tesino	TN	Trentino Alto Adige	46.04818	11.64970	1180	Le3D-5s		INGV		
CUC	Castruccio	CS	Calabria	39.99382	15.81554	637	STS2-120s		MedNet		
DAVOX	Davos	(CH)	Svizzera	46.7806	9.8797	1830	STS2-120s		ETH		
DGI	Dorgali Grotta Ispinigoli	NU	Sardegna	40.31802	9.60668	354	Trillium-40s		INGV		
DIVS	Divcibare (Beograd)	(SRB)	Serbia	44.0981	19.9917	1000	STS1-VBB		MedNet		
DIX	Grand Dixence	(CH)	Svizzera	46.0805	7.4040	2400	STS2-120s		ETH		
DOI	San Damiano Macra	CN	Piemonte	44.50415	7.24665	1039	Trillium-40s		INGV		
ECNV	Catenanuova	CT	Sicilia	37.5956	14.7125	484	Trillium-40s		INGV-CT		
ECPN	Case del Piano	CT	Sicilia	37.74283	14.9885	2985	Trillium-40s		INGV-CT		
ECTS	Castiglione	CT	Sicilia	37.8820	15.1210	681	Le3D-1s		INGV-CT		
EMV	Vieux Emosson	(CH)	Svizzera	46.0632	6.8989	2210	STS2-120s		ETH		
ERBM	Eremo di Bismantova	RE	Emilia Romagna	44.41945	10.41268	933	Le3D-5s		INGV		
ERC	Erice	TP	Sicilia	38.03763	12.58730	776	S-13		INGV		
ESLN	Serra La Nave	CT	Sicilia	37.6934	14.9744	1787	Trillium-40s		INGV		
ESPC	Serra Pizzuta	CT	Sicilia	37.69167	15.02733	1600	Trillium-40s		INGV-CT		
FAEN	Faenza	RA	Emilia Romagna	44.2895	11.8770	41	KS-2000		INGV		
FAGN	Fagnano	AQ	Abruzzo	42.2657	13.5838	761	Trillium-40s		INGV		
FAVR	Favara 2	AG	Sicilia	37.26708	13.66693	258	S-13		INGV		
FDMO	Fiordimonte	MC	Marche	43.0365	13.0873	550	Trillium-240s		INGV		
FG2	Serracapriola	FG	Puglia	41.80480	15.16092	241	S-13		INGV		
FG4	Candela	FG	Puglia	41.13197	15.51750	450	S-13		INGV		
FG5	Orsara Di Puglia	FG	Puglia	41.2825	15.2678	660	S-13		INGV		
FGMS	Monte Sant'Angelo 2	FG	Puglia	41.70788	15.95345	848	S-13		INGV		
FIAM	Fiamignano	RI	Lazio	42.26802	13.11718	1070	Trillium-40s		INGV		
FIN	Finale Ligure	SV	Liguria	44.208170	8.208830	600	S-13		INGV		
FIU	Fondo Fiumicello (Minerbio)	BO	Emilia Romagna	44.6403	11.4917	12	Le3D-5s		INGV		
FIVI^	Fivizzano	MS	Toscana	44.2393	10.1273	380		Episensor	INGV-JG	29-05-08	
FNVD	Fontana Viddola	BO	Emilia Romagna	44.16782	11.12290	950	Trillium-40s	Episensor	INGV		

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	m/slm	velocimetro	accel.	rete	aperte '08	chiuse '08
FRES	Fresagrandinaria	CH	Abruzzo	41.9735	14.6693	414	Trillium-40s		INGV		
FSSB	Fossombrone	PS	Marche	43.69309	12.77707	523	S-13		INGV		
FSSB (2)	Fossombrone	PS	Marche	43.69309	12.77707	523	Trillium-40s		INGV		
FUORN	Openpass	(CH)	Svizzera	46.6202	10.2635	2335	STS2-120s		ETH		
FUSIO	Fusio	(CH)	Svizzera	46.4549	8.6631	1480	STS2-120s		ETH		
FVI	Forni Avoltri	UD	Friuli Venezia Giulia	46.5966	12.7804	1024	CMG40-30s		INGV		
GALF	Gagliano Castelferrato	EN	Sicilia	37.7107	14.5665	740	Trillium-40s		INGV		
GAVE	Gavelli	PG	Umbria	42.6922	12.8942	1161	L4-C-3D		INGV		
GEPF	Gemona - Piazza del Ferro	UD	Friuli Venezia Giulia	46.275000	13.138600	12	CMG40-30s		INGV-RF		
GIB	Gibilmanna	PA	Sicilia	37.9903	14.0262	1005	S-13		INGV		
GIB (2)	Gibilmanna	PA	Sicilia	37.9903	14.0262	1005	L4-C-3D		INGV		
GIO	Monte San Gregorio	CT	Sicilia	37.5667	15.1083	200	L4-C-3D		INGV		
GIUL.	Giuliano Di Roma	FR	Lazio	41.55827	13.25458	566	Trillium-40s		INGV		
GMB	Gambarie	RC	Calabria	38.1681	15.8289	1300	L4-C-3D		INGV		
GMNA	Gemona	UD	Friuli Venezia Giulia	46.27298	13.1383	250	S-13		INGV		
GRFL	Gerfalco	GR	Toscana	43.1472	10.9755	750	S-13		INGV		
GRI	Girifalco	CZ	Calabria	38.82213	16.42002	510	S-13		INGV		
GRI (2)	Girifalco	CZ	Calabria	38.82213	16.42002	510	L4-C-3D		INGV		
GROG	Isola di Gorgona	LI	Toscana	43.42618	9.89201	118	Trillium-40s		Episensor		
GSCL	Guscioia	MO	Emilia Romagna	44.35047	10.58810	674	S-13		INGV		
GUAR	Guarcino	FR	Lazio	41.79450	13.31229	741	Trillium-40s		INGV		
GUMA	Gualdo di Macerata	MC	Marche	43.0627	13.3352	574	Trillium-120s		INGV		
HAGA	Brucoli	CT	Sicilia	37.2850	15.1550	126	Trillium-40s		INGV-CT		
HAVL	Avola	SR	Sicilia	36.9596	15.1220	502	Trillium-40s		INGV		
HCRL	Carlentini	SR	Sicilia	37.2831	15.0325	240	Trillium-40s		INGV		04-04-08
HMDC	Modica	RG	Sicilia	36.9590	14.7831	595	Trillium-40s		INGV		
HVZN	Vizzini	CT	Sicilia	37.1783	14.7155	787	Trillium-40s		INGV		
IACL	Alicudi	RC	Calabria	38.5330	14.3550	145	Trillium-40s		INGV-CT		
IFIL	Filiudi	ME	Sicilia	38.5642	14.5753	277	Le3D-5s		INGV		

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	m/slm	velocimetro	accel.	rete	aperte '08	chiuse '08
ILLI	Lipari	ME	Sicilia	38.4457	14.9483	283	Trillium-40s		INGV		
IMI	Imperia	IM	Liguria	43.9105	7.8932	840	Trillium-40s		INGV		
INTR	Introdacqua	AQ	Abruzzo	42.0115	13.9046	924	Trillium-40s		INGV		
IVPL	Vulcano Piano	ME	Sicilia	38.3763	14.9801	486	Trillium-40s		INGV		
JOPP	Joppolo	VV	Calabria	38.6068	15.8856	500	Trillium-40s		INGV		
KEK	Kerkira	(GR)	Grecia	39.7130	19.7987	280	STS2-120s		HL-NOA		
LADO	San Nicola dell'Alto	RR	Calabria	39.283981	16.979492	488	KS-2000		INGV-CL	10-06-08	
LATE	Latera	VT	Lazio	42.6137	11.8040	610	Trillium-40s	Episensor	INGV		
LAV9	Lanuvio	RM	Lazio	41.6778	12.6989	300	S-13		INGV		
LNSS	Leonessa	RI	Lazio	42.60286	13.04032	1155	Trillium-40s		INGV		
LPD	Lampedusa	AG	Sicilia	35.5110	12.5950	20	S-13		INGV		
LPEL	Lama dei Peligni	CH	Abruzzo	42.0468	14.1832	760	Trillium-40s		INGV		
LSD	Lago Serrù - Ceresole Reale	TO	Piemonte	45.4595	7.13433	2285	Trillium-40s	Episensor	INGV-IG		
LTRZZ	Laterza	TA	Puglia	40.60325	16.81910	381	Le3D-5s		INGV		
LVI	Levanzo	TP	Sicilia	37.9856	12.3369	30	S-13		INGV		
MA9	Marino	RM	Lazio	41.7702	12.6593	340	Trillium-240s		INGV		
MABI	Malga Bissina	TN	Trentino Alto Adige	46.0549	10.5140	1853	Trillium-40s		INGV		
MAGA	Magasa	BS	Lombardia	45.7753	10.6286	1265	Trillium-40s		INGV		
MAIM	Mastiano	LU	Toscana	43.91417	10.4915	200	Trillium-40s		INGV-IG		
MAON	Monte Argentario	GR	Toscana	42.4283	11.1309	237	Trillium-40s	Episensor	INGV		
MATE	Matera	MT	Basilicata	40.6491	16.7044	494	STS2-120s		GEOFON		
MCEL	Monticello	PZ	Basilicata	40.3249	15.8019	960	Trillium-40s	Episensor	INGV		
MCRV	Calabritto - Mt. Cervialto	AV	Campania	40.7826	15.1684	1191	Trillium-40s		INGV		
MCT	Montecammarata	AG	Sicilia	37.61864	13.60761	1558	Le3D-5s		INGV		
MDI	Monte di Nese	BG	Lombardia	45.7697	9.7160	954	Trillium-40s	Episensor	INGV		
MELA	Melanico-S. Croce di Maglano	CB	Molise	41.7059	15.1270	115	Trillium-40s		INGV		
MEU	Monte Lauro	SR	Sicilia	37.1111	14.8300	986	L4-C-3D		INGV		
MFNL	Monte Finestrelle	TP	Sicilia	37.79082	12.92242	677	SS1-Ranger		INGV		
MGAB	Montegabbione	TR	Umbria	42.91263	12.11214	547	Trillium-40s	Episensor	INGV	09-04-08	

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	m/slm	velocimetro	accel.	rete	aperte '08	chiuse '08
MGR	Morigerati	SA	Campania	40.13760	15.55352	288	Trillium-40s		INGV		
MIDA	Miranda	IS	Molise	41.64188	14.25402	950	Trillium-40s		Episensor		INGV
MIGL	Miglionico	MT	Basilicata	40.6044	16.4410	440	Trillium-40s		Episensor		INGV
MILZ	Milazzo Faro	ME	Sicilia	38.2713	15.2313	0	Trillium-40s		INGV		INGV
MMGO	Monte Muggiagiaro	AG	Sicilia	37.66195	12.97673	397	SS1-Ranger		INGV		
MMK	Mattmark	(CH)	Svizzera	46.05167	7.9650	2200	STS2-120s		ETH		
MMME	Mongiuffi-Melia	ME	Sicilia	37.9352	15.2539	959	Trillium-40s		INGV		
MNO	Monte Soro	ME	Sicilia	37.9310	14.6950	1830	Le3D-5s		INGV		
MNS	Montasola	RI	Lazio	42.38546	12.68106	706	Trillium-40s		INGV		
MOCO	Biccari - Mt. Cornacchia	FG	Puglia	41.3700	15.1580	1049	Trillium-40s		Episensor		INGV
MODE	Modena - Università	MO	Emilia Romagna	44.629722	10.949167	41			Episensor		INGV
MODR	Mondragone	CE	Campania	41.1459	13.8779	345	Trillium-40s		Episensor		INGV
MONC	Moncucco Torinese	AT	Piemonte	45.0739	7.9271	480	Trillium-40s		Episensor		INGV
MPAZZ	Palizzi	RC	Calabria	37.9531	16.0067	496	Trillium-40s		Episensor		INGV
MPG	Monte Pellegrino	PA	Sicilia	38.1617	13.3600	600	Le3D-5s		INGV		
MRB1	Monte Rocchetta	BN	Campania	41.1227	14.9682	688	Trillium-40s		Episensor		INGV
MRGE	Murge	AO	Valle d'Aosta	45.76975	7.06101	1660	Trillium-40s		Episensor		INGV
MRLC	Muro Lucano	PZ	Basilicata	40.75640	15.48892	605	Trillium-40s		Episensor		INGV
MRVN	Minervino Murge	BA	Puglia	41.0609	16.1958	610	Trillium-40s		Episensor		INGV
MSAG	Monte Sant'Angelo	FG	Puglia	41.7120	15.9096	890	Trillium-40s		Episensor		INGV
MSC	Monte Massico	CE	Campania	41.1915	13.97133	109	S-13		INGV-OV		
MSCL	Scilla	RC	Calabria	38.2320	15.7900	893	Le3D-20s		INGV-CT		
MSI	Messina	ME	Sicilia	38.20525	15.55385	55	S-13		INGV		
MSRU	Poggio Scudearu	ME	Sicilia	38.2639	15.5083	408	Trillium-40s		INGV		
MSSA	Maissana	SP	Liguria	44.3163	9.5174	930	Trillium-240s		INGV-IG		21-11-08
MTCE	Montecelio	RM	Lazio	42.0228	12.7422	388	Trillium-40s		INGV		
MTGR	Montagna Grande	TP	Sicilia	37.8934	12.7593	751	SS1-Ranger		INGV		
MTRZ	Monterenzio	BO	Emilia Romagna	44.3128	11.4248	570	Trillium-40s		Episensor		INGV
MTSN	Montesano sulla Marcellana	SA	Campania	40.2663	15.7515	1056	Trillium-40s		INGV		

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	m/slm	velocimetro	accel.	rete	aperte '08	chiuse '08
MTTG	Motta San Giovanni	RC	Calabria	38.00310	15.69992	484	Trillium-40s		INGV		
MUGIO	Muggio	(CH)	Svizzera	45.9219	9.0417	830	STS2-120s		ETH		
MURB	Monte Urbino	PG	Umbria	43.26300	12.52460	845	Trillium-40s		INGV		
NL9	Nola	NA	Campania	40.9205	14.5450	75	S-13		Episensor	INGV-OV	
NOCL	Noci	BA	Puglia	40.7888	17.0644	420	Trillium-40s		INGV		
NOVE	Novellara	RE	Emilia Romagna	44.79822	10.71608	16	Le3D-5s		INGV		
NRCA	Norcia	PG	Umbria	42.82355	13.11427	927	S-13		INGV		
NRCA (2)	Norcia	PG	Umbria	42.82355	13.11427	927	Trillium-40s		INGV		24-11-08
OFFI	Offida	AP	Marche	42.9350	13.6857	320	Trillium-40s		INGV		
ORI	Oriolo Calabro	CS	Calabria	40.05096	16.45040	375	Le3D-5s		INGV		
ORO	Oropa	BI	Piemonte	45.6268	7.9813	1157	S-13		INGV		
OSKI	Oschiri	SS	Sardegna	40.8210	9.1083	896	Trillium-40s		INGV		
OVO	Osservatorio Vesuviano	NA	Campania	40.8275	14.39567	584	S-13		INGV		INGV-OV
PALA	Cima Pala	PN	Friuli Venezia Giulia	46.2450	12.9240	1280	STS2-120s		OGS-NI		09-09-08
PALZ	Palazzo San Gervasio	PZ	Basilicata	40.9441	15.9602	450	Trillium-40s		INGV		
PARC	Parchiule - Borgo Pace	PU	Marche	43.6486	12.2386	580	Trillium-40s		Episensor	INGV	01-04-08
PCP	Pian Castagno - Ponzone	AL	Piemonte	44.54133	8.54517	770	Trillium-40s		INGV		INGV-IG
PDG	Podgorica	(MNE)	Montenegro	42.42970	19.26080	40	STS2-120s		Episensor	MedNet	17-07-08
PE9	Pescosannita	BN	Campania	41.23333	14.83333	395	S-13		INGV		
PESA	Pesaro	PS	Marche	43.94105	12.84018	221	Trillium-40s		INGV		
PIE1	Pieia	PS	Marche	43.5357	12.5350	665	Trillium-40s		INGV		
PII	Pisa Certosa	PI	Toscana	43.7219	10.5250	66	S-13		INGV		
PIPA	Pietrapaola	CS	Calabria	39.485140	16.815800	479	Trillium-240s		INGV		02-07-08
PLAC	Placanica	RC	Calabria	38.4494	16.4383	602	Trillium-40s		Episensor	INGV	
PLLN	Pollina	PA	Sicilia	37.99260	14.14310	787	S-13		INGV		
POFI	Posta Fibreno	FR	Lazio	41.71743	13.71202	878	Trillium-40s		Episensor	INGV	
POLC	Polcenigo	PN	Friuli Venezia Giulia	46.0266	12.5005	150	CMG40-30s		OGS-NI		
POZ	Pozzuoli	NA	Campania	40.82033	14.1205	3	L4-C-3D		INGV-OV		
PRMA	Parma Università	PR	Emilia Romagna	44.763740	10.313110	78	Trillium-120s		INGV		04-06-08

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	m/slm	velocimetro	accel.	rete	aperte '08	chiuse '08
PSB1	Pesco Sannita	BN	Campania	41.22345	14.81078	551	Trillium-40s	Episensor	INGV		
PTCC	Patocco	UD	Friuli Venezia Giulia	46.4075	13.3540	700	S-13		INGV		
PTCC (2)	Patocco	UD	Friuli Venezia Giulia	46.4075	13.3540	700	Trillium-40s		INGV	26-02-08	
PTQR	Pietraquaria	AQ	Abruzzo	42.0219	13.4005	957	S-13		INGV		
PTRJ	Pietraroja	BN	Campania	41.3641	14.5290	1027	Trillium-240s	Episensor	INGV		
PTRP	Pietrapertosa	PZ	Basilicata	40.52148	16.06124	1077	Le3D-5s		INGV		
PTS	Pantelleria	TP	Sicilia	36.8070	11.9930	100	S-13		INGV		
PZUN	Potenza Università	PZ	Basilicata	40.6458	15.8070	820	STS2-120s	Episensor	MEdNet-BA	27-03-08	
PZZ	Prazzo-Stroppo	CN	Piemonte	44.5068	7.1160	1430	Trillium-40s		INGV-IG		
PZZT	Monte Pizzetto	BO	Emilia Romagna	44.1313	10.8617	1236	Trillium-40s		INGV		
QLNO	Quiliano	SV	Liguria	44.33425	8.34592	547	Trillium-40s		INGV		
RAFF	Raffo Rosso	CT	Sicilia	37.2225	14.3624	310	Trillium-40s		INGV		
RAVA	Ravarino	MO	Emilia Romagna	44.75587	11.11880	15	Le3D-5s		INGV		
RDP	Rocca Di Papa	RM	Lazio	41.75833	12.71667	760	Trillium-40s		INGV		
RESU	Resuttano	CL	Sicilia	37.6468	14.0568	785	Trillium-40s		INGV	25-02-08	
RFI	Roccamontefina	CE	Campania	41.3006	13.9847	780	S-13		INGV		
RGNG	Rignano Garganico	FG	Puglia	41.6742	15.5864	587	S-13		INGV		
RMP	Roma Monte Porzio	RM	Lazio	41.8111	12.7022	380	Trillium-120s		INGV		
RNI2	Rionero Sannitico	IS	Molise	41.7033	14.1524	950	Trillium-40s		INGV		
ROM9	ROMA (Sede INGV)	RM	Lazio	41.8284	12.5155	110	Trillium-120s	Episensor	INGV		
RORO	Rocca Rossa	SV	Liguria	44.1122	8.0662	260	CMG-3T-100s		INGV-IG		
ROVR	Roverè Veronese	VR	Veneto	45.6468	11.0721	1316	Trillium-120s	Episensor	INGV	08-10-08	
RSM	Repubblica di San Marino	RSM	Rep. San Marino	43.9303	12.4497	645	S-13		INGV		
RSM (2)	Repubblica di San Marino	RSM	Rep. San Marino	43.9303	12.4497	645	Trillium-120s		INGV		
RSP	Reno Superiore	TO	Piemonte	45.14817	7.26533	1285	Trillium-40s	Episensor	INGV-IG		
SABO	Monte Sabotino	GO	Friuli Venezia Giulia	45.9875	13.6336	621	STS2-120s		OGS-NI	10-09-08	
SACR	S. Croce del Sannio	BN	Campania	41.3974	14.7057	859	Trillium-40s	Episensor	INGV		
SACS	S. Casciano dei Bagni	SI	Toscana	42.8491	11.9097	845	Trillium-40s	Episensor	INGV		

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	m/slm	velocimetro	accel.	rete	aperte '08	chiuse '08
SALO	Salò	BS	Lombardia	45.6183	10.5243	600	Trillium-40s	Episensor	INGV		
SAOF	Saorge	(F)	Francia	43.9860	7.5530	595	STS2-120s		FR		
SBPO	S. Benedetto Po	MN	Lombardia	45.05108	10.91987	10	Trillium-40s		INGV		
SC2M	Scurtabò	SP	Liguria	44.4043	9.5343	664	Trillium-40s		INGV-IG		
SCHR	S. Chirico Raparo	PZ	Basilicata	40.19924	16.07590	968	Le3D-5s		INGV		
SCLL	Scilla	RC	Calabria	38.25625	15.71432	81	S-13		INGV		
SCTE	Santa Cesarea Terme	LE	Puglia	40.0724	18.4675	150	Trillium-40s	Episensor	INGV		
SDI	San Donato Val Comino	FR	Lazio	41.70995	13.81070	698	S-13		INGV		
SEI	Sant'Agata	FI	Toscana	44.0543	11.3586	610	S-13		INGV		
SENI (^)	Senigallia	AN	Marche	43.7052	13.2331	10	Le3D-1s	Episensor	INGV		
SERS	Sersale	CZ	Calabria	39.0359	16.6886	1221	Trillium-40s		INGV		
SEST	Monte Rota	BZ	Trentino Alto Adige	46.7493	12.2165	1729	Le3D-5s		INGV		
SFI	Santa Sofia	FO	Puglia	43.90477	11.84695	548	S-13		INGV		
SFI (2)	Santa Sofia	CE	Campania	41.38667	14.37917	880	Trillium-40s	Episensor	INGV		
SGG	S.Gregorio Matese	SA	Campania	40.56045	15.30738	651	S-13		INGV		
SGO	Sicignano degli Alburni	FG	Puglia	41.7546	15.7437	960	Trillium-40s	Episensor	INGV		
SGRT	San Giovanni Rotondo	FG	Puglia	41.1350	15.3650	890	Trillium-40s	Episensor	INGV		
SGTA	Sant'Agata di Puglia	PZ	Basilicata	40.1821	15.8675	1063	Trillium-40s	Episensor	INGV		
SIRI	Monte Sirino - Moliterno	SA	Campania	40.3900	15.6328	986	S-13		INGV		
SLCN	Sala Consilina	SA	Campania	40.3900	15.6328	986	Trillium-40s		INGV		
SLCN (2)	Sala Consilina	ME	Sicilia	38.56355	14.83295	361	S-13		INGV		
SLNA	Salina	(F)	Francia	42.0940	9.2850	405	STS2-120s		FR		24-03-08
SMPL	Sampolo	CT	Sicilia	37.5476	15.3975	-2065	CMG1T-360s		INGV-CT		
SN1 (#)	Capo Mulini Mare	AV	Campania	40.9254	15.2091	874	Trillium-40s	Episensor	INGV		
SNAL	S. Angelo dei Lombardi	MC	Marche	43.2550	12.9406	650	S-13		INGV		
SNTG	Esanatoglia	RC	Calabria	38.07323	16.05424	305	S-13		INGV		
SOI	Sarno	RC	Calabria	38.07323	16.05424	305	Le3D-5s		INGV		
SOI (2)	Sarno	NA	Campania	40.5820	14.3350	497	Trillium-40s		INGV		11-09-08
SOR	Termini di Sorrento										

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	m/slm	velocimetro	accel.	rete	aperte '08	chiuse '08
SSY	Sortino	SR	Sicilia	37.1577	15.0737	600	Trillium-40s		INGV		
STR3	Stromboli 3	ME	Sicilia	38.7978	15.2305	195	CMG40-60s		INGV-OV		
STR4	Stromboli 4	ME	Sicilia	38.77385	15.21150	86	CMG40-60s		INGV-OV		
STR5	Stromboli 5	ME	Sicilia	38.79107	15.20317	632	CMG40-60s		INGV-OV		
STV	Sant'Anna di Valdieri	CN	Piemonte	44.2455	7.3260	930	Trillium-240s		INGV		
TDS	Terranova da Sibari	CS	Calabria	39.66010	16.33762	244		S-13	INGV		
TERO	Teramo	TE	Abruzzo	42.6228	13.6039	673	Trillium-40s		INGV		
TIP	Timpagrande	KR	Calabria	39.17935	16.75827	789	STS2-120s		MedNet		
TIR	Tirana	(AL)	Albania	41.347215	19.863082	247	STS2-120s		MedNet		
TOLF	Tolfa	RM	Lazio	42.0641	12.00002	371	Trillium-40s		INGV		
TR9	Trevico	AV	Campania	41.04583	15.232	1094	L4-C-3D		INGV-OV		
TRAV	Traversella	TO	Piemonte	45.51267	7.7470	990	Trillium-40s		INGV-IG		
TRI	Trieste	TS	Friuli Venezia Giulia	45.70988	13.7642	161		S-13	INGV		
TRI (2)	Trieste	TS	Friuli Venezia Giulia	45.70988	13.7642	161	STS1-VBB		MEDNet		
TRIV	Trivento	CB	Molise	41.7666	14.5502	598	Trillium-40s		INGV		
TRTR	Tortoreto Alta	TE	Abruzzo	42.8081	13.9138	160	Trillium-40s		Episensor		
TUE	Stuetta	SO	Lombardia	46.47223	9.34732	1924	STS2-120s		MedNet		
USI	Ustica	PA	Sicilia	38.70787	13.17913	285	Trillium-40s		INGV		
VAGA	Valle Agricola	CE	Campania	41.4154	14.2342	795	Trillium-40s		INGV		
VAI	Varese	VA	Lombardia	45.86742	8.76837	1150		S-13	INGV		
VCEL	Villa Celiera	PE	Abruzzo	42.3946	13.8406	1185	Le3D-5s		INGV		
VENT	Ventotene	LT	Lazio	40.79478	13.42156	108	Le3D-5s		INGV		
VINO	Villanova	UD	Friuli Venezia Giulia	46.25383	13.27550	608	CMG-3T-100s		OGS-NI		
VLC	Villa Colle Mandina	LU	Toscana	44.15913	10.38618	562	STS2-120s		MedNet		
VMG	Villore del Mugello	FI	Toscana	43.9617	11.5438	450		S-13	INGV		
VSL	Villasalto	CA	Sardegna	39.4960	9.3780	370	STS1-VBB		MedNet		
VULT	Monte Vulture-Melfi	PZ	Basilicata	40.9549	15.6163	1101	Trillium-40s		INGV		
VVLD	Villavallelonga	AQ	Abruzzo	41.86965	13.62324	1051	Trillium-40s		INGV		
WDD	Wield Dalam	(M)	Isola di Malta	35.8373	14.5242	44	STS2-120s		MedNet		

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	m/slm	velocimetro	accel.	rete	aperte '08	chiuse '08
WTTA	Wattenberg	(A)	Austria	47.2637	11.6363	1764	STS2-120S		OA		

Indice

Introduzione	4
1. La Rete Sismica Nazionale Italiana	6
2. La sismicità italiana nel 2008	6
3. Principali sequenze sismiche nel 2008	9
4. Esplosioni in cava	19
Analisti del Bollettino Sismico Italiano per l'anno 2008	26
Ringraziamenti - Acknowledgments	26
Bibliografia	26
Appendice A: Modello crostale	28
Appendice B: Calcolo della magnitudo M_L	28
Appendice C: Qualità delle localizzazioni	28
Allegato A: Stazioni della Rete Sismica Nazionale operative nel 2008	31

Coordinamento editoriale e impaginazione
Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale
Laboratorio Grafica e Immagini | INGV Roma

© 2010 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