



**Accordo di collaborazione scientifica tra La
Regione Toscana e il Dipartimento di scienze della
Terra, dell’Ambiente e della Vita - Università degli
Studi di Genova**



**“SVOLGIMENTO DI ATTIVITA’ DI RICERCA FINALIZZATE AL
MONITORAGGIO ED ALLO STUDIO DELLA SISMICITA’ IN
LUNIGIANA E GARFAGNANA”**

*Relazione Finale
(Dicembre 2012)*

Personale DISTAV:
Ferretti G., Pasta M., Pavan M., Spallarossa D.

Sommario

<i>Premessa</i>	2
<i>Stato attuale della rete RSLG</i>	4
<i>La stazione di Graiana (GRAM)</i>	6
<i>La stazione di Equi Terme (EQUI)</i>	10
<i>Caratteristiche tecniche delle stazioni installate</i>	15
<i>Procedure di raccolta, analisi, visualizzazione ed divulgazione dei dati sismici</i>	16
<i>Rapporti relativi ai principali eventi sismici occorsi nel periodo Gennaio - Novembre 2012</i>	19
<i>Evento del 25 Gennaio 2012</i>	19
<i>Evento del 27 Gennaio 2012</i>	27
<i>Evento del 05 Marzo 2012</i>	34
<i>Evento del 20 Maggio 2012</i>	41
<i>Evento del 29 Maggio 2012</i>	47

Premessa

Nell'ambito dell'accordo di collaborazione scientifica per "lo svolgimento di attività di ricerca finalizzate al monitoraggio ed allo studio della sismicità in Lunigiana e Garfagnana, il personale del Laboratorio di Sismologia del DISTAV, Università degli Studi di Genova, ha previsto lo svolgimento di differenti attività tecnico-scientifiche per conto della Regione Toscana mirate principalmente all'implementazione della Rete Sismica della Lunigiana e Garfagnana (rete RSLG, www.dipteris.unige.it/geofisica/rslg/index.html) attraverso l'ammodernamento di due ulteriori stazioni sismiche, il mantenimento e l'implementazione delle procedure automatiche adibite al servizio di allerta sismica e una accurata analisi della sismicità occorsa in Toscana ed aree limitrofe durante il 2012 con particolare attenzione gli eventi più significativi avvenuti nell'area nel mese di Gennaio, Marzo e Maggio nelle provincie di Reggio Emilia, Parma e Genova. La rete RSLG costituisce il ramo sud-orientale della Rete Sismica dell'Italia Nord-occidentale (rete RSNI, Regional Seismic network of North-Western Italy, www.dipteris.unige.it/geofisica), rete che ormai da molti anni garantisce analisi di sismicità di dettaglio per quanto riguarda le Alpi Sud-occidentali e l'Appennino settentrionale e quindi Regione Piemonte, Regione Liguria, Toscana settentrionale e Valle d'Aosta.

In figura 1 viene riportata la situazione della rete RSNI nella configurazione precedente all'avvio della presente collaborazione. Si ricordi che al Centro di Elaborazione Dati (CED) del Laboratorio di Sismologia giungono dati provenienti da due tipologie di stazioni classificabili in funzione del tipo di trasmissione dati:

- Stazioni in "real time": stazioni equipaggiate con acquisitori (i.e. Nanometrics Taurus, Lennartz M24) ed apparati di trasmissione (i.e. fibra ottica, link satellitari, router GPRS) che garantiscono il flusso continuo di dati dalla stazione remota al CED e che possono quindi essere utilizzate per gestire procedure di localizzazione in tempo quasi-reale, indispensabili per fornire servizi di allerta sismica;
- Stazioni "Dial-up": stazioni equipaggiate con acquisitori (i.e. Lennartz MARS88) e apparati di trasmissione (i.e. Modem GMS) che trasmettono i dati sismici raccolti attraverso procedure a chiamata per cui il CED ad intervalli regolari (i.e. 2 ore) richiede alle stazioni remote l'invio di dati selezionati che, quindi, possono essere impiegati solo per analisi di sismicità non in tempo reale.

Inoltre, grazie soprattutto alla collaborazione con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, presso il CED del DISTAV, oltre ai dati trasmessi dalle stazioni della rete RSNI (e RSLG), vengono gestiti anche i dati trasmessi da stazioni facenti parti di reti sismiche nazionali ed internazionali. In particolare vengono attualmente utilizzati i dati provenienti da stazioni sismiche operanti in Italia Nord Occidentale, Francia orientale e Svizzera, gestite dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV Roma), dall'Osservatorio Sismologico Géoazur/CNRS (rete RéNaSS) e dello Swiss Federal Institute of Technology (ETH Zurigo). In figura 1, i simboli verdi indicano l'ubicazione di tutte le stazioni sismiche appartenenti alle reti RéNaSS, ETH e INGV i cui dati vengono attualmente trasmessi in tempo reale al CED e sono utilizzati all'interno delle procedure per il monitoraggio dell'attività sismica delle Alpi Sud-occidentali e Appennino settentrionale.

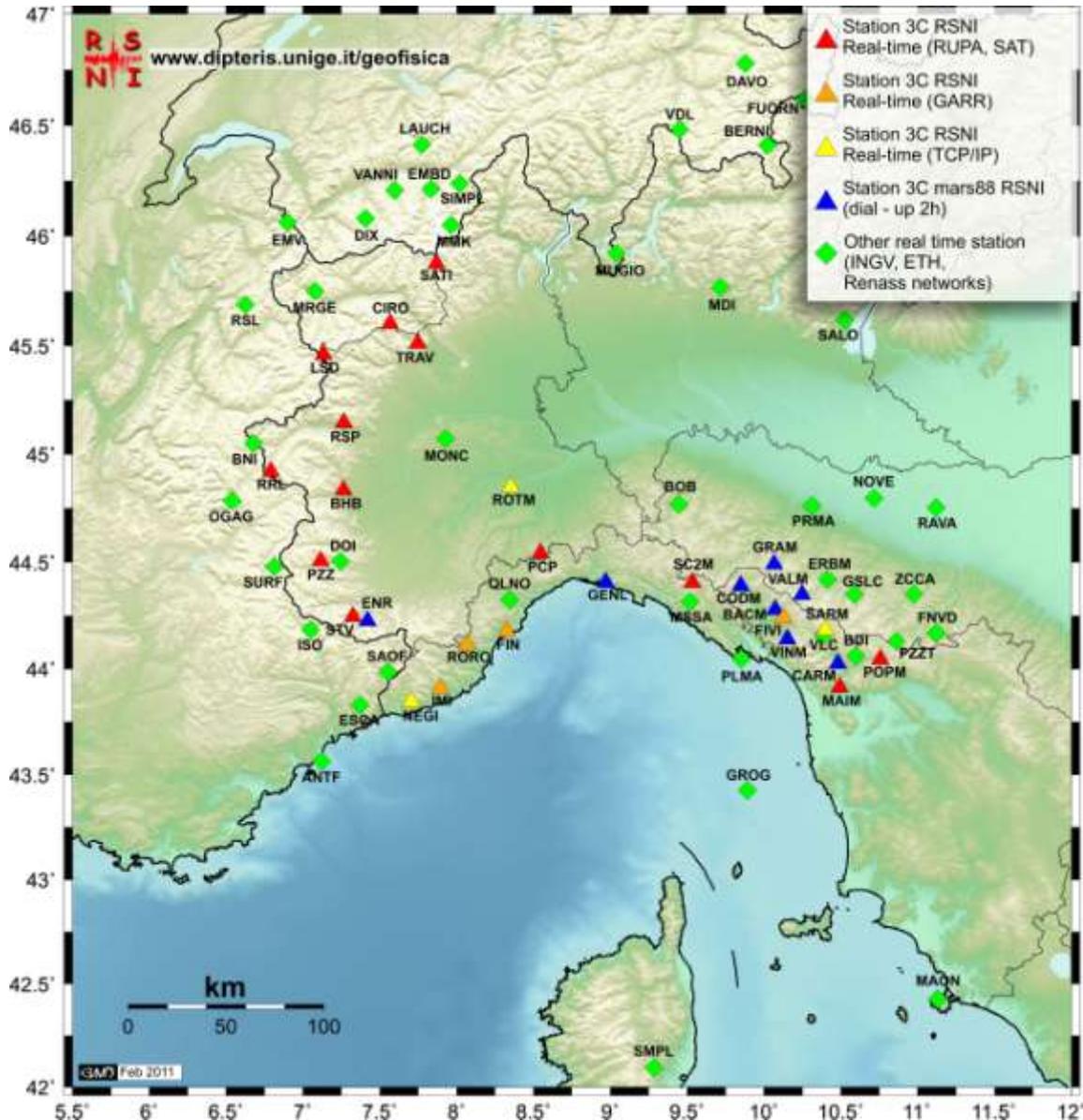


Figura 1: situazione della rete RSNI aggiornata a gennaio 2012. Sono riportate sia le stazioni della rete RSNI, gestite dal Laboratorio di Sismologia del DISTAV (triangoli blu, gialli e rossi) sia le stazioni appartenenti ad enti esterni (simboli verdi, rete ETH, rete RENASS, rete INGV)

Stato attuale della rete RSLG

Allo stato attuale la rete RSLG (figure 2 e 3), a seguito degli interventi di ammodernamento effettuati nell'ambito delle attività inerenti al presente accordo, risulta composta da complessivamente 11 stazioni di cui 8 ubicate in Lunigiana e Garfagnana, 1 in Liguria e 2 in Emilia Romagna. Altre 14 stazioni sismiche appartenenti alla rete nazionale gestita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia di Roma risultano ubicate in zone limitrofe all'area monitorata dalla rete RSLG.

Allo stato attuale, a seguito degli interventi effettuati nell'ambito del presente accordo, le 11 stazioni della rete RSLG risultano equipaggiate con i seguenti apparati: sei stazioni, MAIM (Mastiano, LU), POPM (Popiglio, PT), EQUI (Equi Terme, MS), SARM (Sassorosso, LU), GRAM (Graiana, PR) e GORR (Gorreto, GE) sono equipaggiate con apparati di ultima generazione (acquisitori Nanometrics Taurus e sensori Nanometrics Trillium 40' o Guralp CMG40) e con un sistema di trasmissione che garantisce l'invio dei dati in tempo reale (apparato satellitare o modem GPRS/UMTS). Si rimanda al prossimo paragrafo per quanto riguarda la descrizione di dettaglio dell'equipaggiamento strumentale delle due stazioni EQUI e GRAM, ove sono stati effettuati gli interventi pianificati all'interno del presente accordo di collaborazione.

A seguito dell'installazione di una nuova stazione sismica presso Equi Terme (EQUI), la stazione "dial up" installata presso Vinca (codice VINM) è stata rimossa.

La stazione accelerometrica di Fivizzano (FIVI) è invece equipaggiata con un accelerometro episensor e un acquisitore Nanometrics Taurus; la trasmissione dei dati in tempo reale viene garantita attraverso la connessione internet (locale + GARR) messa a disposizione dalla Comunità Montana delle Lunigiana ove la stazione è ospitata.

Le restanti 4 stazioni risultano ancora equipaggiate con sensori Lennartz LE-3D/5s e acquisitori Lennartz Mars88. Gli apparati di trasmissione sono costituiti da modem telefonici o GSM che permettono una connessione tra le stazioni e il CED attraverso un sistema a chiamata (stazioni "dial-up").

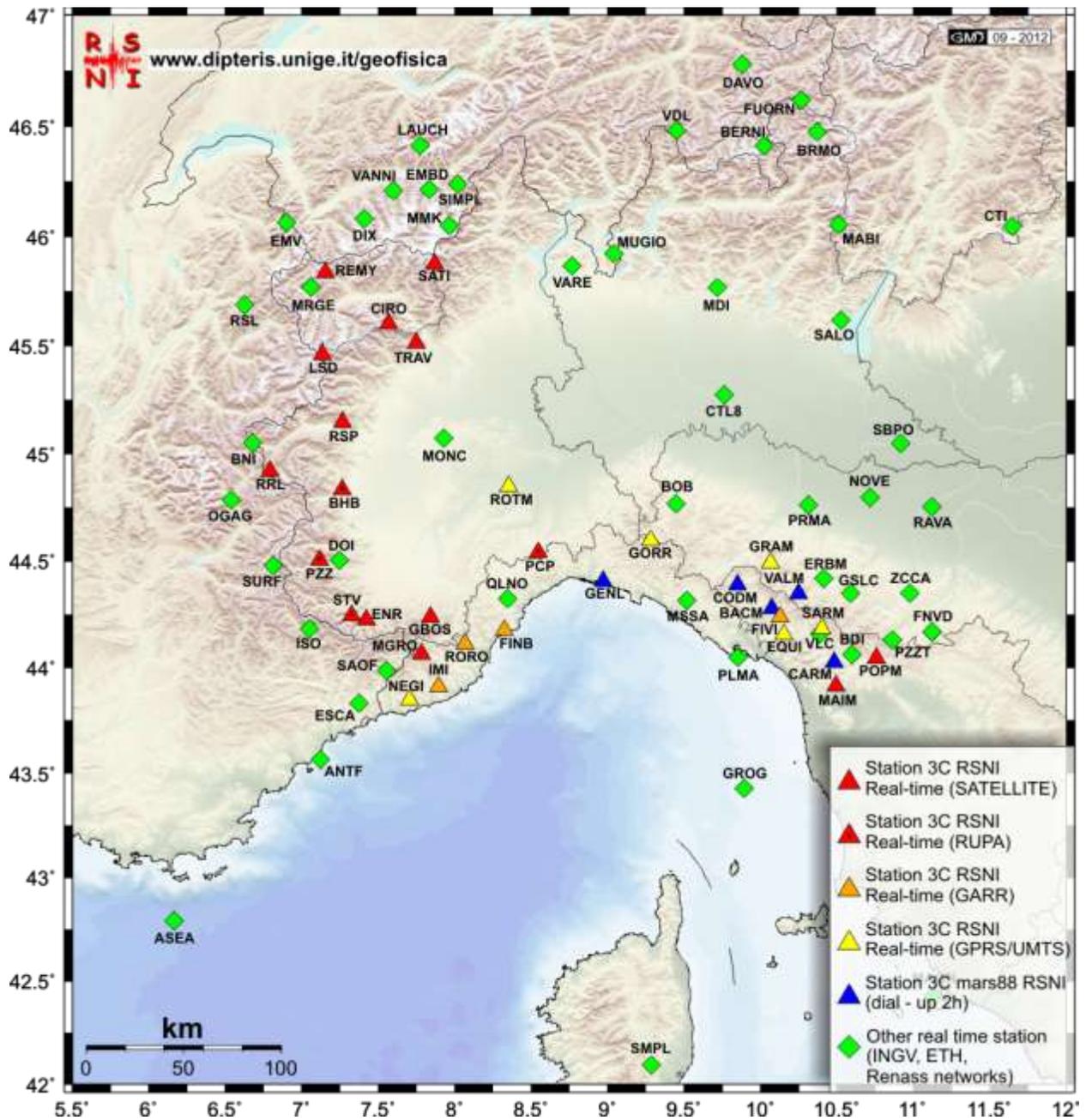


Figura 2: situazione della rete RSNI aggiornata a Dicembre 2012. Sono riportate sia le stazioni della rete RSNI, gestite dal Laboratorio di Sismologia del DISTAV (triangoli blu, gialli e rossi) sia le stazioni appartenenti ad enti esterni (simboli verdi, rete ETH, rete RENASS, rete INGV)

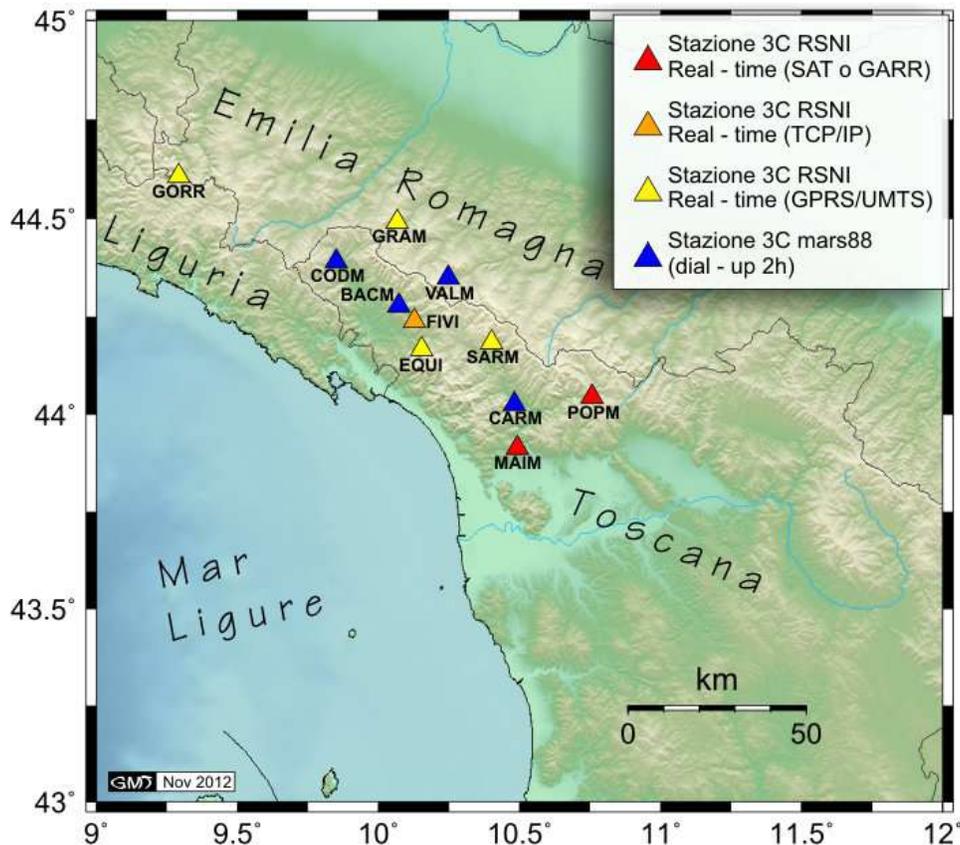


Figura 3: situazione della rete RSLG aggiornata a Dicembre 2012

Nell’ambito delle attività svolte all’interno del presente accordo, si rimarca sia l’ammodernamento della stazione di Graiana (GRAM), trasformata da stazione “dial-up” a stazione in “tempo reale”, sia la nuova installazione presso Equi Terme (EQUI), sia l’implementazione del sistema di acquisizione in uso presso il CED per il monitoraggio dell’attività sismica della Lunigiana e Garfagnana attraverso l’utilizzo delle stazioni INGV ubicate nell’area.

Al momento risulta attivo un sistema di “allerta sismica” per il personale preposto della Regione Toscana che, basandosi su una metodologia automatica per analisi di sismicità in tempi brevi, è in grado di fornire un servizio in tempo quasi reale di disseminazione dei parametri sismici attraverso mail, SMS e pagine WEB.

La stazione di Graiana (GRAM)

A seguito delle attività di ricerca sopra descritte, si è scelto di procedere all’implementazione della rete RSLG partendo dall’aggiornamento strumentale della stazione sismica installata presso un piccolo edificio in muratura adiacente alla Chiesa di Graiana (comune di Corniglio, prov. di Parma). La stazione sismica risulta ubicata in una zona caratterizzata da una geologia piuttosto complessa caratterizzata dalla presenza di Serpentine, Calcari, Argille e detriti di falda. In particolare il sensore sismico è installato sopra ad un opportuno basamento in cemento costruito appositamente al piano terra dell’edificio ospitante la strumentazione.

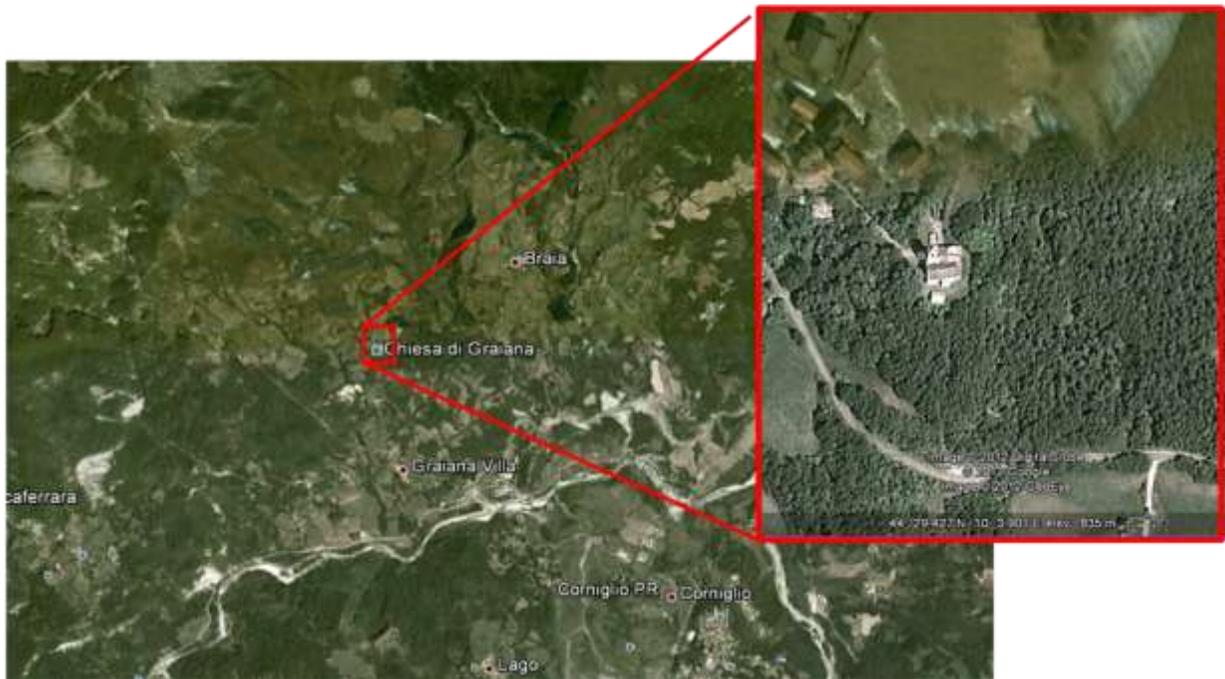


Figura 4: Stazione GRAM – Ubicazione della stazione



Figura 5: Stazione GRAM – inquadramento geologico dell'area (carte geologica d'Italia 1:100000 - ISPRA)

Il sito di installazione individuato presso il locale adiacente alla chiesa di Graiana è stato preparato accuratamente per garantire un'alloggiamento ideale della strumentazione sismica.

Nelle figure successive vengono riportati alcuni particolari relativi all'installazione finale. Il sensore sismico originale, un Lennartz LE-3D/5s è stato sostituito con un GURALP CMG40 ovvero si è passati da un sensore a banda allargata, con risposta piatta fino a circa 5s (0.2Hz) ad un sensore broadband con risposta piatta fino a 40s (0.025Hz). Tale sostituzione permette la registrazione ottimale anche delle componenti a bassa frequenza dei segnali sismici registrati, qualità molto importante soprattutto per analisi su terremoti lontani (telesimi) o sul microsisma. Il Guralp CMG40 possiede qualità strumentali del tutto compatibili con la strumentazione attualmente impiegata per il monitoraggio in territorio nazionale

dall'INGV (e.g. sensori Trillium 40) sia a livello di dinamica sia a livello di larghezza di banda. Il sensore è stato quindi collocato al di sopra di un basamento in cemento costruito all'interno dell'edificio ed è stato isolato termicamente coprendolo con una struttura rivestita internamente di polistirene espanso-estruso.

L'apparato di acquisizione originale, Lennartz MARS88, è stato sostituito con l'acquisitore Nanometrics Taurus, che rappresenta uno dei migliori datalogger disponibili attualmente sul mercato per l'equipaggiamento di stazioni sismiche in real-time.

Esternamente al locale (lato Sud) è stata fissata, ad un opportuno supporto, l'antenna GPS.

Come già effettuato e testato presso la stazione di Sassorosso, l'apparato di trasmissione dati in tempo reale è stato predisposto attraverso l'utilizzo di un router tipo "UR5", preposto alla trasmissione dati ad alta velocità via GPRS/UMTS, accoppiato con un dispositivo di controllo remoto operante mediante messaggi SMS da rete GSM. Come già descritto per l'installazione della stazione SARM, La reale applicabilità del sistema di trasmissione via GPRS/UMTS in alternativa al sistema satellitare, è stata raggiunta a seguito di una implementazione seguita dal personale del DISTAV e riguardante sia la ri-trasmissione dei pacchetti persi sia il problema legato alla perdita saltuaria della connessione con la cella GPRS/UMTS che impediva ogni tentativo di ri-connessione agli apparati, lasciando la stazione sismica isolata. L'aggiornamento del firmware (release 2.05 del 26 Ottobre 2010) ha risolto i problemi legati alla ri-trasmissione dei dati persi mentre l'accoppiamento del router UR5 con un modem gsm NETHIX, alimentato in bassa tensione, dai consumi estremamente limitati e appositamente ideato per il controllo automatico di sistemi remoti ha risolto anche il problema legato alle perdite di connessione. Specificatamente, in caso di mancanza di trasferimento del segnale sismico da parte del router GPRS/UMTS, l'invio di un SMS al modem di controllo NETHIX, attraverso una procedura automatica sviluppata ed attivata presso il CED del DISTAV, produce lo spegnimento e la successiva immediata riaccensione del router con il riavvio di tutte le funzionalità e quindi la ri-trasmissione dei dati persi.

Rispetto alla configurazione descritta per la stazione di Sassorosso (codice SARM) nella relazione relativa al 2011, le recenti attività di sviluppo effettuate dal personale del Laboratorio di Sismologia hanno condotto alla sostituzione del modem di controllo tipo PROTEX al tipo NETHIX in quanto, quest'ultimo dispositivo (di ultima generazione) presenta caratteristiche tecniche decisamente superiori e, soprattutto, una capacità di connessione estremamente maggiore rispetto al modello Protex che lo rende affidabile e performante anche in situazioni di livello basso del segnale GSM. Tale dispositivo Nethix è stato quindi impiegato sia a Sassorosso sia a Graiana sia a Equi Terme (come descritto nel paragrafo successivo).



Figura 6: Stazione GRAM – particolari relativi al sito di installazione: edificio adiacente alla chiesa di Graiana ospitante la stazione (in alto a sinistra) – armadio contenete l'acquisitore e l'apparato di trasmissione e basamento in cemento (in basso a sinistra) – armadio contenete le batterie tampone e junction box (in alto a destra)



Figura 7: Stazione GRAM – particolari relativi agli apparati installati presso il sito di Graiana: pannelli solari e antenne del GPS, del router UR5 e del Nethix (in alto); batterie tampone, acquirente taurus, router UR5 modem Nethix, centralina di regolazione per i pannelli solari (in centro); sensore sismico Guralp CMG40 e basamento in cemento (in basso)

Tutta la strumentazione installata in questa fase di ammodernamento della stazione di Graiana ha sostituito quella pre-esistente. In particolare, oltre all'acquisitore, al sensore sismico e agli apparati di trasmissione sono stati sostituiti i sistemi adibiti all'alimentazione della stazione: i due pannelli solari originariamente fissati alla facciata dell'edificio sono stati sostituiti installando una sdraio in ferro (appositamente costruita, figure 6 e 7) ove sono stati ancorati 3 pannelli solari da 50w cadauno, una junction box (necessaria al collegamento dei pannelli) è stata installata al primo piano dell'edificio (figura 6) e una nuova centralina di regolazione (tipo Phocos CX – solar charge controller) ha sostituito quella pre-esistente.

La stazione di Equi Terme (EQUI)

A differenza di quanto effettuato per la stazione di Graiana, per la quale la qualità del sito di installazione era già stata ampiamente valutata attraverso l'analisi delle registrazioni fornite dagli apparati sostituiti, per il sito di Equi Terme è stata necessaria pianificare ed eseguire una opportuna campagna di misure preliminare atta alla caratterizzazione sismica locale in termini sia di rumore di fondo sia di eventuali fenomeni di amplificazione locale.

Si noti che le stazioni “dial-up” ubicate nella zona ovvero Baccana (BACM) e Vinca (VINM), a seguito di opportuni sopralluoghi e verifiche, non hanno presentato caratteristiche idonee all'ammodernamento della strumentazione ed al passaggio ad un sistema di trasmissione satellitare. La mancanza di un irraggiamento solare sufficiente e/o il basso livello di segnale UMTS/GPRS e/o una limitata esposizione rispetto alla posizione dei satelliti impiegabili per la trasmissione dei dati ha obbligato il personale del DISTAV alla ricerca di un sito nuovo, ovviamente compatibile con gli standard di qualità della rete sismica pre-esistente.

In particolare la scelta del sito ove procedere con l'installazione degli apparati di rilevamento sismico è stata condotta seguendo i seguenti criteri principali:

- la posizione della stazione sismometrica è stata pianificata in modo da mantenere le stesse caratteristiche della rete pre-esistente (i.e. interdistanza media fra le stazioni di 20-30 km) considerando sia le stazioni appartenenti alla rete RSLG sia quelle facenti parte della rete sismica nazionale INGV e, ovviamente, in modo da garantire una copertura ottimale relativamente al monitoraggio della attività sismica regionale;
- qualificazione del sito al fine di valutare sia il livello di rumore antropico-naturale caratteristico del luogo di installazione (rumore di fondo) sia la presenza di eventuali fenomeni di amplificazione sismica locale legata alle condizioni geologiche sia le reali possibilità logistiche per l'installazione. A questo proposito è stata valutata la possibilità di poter disporre di un allacciamento alla linea di alimentazione e, per quanto riguarda la trasmissione dati, di una sufficiente copertura del segnale GPRS/UMTS;

Durante la fase di ricerca e caratterizzazione, è stato esaminato un sito ubicato in prossimità dell'ingresso superiore della grotta di Equi Terme. Nel dettaglio la stazione sismica temporanea è stata installata all'ingresso della Tecchia preistorica di Equi in un piccolo antro laterale ed è stata equipaggiata con un sensore Lennartz LE-3D/5s accoppiato con un acquisitore Nanometrics Taurus.

Sono state effettuate misure in continua in differenti periodi, a partire da marzo 2012, al fine di verificare l'insorgere di eventuali disturbi stagionali. Per ogni periodo di registrazione si è provveduto ad estrarre il segnale registrato in continuo considerando finestre giornaliere. A ciascuna registrazione è stata applicata la seguente procedura di analisi:

- ✓ Visualizzazione del segnale e suddivisione in finestre di 300 secondi
- ✓ Calcolo dello spettro di Fourier per ciascuna finestra (FFT)
- ✓ Calcolo del rapporto spettrale H/V (valutazione degli eventuali effetti di amplificazione sismica locale).

- ✓ Calcolo del sonogramma giornaliero (i.e. spettri di Fourier in funzione del tempo): suddivisione del segnale giornaliero in sezioni e calcolo delle FFT per ciascuna sezione di lunghezza pari a 1024 FFT. Si ricorda che un sonogramma rappresenta la variazione nel tempo del contenuto in frequenza di un segnale: nel caso riportato nella figura 4, l'asse X rappresenta il tempo (in secondi), l'asse Y il valore di frequenza mentre la scala di colori è proporzionale al livello di ampiezza delle singole componenti spettrali. I colori caldi (dal giallo al rosso) indicano ampiezze spettrali elevate, ovvero le frequenze che maggiormente caratterizzano il segnale in esame, mentre i colori freddi (dall'azzurro al blu) indicano un'ampiezza spettrale minore associata cioè a frequenze poco presenti all'interno del segnale stesso.
- ✓ Estrazione e visualizzazione di eventuali eventi sismici locali, regionali e telesismici estratti sulla base del bollettino sismico redatto dal Laboratorio di Sismologia del DISTAV attraverso la rete RSNi

Nelle figure seguenti vengono riportati alcuni dei risultati conseguiti durante la fase di analisi della risposta sismica del sito.

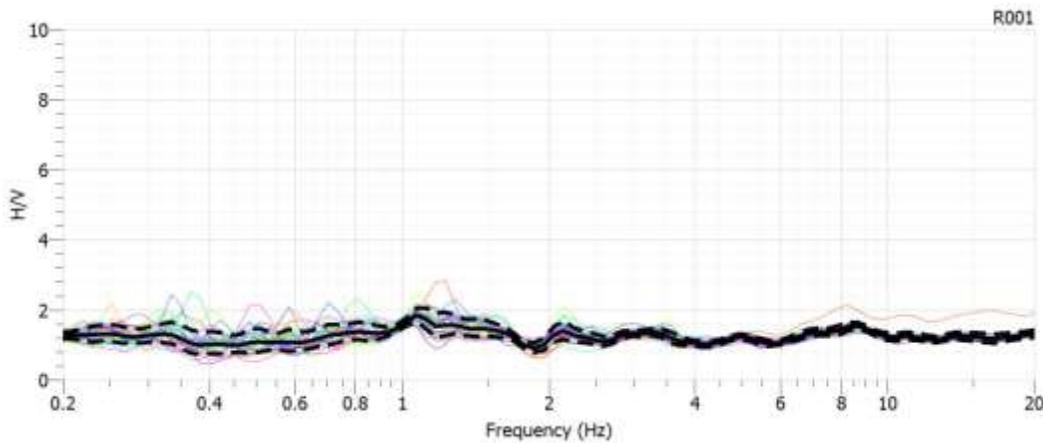


Figura 8: Stazione EQUI – analisi preliminari: valutazione dell'effetto di sito attraverso il metodo dei rapporti spettrali

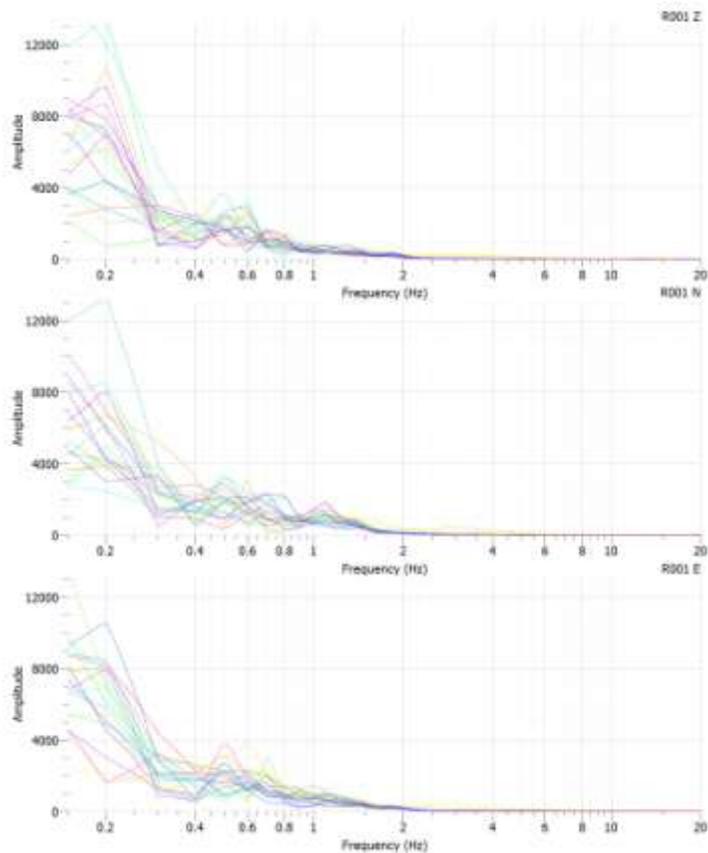


Figura 9: Stazione EQUI – analisi preliminari: contenuto spettrale del rumore ambientale (componenti Z verticale, NS nord-sud, EW est-ovest)

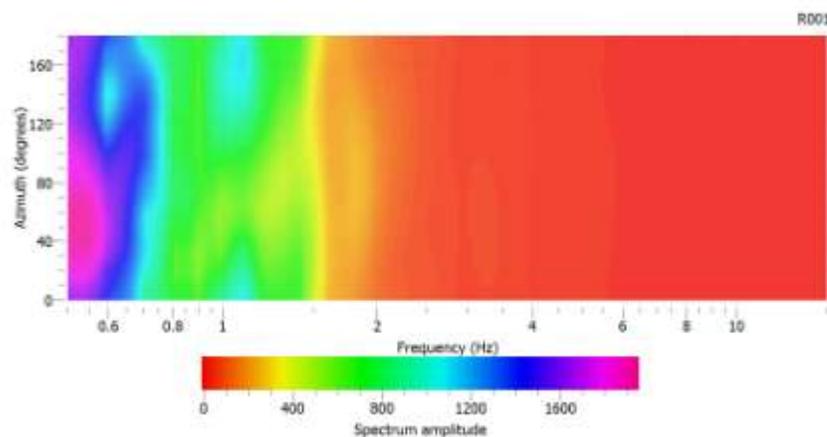


Figura 10: Stazione EQUI – analisi preliminari: contenuto spettrale del rumore ambientale (componenti orizzontali ruotate) in funzione dell'azimuth

Dal momento che il sito investigato ha presentato un rumore di fondo basso e, relativamente alla presenza di eventuali effetti di sito, i rapporti spettrali ottenuti attraverso la tecnica HVNSR (Nakamura) non hanno evidenziato particolari effetti di amplificazione, si è proceduto all'installazione della stazione di Equi Terme, Comune di Fivizzano, Prov. di Massa Carrara (Codice: EQUI) attraverso il posizionamento della strumentazione avente caratteristiche tecniche compatibili con le altre stazioni appartenenti alla rete RSLG e RSNI. In particolare è stato installato un sensore Broad-Band Guralp, tipo CMG40, un acquisitore Nanometrics tipo Taurus ed un apparato di trasmissione costituito da un Router

UMTS/GPRS, idoneo ad una trasmissione real-time dei dati. Ricordiamo che la stazione sismica è ubicata all'interno di un piccolo antro della Tecchia di Equi ove il sensore sismico è stato collocato su un pozzetto in cemento armato solidale con un affioramento roccioso costituito da calcari .



Figura 11: Stazione EQUI – ubicazione della stazione

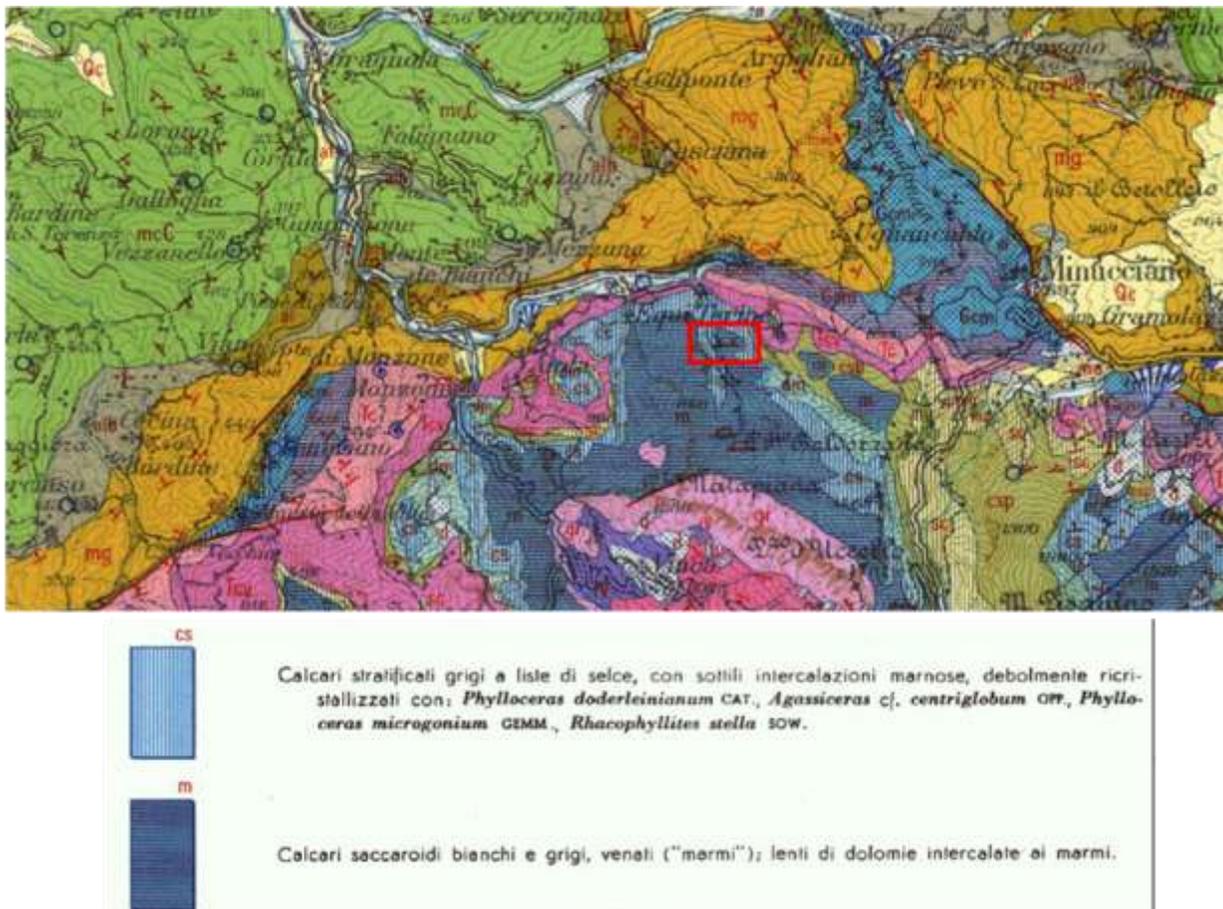


Figura 12: Stazione EQUI – inquadramento geologico dell'area (carte geologica d'Italia 1:100000 - ISPRA)

Nel dettaglio gli interventi effettuati durante la fase di installazione della stazione in configurazione definitiva hanno riguardato:

1. La predisposizione del sito di installazione attraverso la costruzione di un basamento in cemento armato solidale con il basamento calcareo su cui collocare il sensore sismico e il posizionamento di due box atti ad ospitare l'acquisitore e le batterie tampone
2. L'installazione della strumentazione sismica (sensore Guralp GMG40 ed acquisitore Nanometrics Taurus) e dell'antenna GPS (all'esterno della tecchia)
3. La predisposizione del sistema di alimentazione di tutti gli apparati attivi (acquisitore/sensore e sistema di trasmissione) attraverso un collegamento elettrico standard pre-esistente all'interno delle grotte. In particolare è stato necessario stendere un cavo elettrico di circa 80m ed installare all'interno del quadro elettrico in grotta un differenziale auto-ripristinante (per la corretta gestione e messa in sicurezza dell'impianto che, in caso di corto circuito, interrompe temporaneamente il passaggio di corrente per poi ripristinarsi in modo automatico). Nello specifico, la strumentazione viene alimentata attraverso due batterie tampone da 70Ah mantenute in carica da un alimentatore connesso con il quadro elettrico principale. La protezione di tutti gli apparati da qualunque tipo di transiente elettrico viene garantita dal lato alimentatore attraverso un trasformatore di isolamento e una protezione P168.
4. La predisposizione del sistema di trasmissione dati che, come per la stazione di Graiana e Sassorosso, è stato gestito attraverso un modem UR5, controllato da remoto attraverso un modem GSM tipo NETHIX (trasmissione UMTS/GPRS con attivatore remoto).



Figura 13: Stazione EQUI – sito di installazione ed alloggiamento della strumentazione (sono visibili in figura, il box contenente le batterie tampone e la struttura di copertura del sensore)



Figura 14: Stazione EQUI – particolare relativo al box contenente l’acquisitore Taurus, l’alimentatore e gli apparati di protezione, il modem GPRS/UMTS UR5, al sensore sismico Guralp CMG40 (su basamento in cemento armato), e il modem di controllo Nethix e all’antenna di trasmissione del modem GPRS/UMTS UR5.

Caratteristiche tecniche delle stazioni installate

Sulla base delle esigenze di compatibilità con le stazioni attualmente gestite dal DISTAV e costituenti la rete RSLG e RSNI e con le stazioni in uso all’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e costituenti la rete sismica nazionale e sulla base dell’esperienza del personale DISTAV relativamente alla scelta della strumentazione sismica moderna migliore, anche le due stazioni recentemente aggiornate in Toscana nell’ambito del presente Accordo di Collaborazione Scientifica sono state equipaggiate con i seguenti apparati:

- **Sismometro velocimetro Broadband CMG40 (prodotto da GURALP Systems):** Sismometro triassiale con risposta piatta nella banda di frequenza tra 30s e 50Hz caratterizzato da alta sensibilità e range dinamico, ideale per siti di installazione ove è presente un rumore di fondo da moderato a basso – **Stazioni EQUI e GRAM;**
- **Acquisitore Taurus portable (Prodotto da Nanometrics Inc.):** Acquisitore a 3 canali espandibile a 6 e 24 bit (per una dinamica di 142 db); temperature di funzionamento da -20° C q +55° C; classe di impermeabilità alta (IP-67); consumo contenuto < di 2 W in acquisizione continua a 100 Hz - **Stazioni EQUI e GRAM;**
- **Antenna gps:** posizionata sopra la stazione di rilevamento per l’ubicazione della stazione e per la sincronizzazione del segnale di tempo - **Stazioni EQUI e GRAM;**
- **Kit GPRS:** router UMTS/GPRS UR5 EGSM 900 GSM 1800 UMTS 2100 Ethernet 10/100, alimentazione 12V o con il suo alimentatore 220V (commercializzato in Italia dalla ditta Arrow Advantage divisione di Silverstar S.R.L.) + NETHIX we-110, attivatore remoto GSM/SMS (commercializzato da Nethix s.r.l.) - **Stazioni EQUI e GRAM;**

Procedure di raccolta, analisi, visualizzazione ed divulgazione dei dati sismici

Nel periodo Gennaio – Dicembre 2012, il personale del Laboratorio di Sismologia del DISTAV ha provveduto a mantenere in efficienza tutte le procedure atte alla ricezione, immagazzinamento, elaborazione e backup dei dati trasmessi dalle stazioni sismiche della rete RSLG. Ricordiamo che attualmente i dati sismici forniti dalle stazioni installate in Toscana e regioni limitrofe ed equipaggiate con apparati di trasmissione in tempo reale vengono trasmessi al CED del DISTAV ove avviene la gestione in tempo reale di quanto registrato.

Come descritto nel diagramma a blocchi semplificato di figura 15, la procedura di acquisizione dei dati trasmessi dalle stazioni sismiche collegate in tempo reale attualmente in uso presso il CED si basa sul pacchetto software NAQS sviluppato dalla Nanometrics inc.

Allo stato attuale l'apparato di acquisizione dei segnali sismici in tempo reale, di event detection, di estrazione e trasformazione dei segnali in formato SAC ed elaborazione in tempo quasi-reale dei dati per sorveglianza sismica si basa su di un sistema costituito da 3 workstation.

Nel dettaglio:

1. Un primo server (codice 137, figura 15) viene dedicato in modo esclusivo alla ricezione dei segnali trasmessi dalle varie stazioni sismiche che inviano dati in tempo reale verso il CED di Genova (stazioni RSLG/RSNI, INGV, ETH e RènASS, figure 2 e 3). L'utilizzo di tre schede di rete permette la gestione separata delle stazioni satellitari, delle stazioni che trasmettono via rete e delle stazioni RUPA. Il sistema di acquisizione Nanometrics NaqsServer, attraverso il pacchetto di utilità InterNaqs, permette quindi l'acquisizione di differenti tipi di stazioni/conessioni attraverso un unico ring buffer FIFO contenente circa 20 giorni di dati in continuo. I programmi di comunicazione NaqsToUdp e SeedlinkToUdp permettono la gestione in tempo reale delle stazioni INGV, ETH e RènASS che vengono condivise con il CED di Genova utilizzando differenti modalità di gestione dei segnali sismici (protocollo Nanometrics e protocollo SeedLink). Infine, attraverso un multicast, tutte le stazioni collegate con il server vengono condivise simultaneamente con tutti i calcolatori facenti parte della stessa sotto rete.
2. Un server (codice 135, figura 15) esegue la procedura base di elaborazione dei dati acquisiti dal server 137 attraverso il multicast; in particolare, i dati trasmessi in tempo reale dalle stazioni della rete integrata RSLG/RSNI vengono immagazzinati all'interno di un ring buffer FIFO (contenente fino a circa 5 giorni di dati in continuo) gestito attraverso il sistema NaqServer. Lo stesso sistema viene impiegato per la procedura di "event detection" ovvero il riconoscimento e l'estrazione di finestre di segnale potenzialmente contenenti un evento sismico. Tale algoritmo si basa su un'analisi di tipo STA/LTA (rapporto tra il short term average e il long term average), effettuata su ciascuna stazione della rete integrata (RSLG/RSNI + INGV + ETH + ReNaSS) per definire i trigger di stazione, e su un sistema di coincidenza che definisce il numero di canali (stazioni) che devono triggerare in coincidenza per poter individuare la finestra di segnale potenzialmente contenente un terremoto. Le finestre di segnale, così selezionate e di lunghezza pari a 240 secondi, vengono immagazzinate in un opportuno database e le forme d'onda convertite in formato SAC (Seismic Analysis Code, www.iris.edu/manuals/sac). Per ciascun evento potenziale si hanno a disposizione, in tempo reale, le 3 componenti di ciascuna stazione connessa al CED del Laboratorio di Sismologia del DISTAV. A ciascun evento riconosciuto attraverso la procedura di event detection viene applicato un algoritmo, sviluppato presso il Laboratorio di Sismologia, in grado di elaborare in modo automatico i segnali sismici trasmessi, fornendo, in caso di reale evento sismico, la localizzazione del terremoto, la stima della sua magnitudo e una mappa di scuotimento. Questo sistema per giungere alla definizione dei parametri di localizzazione e magnitudo e per poter disporre delle tracce in formato SAC impiega circa 10 – 12 minuti rispetto al tempo origine del terremoto – *invio sms Auto*.
3. Un server (codice 136, figura 15) esegue la procedura rapida di elaborazione dei dati acquisiti dal server 137 attraverso il multicast. la procedura di acquisizione ed elaborazione in uso è stata recentemente implementata dal Personale del Laboratorio di Sismologia con la finalità di ridurre ulteriormente i tempi di calcolo ed è attualmente ancora in fase di test. Il sistema di acquisizione è

basato sul software Nanometrics NaqsServer e la procedura automatica per la localizzazione dei terremoti è analoga a quella utilizzata nel server 135. Le principali differenze rispetto al server 135 riguardano:

A – la procedura di event detection che viene effettuata considerando differenti sottogruppi di stazioni della rete integrata RSNI (e.g. sottogruppo Liguria, Alpi Sud-Occidentali, Alpi Nord-Occidentali) con valori di coincidenza variabili

B - i segnali su cui lavora l'algoritmo di picking e di localizzazione vengono letti direttamente dal ring buffer senza impiegare la procedura di conversione in SAC, permettendo quindi una significativa riduzione dei tempi di elaborazione

C – la porzione di segnale su cui viene applicato l'algoritmo automatico di localizzazione è ridotta a 100s, permettendo di ridurre ulteriormente i tempi di calcolo

Questo sistema per giungere alla definizione automatica dei parametri di localizzazione e magnitudo impiega circa 4 – 5 minuti rispetto al tempo origine del terremoto - ***invio sms Auto fase 1.***

Tutti i calcolatori sono backuppati attraverso sistemi mirror (e.g. workstation di riserva sincronizzate quotidianamente) e l'alimentazione in caso di brevi periodi di black-out viene garantita da opportuni gruppi di continuità.

Nell'ambito della presente convenzione, si è quindi provveduto a mantenere in efficienza tali apparati attraverso opportuni interventi sia sull'hardware (sostituzione componenti danneggiati, implementazione delle banche di memoria,...) sia sul software (implementazione e correzione di eventuali bugs presenti all'interno dei codici di calcolo) al fine di

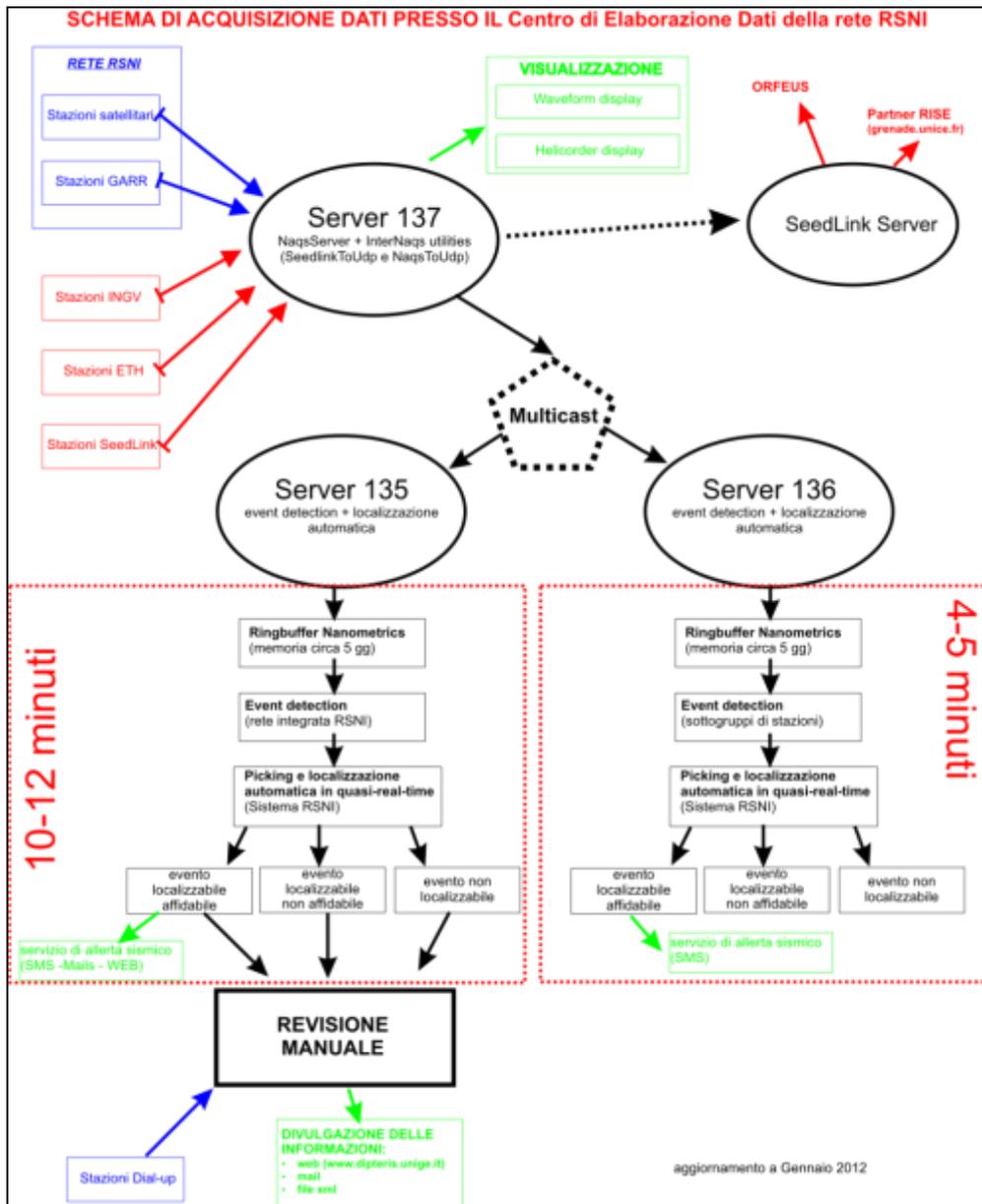


Figura 15: schema a blocchi relativo alla procedura di acquisizione ed elaborazione dei dati sismici trasmessi dalle stazioni della rete integrata RSNI

I parametri sismici relativi agli eventi localizzati in modo affidabile attraverso la procedura automatica di elaborazione vengono inviati al personale regionale secondo i criteri indicati dal personale regionale stesso.

Nella tabella successiva vengono riportati i criteri attualmente in uso per l'invio degli SMS e/o delle Mail di allerta al personale della Regione Toscana.

Critério	Latmin	latmax	lonmin	lonmax	magmin	magmax	parametri di localizzazione						
Toscana1	43.00	45.50	9.00	11.80	1.2	9.9	6	1.10	4	1.10	275	50	50
Toscana2	43.25	45.00	9.30	11.50	2.5	9.9	6	1.10	4	1.10	275	50	50
Toscana3	43.00	45.50	9.00	11.80	3.0	9.9	6	1.10	4	1.10	275	50	50
Toscana4	43.25	45.00	9.30	11.50	3.5	9.9	6	1.10	4	1.10	275	50	50

Se valido criterio Toscana1 → invio Mail a D'Intinosante, Baglione, Ballerini, Fabbroni
 Se valido criterio Toscana3 → invio Mail a Fianchisti
 Se valido criterio Toscana2 → invio SMS a D'Intinosante, Baglione, Ballerini, Fabbroni
 Se valido criterio Toscana4 → invio SMS a Fianchisti

Il testo dell'SMS Auto, inviato dall'utente "**RSNI-Net**", ha il seguente tipo di formato:

'Auto Ml:2.4 Bionaz (AO) D: 7.0 Lat:45.867N Lon: 7.513E P: 3.7 UTC:2010/06/01 03:30:06 Erh: 3.00 Erz: 4.50 Nf:25 Gap:171'

e riporta le informazioni secondo il formato descritto in tabella 1.

<i>Auto</i>	<i>Ml:5.3</i>	<i>Carpi (MO)</i>	<i>D:3.8</i>	<i>Lat:44.784N</i>	<i>Lon:10.837E</i>	<i>P: 0.0</i>	<i>UTC: 2012/05/29 07:00:06</i>	<i>Erh:6.10</i>	<i>Erz:2.30</i>	<i>Nf: 11</i>	<i>Gap:265</i>
Tipo di elaborazione (automatica)	Magnitudo locale	Comune più prossimo all'epicentro	Distanza dal epicentro comune più vicino	Latitudine dell'evento	Longitudine dell'evento	Profondità	Tempo origine (GMT - - Greenwich Mean Time)	Errore orizzontale epicentro	Errore verticale (profondità)	Numero di fasi usate per la localizzazione (P+S)	Gap azimutale (copertura network)

Tabella 1: Informazioni inviate attraverso SMS dall'operatore RSNI-Net

Nel caso di evento sismico particolarmente significativo, viene attivata la procedura "Auto fase1" che consiste nell'invio di un primo sms di allerta sismica entro 4-5 minuti dal tempo origine del terremoto. Tale procedura, effettuata dal server 136 e descritta in figura 15, si attiva nel caso in cui:

Criterio	Latmin	latmax	lonmin	lonmax	magmin	magmax	parametri di localizzazione					
VdA- fase 1	43.00	47.00	6.00	11.50	4.0	9.9	1.10	6	1.10	275	50	50

In questo caso viene inviato un sms a D'Intinosante, Baglione, Ballerini, Fabbroni e Fianchisti il cui formato è del tipo:

'Auto-Fase1 Ml:5.5 Mirandola (MO) D: 3.3 Lat:44.883N Lon:11.108E P: 2.7 UTC:2012/05/20 02:03:53 Erh: 8.20 Erz: 9.50 Nf:19 Gap:206'

Il significato dei parametri inviati è lo stesso di quello riportato in tabella 1

Rapporti relativi ai principali eventi sismici occorsi nel periodo Gennaio - Novembre 2012

Evento del 25 Gennaio 2012

Il giorno 25/01/2012 alle ore 08:06 GMT, la rete sismica dell'Italia Nord-Occidentale (www.dipteris.unige.it/geofisica) ha registrato un evento sismico che è stato localizzato nella Pianura Padana Lombarda in provincia di Reggio Emilia.

L'ipocentro di tale terremoto è ubicato a 44.874°N di Latitudine e 10.506°E di Longitudine ad una profondità pari a circa 21 km. La sua magnitudo locale (o magnitudo Richter) risulta essere uguale a 5.0 (±0.3).

I comuni più vicini all'epicentro risultano essere:

- Brescello (RE) ad una distanza epicentrale pari a 3.2km
- Poviglio (RE) ad una distanza epicentrale pari a 4.4km
- Sorbolo (PR) ad una distanza epicentrale pari a 5.3km
- Parma ad una distanza epicentrale pari a 16.1km

Presso l'area epicentrale, sulla base dello scuotimento osservato, è stato possibile ipotizzare un risentimento pari a circa il V grado della scala Mercalli corrispondente ad uno scuotimento percepito moderato e ad un danno potenziale molto leggero.

Il terremoto in oggetto è stato risentito anche nelle provincie di Parma, La Spezia, Genova, Savona, Milano, Torino ed in generale in gran parte del Nord d'Italia.

Nei giorni immediatamente successivi sono state registrate n. 8 scosse successive (aftershocks) all'evento in oggetto con magnitudo compresa fra 1.8 e 3.6 avvenute nel giorno 25 (7 scosse) e nel giorno 28 (1 scossa).

L'area interessata dalla presente attività sismica risulta essere caratterizzata da una pericolosità sismica caratterizzata da una accelerazione massima al suolo (a_g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (periodo di ritorno pari a 475 anni), riferita a suoli rigidi, pari a $0.09g$ ($\approx 0.88 \text{ m/s}^2$).

Nelle figure successive viene riportata la mappa relativa alla localizzazione (rivista manualmente dal personale del Laboratorio di Sismologia del DISTAV) dell'evento principale di magnitudo 5.0, la mappa della sismicità strumentale registrata dalla rete RSNI dal 1982 ad oggi e la mappa della sismicità storica dell'area. Sono inoltre riportate le tabelle con i dati relativi alle localizzazioni dei terremoti recenti e storici che hanno interessato l'area.



Figura 16: evento del 25 Gennaio 2012, ore 08:06, MI = 5.0: localizzazione manuale fornita dal personale del Laboratorio di Sismologia del DISTAV

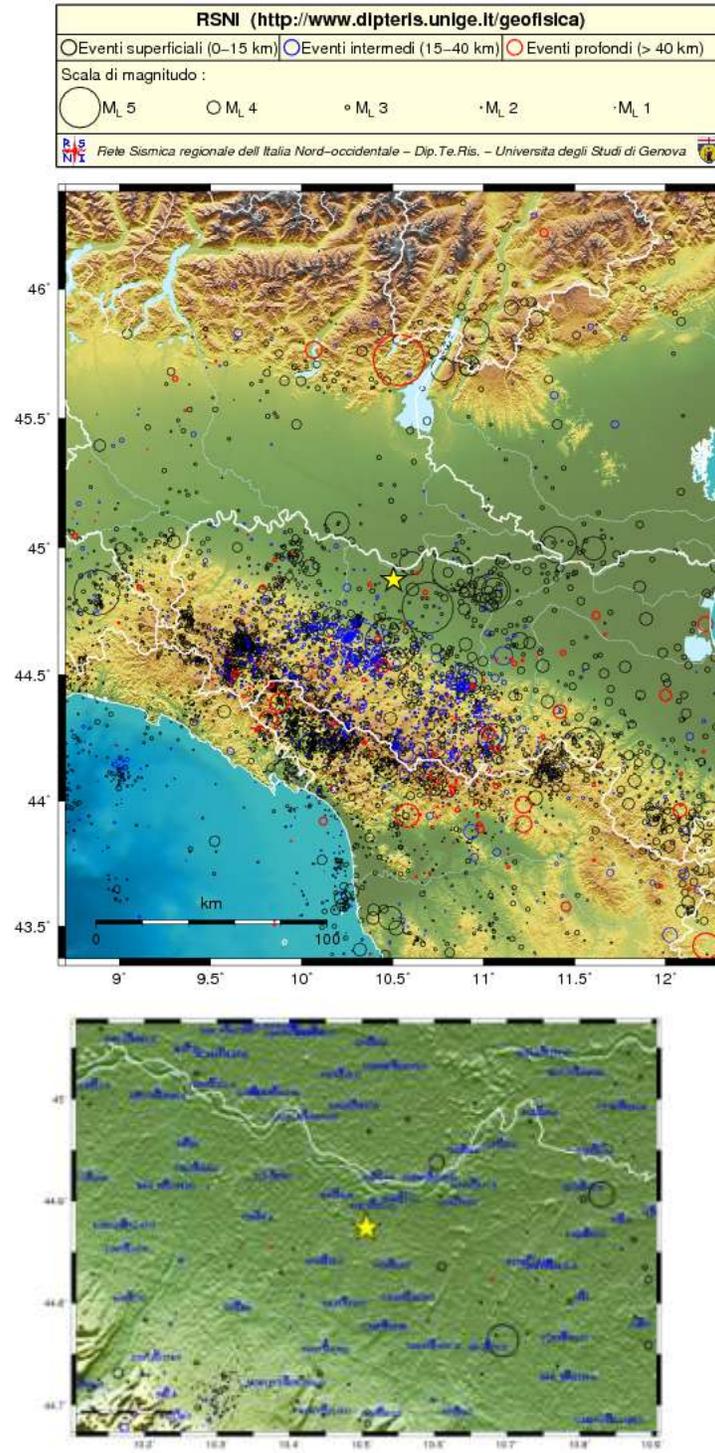


Figura 17: sismicità dell'area prossima all'epicentro del terremoto del 25 Gennaio 2012 registrata dalla rete RSNI dal 1982 ad oggi

Aammgg	hhmm	ss	lat.	long.	Prof	MI	nf	gap	dist3st	rms	erh	erz
82	525	2132	30.50	44 40.90	10 30.50	0.00	3.7	26 360	0.0	0.80	3.0	4.0
84	5	2 533	10.20	44 41.70	10 24.40	1.00	3.0	24 360	0.0	0.70	10.0	3.0
86	728	031	20.00	44 43.80	10 26.50	2.00	3.5	37 360	0.0	1.10	8.0	3.0
87	5	2 2043	53.80	44 54.40	10 49.80	1.00	5.0	30 360	0.0	1.40	14.0	7.0
87	5	6 928	15.20	44 54.10	10 48.30	1.00	3.7	38 360	0.0	1.50	11.0	6.0
87	723	514	54.10	44 50.20	10 19.10	0.00	3.0	28 360	0.0	1.10	9.0	4.0
87	827	20 7	22.90	44 49.40	10 40.80	40.00	3.0	20 360	0.0	0.50	6.0	9.0
87	12	9 037	7.20	44 58.80	10 33.80	0.00	3.4	37 360	0.0	1.50	8.0	0.0
88	315	12 3	18.80	44 56.30	10 36.20	0.00	4.5	30 360	0.0	1.10	9.0	0.0
88	5	1 258	2.40	44 41.60	10 30.40	11.00	3.4	37 360	0.0	0.80	4.0	6.0
88	1230	959	49.60	44 59.50	10 50.80	0.00	3.2	32 360	0.0	0.70	10.0	2.0
89	1130	738	16.40	44 43.10	10 26.50	4.00	3.0	29 360	0.0	1.00	4.0	9.0
89	1130	1025	41.60	44 41.40	10 26.80	1.00	3.0	31 360	0.0	0.90	4.0	7.0
90	1024	1151	48.80	44 44.50	10 16.30	8.00	3.4	62 360	0.0	1.30	5.0	6.0
91	8	5 2232	38.60	45 1.50	10 16.30	0.00	3.4	50 360	0.0	1.40	8.0	0.0
94	3	9 1823	11.20	44 43.60	10 25.00	4.00	3.4	72 360	0.0	0.90	4.0	5.0
94	818	639	10.80	44 50.50	10 15.00	30.00	3.5	25 360	0.0	0.50	5.0	8.0
96	1015	956	2.06	44 45.80	10 41.64	10.95	5.2	50 60 51.0	0.79	2.5	5.0	
96	1015	1019	44.41	44 48.09	10 47.21	0.66	3.4	21 271180.0	0.53	8.9	7.3	
96	1016	421	52.26	44 58.11	10 30.58	13.37	3.1	17 310201.3	1.61	38.9	17.8	
96	1016	430	32.65	44 45.53	10 53.70	4.13	3.9	21 279157.8	0.65	7.3	6.5	
96	1017	226	44.97	44 51.72	10 52.49	0.00	3.4	22 276107.6	0.42	7.8	4.7	
96	1026	456	54.76	44 49.40	10 53.69	2.02	3.8	22 278106.3	0.35	4.9	5.5	
96	1128	324	6.33	45 1.32	10 53.05	5.00	3.0	10 349250.9	1.95	99.0	99.0	
97	0218	2142	39.63	44 40.66	10 10.34	23.76	4.0	21 220 59.6	0.22	3.8	2.1	
97	0512	2222	6.60	44 47.18	10 52.60	0.08	3.3	30 277102.6	0.51	4.7	4.3	
97	0604	17 8	4.46	45 4.11	10 8.41	4.89	3.0	28 238103.1	0.18	1.5	1.5	
97	0715	842	42.44	45 0.32	10 11.48	20.08	3.0	17 256180.6	0.19	5.4	5.6	
97	1203	654	2.12	44 59.70	10 39.37	0.00	3.2	34 264106.2	0.83	10.4	6.2	
98	0505	2248	35.09	44 43.01	10 7.79	1.35	3.3	36 219127.3	0.49	4.1	3.3	
98	0506	127	13.60	44 42.86	10 7.39	0.24	3.0	33 218126.8	0.33	3.1	2.5	
98	0513	012	2.04	44 43.88	10 9.84	0.71	4.2	36 223130.3	0.35	2.7	2.0	
98	0513	10 8	49.55	44 46.98	10 12.11	6.41	3.0	30 228134.0	0.16	1.3	0.8	
98	0603	534	58.28	44 43.37	10 10.64	1.63	3.0	34 223131.1	0.38	3.0	2.0	
98	0716	1531	11.06	44 41.53	10 9.86	1.38	3.3	36 220129.6	0.41	3.2	2.2	
99	8	4 1943	27.17	44 43.79	10 11.78	0.15	3.2	16 264 46.6	0.32	4.8	4.9	
0	2	3 1633	40.18	44 50.10	10 53.41	7.97	3.5	14 322 82.1	0.34	8.8	99.0	
0	821	823	47.66	44 42.28	10 35.85	16.19	3.1	11 300 63.2	0.24	5.2	17.2	
1	617	1018	49.56	44 46.59	10 6.76	1.75	3.0	24 250 47.7	0.31	3.4	3.8	
2	3	4 1314	17.23	44 46.77	10 14.15	28.52	3.0	20 254 47.8	0.17	1.9	1.1	
06	0417	1249	00.57	44 41.35	10 13.43	7.96	3.0	62 147 44.5	0.45	1.8	2.4	
06	0417	1259	35.71	44 40.55	10 15.27	24.90	3.0	32 212 45.1	0.04	0.3	0.2	
06	1224	1055	19.33	44 49.82	10 23.32	12.66	3.1	76 196 64.9	0.09	0.3	0.3	
07	0509	0603	49.21	44 50.16	10 36.59	4.73	4.0	79 185 74.3	0.20	0.7	0.7	
11	0908	1317	26.71	44 41.85	10 16.45	0.27	3.6	54 139 57.9	0.34	1.3	1.1	
11	0908	1523	36.79	44 43.70	10 18.57	6.12	3.1	16 275 60.9	0.33	5.0	58.5	
11	0908	1543	51.52	44 41.82	10 17.90	0.74	3.1	38 161 52.6	0.56	2.5	2.1	
11	0908	2036	41.54	44 41.04	10 17.42	19.02	3.3	22 213 56.3	0.32	3.1	4.5	
11	0908	2255	04.45	44 42.83	10 17.79	11.74	3.1	21 218 59.4	0.36	3.2	33.4	

Tabella 2: lista degli eventi sismici registrati dalla rete RSNi dal 1982 ad oggi nell'area interessata dal terremoto del 25 Gennaio 2012. Sono riportati solo i terremoti con magnitudo 3.0

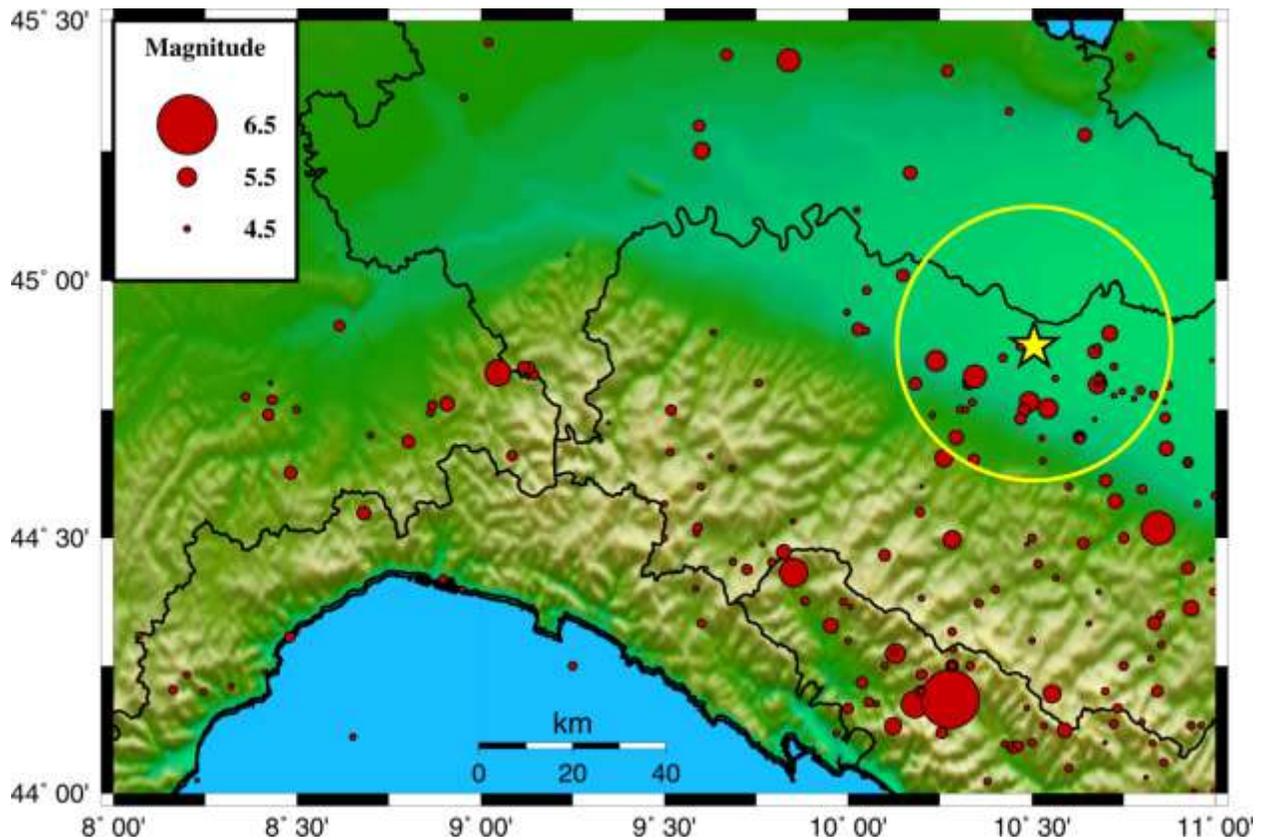


Figura 18: sismicità storica nell'area prossima all'epicentro del terremoto del 25 Gennaio 2012 (catalogo CPTI11, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>)

Earthquake	Date	hhmm	sec	Lat	Lon	Mw
Val Padana	12800125	0	0.00	44.817	10.682	4.51
CASTELNUOVO	13450131	0	0.00	44.810	10.564	4.51
PARMA	13830724	2000	0.00	44.801	10.329	4.09
Parma	14091115	1115	0.00	44.801	10.329	5.14
Parmense	14380611	200	0.00	44.844	10.239	5.57
Pianura Padana	14650407	1530	0.00	44.695	10.527	4.51
Reggio Emilia	15470210	1320	0.00	44.697	10.631	5.14
PARMA	15720604	2200	0.00	44.850	10.422	4.72
REGGIO EMILIA	15910524	0	0.00	44.697	10.631	4.72
Reggio Emilia	16080106	2220	0.00	44.697	10.631	4.51
Parma	16281104	1540	0.00	44.801	10.329	4.93
Pianura Padana	16530419	440	0.00	45.033	10.200	4.30
Parma	17320204	1820	0.00	44.871	10.468	4.65
PARMA	17740304	0	0.00	44.801	10.329	4.30
Correggio (RE)	17990222	545	0.00	44.771	10.779	4.30
NOVELLARA	18060212	0	0.00	44.862	10.671	5.19
NOVELLARA	18101225	45	0.00	44.898	10.712	5.29
Parmense	18181209	1855	0.00	44.696	10.295	5.28
Reggiano	18310714	1530	0.00	44.749	10.480	4.69
Reggiano	18310911	1815	0.00	44.752	10.544	5.54
Carpi (MO)	18320311	645	0.00	44.778	10.832	4.80

Reggiano	18320313	330	0.00	44.765	10.494	5.53
PARMENSE	18570201	0	0.00	44.749	10.480	5.09
COLLECCHIO	18861015	220	0.00	44.750	10.306	4.70
REGGIO EMILIA	19151010	2308	0.00	44.732	10.469	5.02
Reggiano	19180506	805	0.00	44.691	10.630	4.52
Parmense	19370917	1219	5.00	44.764	10.338	4.65
NOCETO	19400501	936	5.00	44.800	10.183	5.15
Reggiano	19500506	343	40.00	44.731	10.671	4.25
Reggiano	19530822	526	0.00	44.787	10.795	4.77
Parmense	19610813	2234	18.00	44.739	10.229	4.47
Reggiano	19670403	1636	18.00	44.870	10.680	4.69
ALPI APUANE	19680607	934	46.00	44.750	10.320	4.54
S.POLO	19700503	417	34.00	44.650	10.530	4.54
Parmense	19710715	133	23.00	44.814	10.345	5.64
Parmense	19831109	1629	51.82	44.652	10.342	5.06
ZONA PARMA	19870424	230	27.00	44.812	10.691	4.56
Reggiano	19870502	2043	53.30	44.801	10.694	4.74
Reggiano	19880315	1203	18.00	44.833	10.724	4.66
Correggio	19961015	956	2.00	44.798	10.678	5.41
ZONA PARMA	19961015	1218	26.00	44.800	10.677	4.41
Reggiano	19970512	2213	51.10	44.801	10.693	4.22
Reggiano	19980221	221	13.00	44.777	10.723	4.34
Parmense	20000618	742	8.00	44.785	10.746	4.43
Reggiano	20000618	814	24.00	44.693	10.633	4.80

Tabella 3: lista dei terremoti storici occorsi nell'area interessata dal terremoto del 25 Gennaio 2012 (catalogo CPTI11)

Dal punto di vista dello scuotimento al suolo, l'evento del 25.01.2012 ha generato nell'area epicentrale una accelerazione di picco (PGA) massima intorno a 0.02g (2% g) a cui corrisponde una intensità strumentale pari a circa il V –VI grado. Nelle figure seguenti vengono riportate le mappe di scuotimento in PGA e in Intensità strumentale prodotte dal personale del Laboratorio di Sismologia utilizzando i dati della rete RSNI. Il confronto fra la mappa in Intensità strumentale e quella del risentimento macrosismico prodotta da INGV sulla base del risentimento reale osservato per il terremoto in esame, indica un buon accordo dimostrando come i parametri calibrati per l'Italia nord-occidentale per il calcolo delle mappe di scuotimento attraverso il software Shakemap[®] siano effettivamente idonei ad una corretta ricostruzione del livello di risentimento e danneggiamento potenziale all'interno dell'area interessata dal terremoto in esame.

Infine, per quanto riguarda la procedura automatica, nel caso del terremoto del 25 Gennaio 2012, il sistema automatico ha fornito la seguente localizzazione:

**'Auto Ml:5.2 Gualtieri (RE) D: 2.7 Lat:44.884N Lon:10.615E P: 17.4 UTC:2012/01/25
08:06:37 Erh: 3.30 Erz: 3.50 Nf:16 Gap:145'**

EARTHQUAKE INFO	
Event- ID :	120125080630
Magnitude (M) :	5.2 +/- 0.3
Date and time :	2012-01-25 08:06:37.31 (UTC)
Location :	Latitude: 44.584 N, Longitude: 10.615 E
Area :	Pianura padana lombarda
Depth (km) :	17.42
Distances (km) :	2.7 - Guastalla (RE) 5.3 - Guastalla (RE) 5.3 - Ponzanico (MN) 5.5 - Boreto (RE) 7.4 - Poggio (RE) 8.1 - Bassolo (RE) 8.2 - Desolo (MN) 8.9 - Viadana (MN) 9.0 - Castiglione di Sotto (RE) 10.1 - Novellara (RE) 10.5 - Luzzara (RE) 12.3 - Campagnola Emilia (RE) 13.0 - Campagnola (RE) 13.4 - Castell'Alfiano di Sopra (RE) 13.7 - Sorbolo (PR) 13.9 - Gattatico (RE) 14.2 - Bagnolo in Piano (RE) 14.5 - Mezzani (PR) 15.4 - Fabbio (RE) 15.5 - Reggio (RE) 15.9 - Suzzara (MN) 16.3 - Sabbioneta (MN) 16.9 - Rio Saliceto (RE) 17.9 - Correggio (RE) 18.0 - Comessaggio (MN)

Figura 19: evento del 25 Gennaio 2012, ore 08:06: localizzazione automatica

I dati sono stati inviati al personale regionale incaricato attraverso l'SMS e la mail di allerta sismica alle ore **08:16:26** (GMT) di mercoledì 25 gennaio 2012.

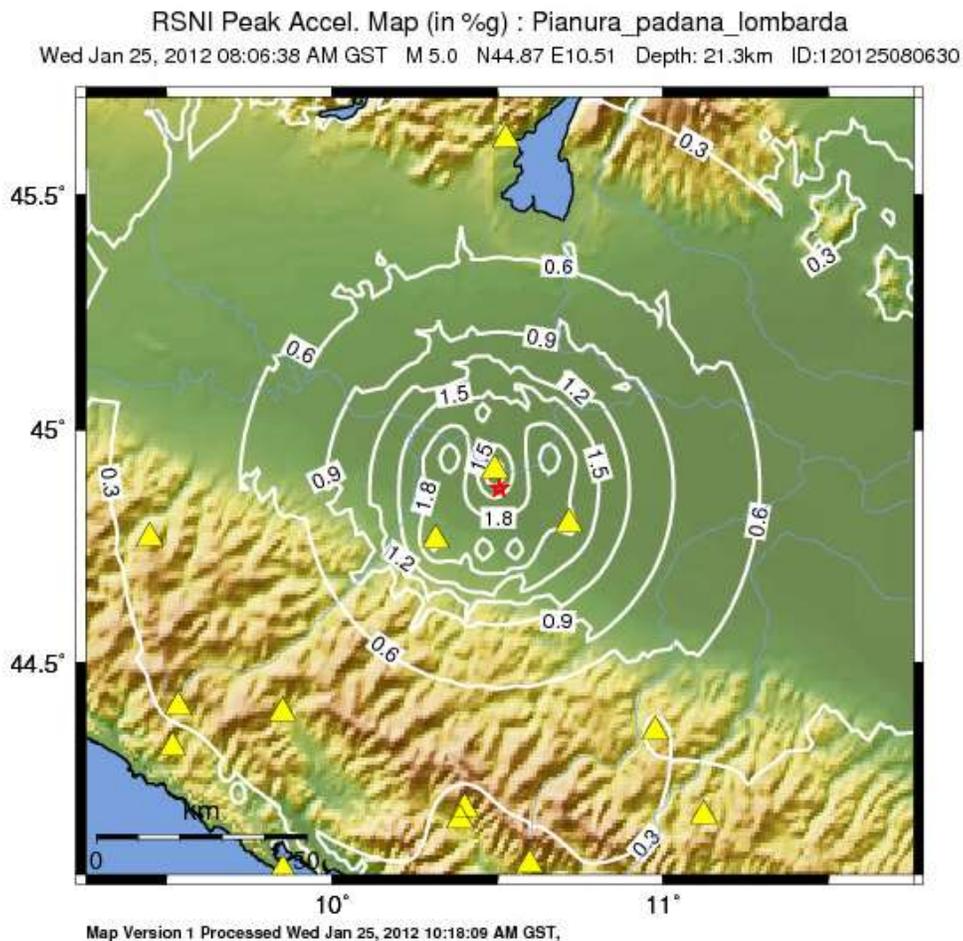


Figura 20: evento del 25 Gennaio 2012, ore 08:06: mappa di scuotimento in PGA (localizzazione rivista manualmente)

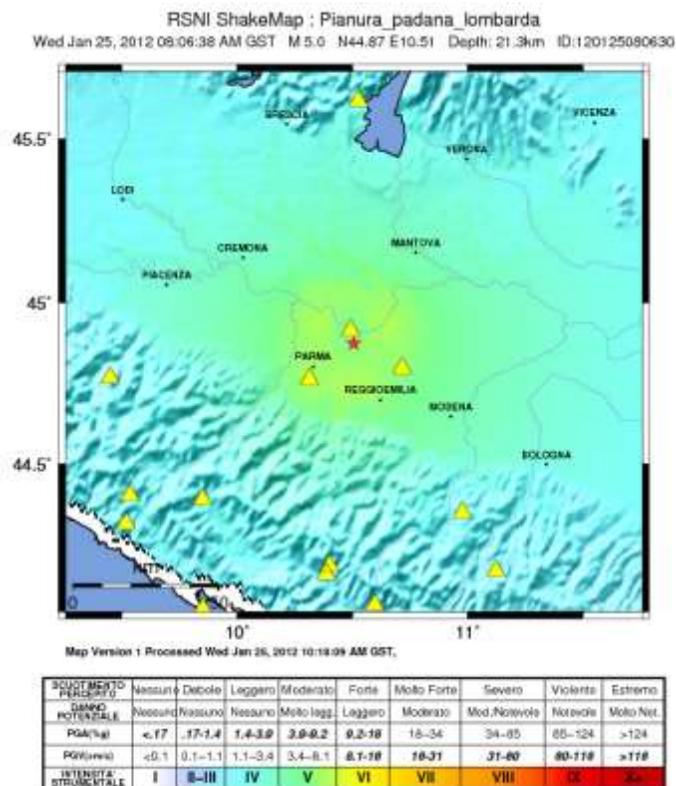


Figura 21: evento del 25 Gennaio 2012, ore 08:06: mappa di scuotimento in intensità strumentale (localizzazione rivista manualmente). I valori di intensità vengono ricavati dai dati di scuotimento in termini di PGA attraverso una opportuna legge di conversione

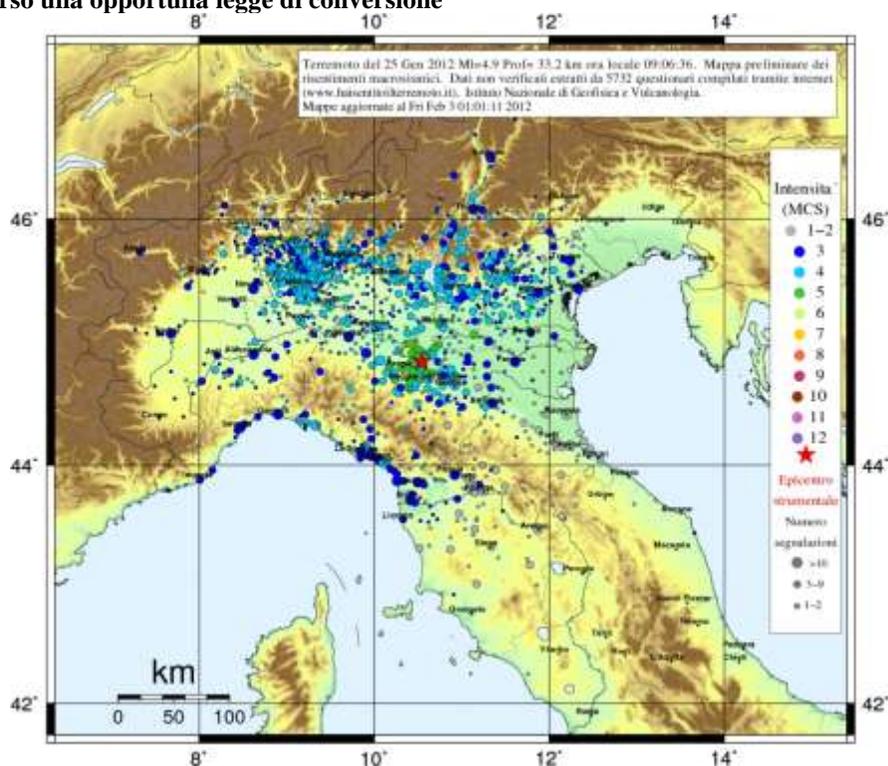


Figura 22: mappa del risentimento macrosismico del terremoto del 25.01.2012, ore 08:06 gmt (dati da <http://www.haisentitoilterremoto.it>)

Evento del 27 Gennaio 2012

Il giorno 27/01/2012 alle ore 14:53 GMT, la rete sismica dell'Italia Nord-Occidentale (www.dipteris.unige.it/geofisica) ha registrato un evento sismico che è stato localizzato nel Frignano in provincia di Parma. L'ipocentro di tale terremoto è ubicato a 44.517°N di Latitudine e 10.010°E di Longitudine ad una profondità pari a circa 70 km. La sua magnitudo locale (o magnitudo Richter) risulta essere uguale a 5.5 (± 0.1).

I comuni più vicini all'epicentro risultano essere:

- Berceto (PR) ad una distanza epicentrale pari a 1.7 km
- Corniglio (PR) ad una distanza epicentrale pari a 7.7 km
- Solignano (PR) ad una distanza epicentrale pari a 11.2 km
- Pontremoli (MS) ad una distanza epicentrale pari a 18.4 km

Presso l'area epicentrale, sulla base dello scuotimento osservato, è stato possibile ipotizzare un risentimento pari a circa il V – VI grado della scala Mercalli corrispondente ad uno scuotimento percepito da moderato a forte e ad un danno potenziale da molto leggero a leggero.

Il terremoto in oggetto è stato risentito anche nelle provincie di Parma, La Spezia, Genova, Savona, Milano, Torino ed in generale in gran parte del Nord d'Italia.

Nei giorni immediatamente successivi sono state registrate n. 6 scosse successive (aftershocks) all'evento in oggetto con magnitudo compresa fra 1.7 e 3.5 avvenute nel giorno 27 (5 scosse) e nel giorno 28 (1 scossa).

L'area interessata dalla presente attività sismica risulta essere caratterizzata da una pericolosità sismica caratterizzata da una accelerazione massima al suolo (a_g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (periodo di ritorno pari a 475 anni), riferita a suoli rigidi, pari a 0.189g ($\approx 1.85 \text{ m/s}^2$).

Nelle figure successive viene riportata la mappa relativa alla localizzazione (rivista manualmente dal personale del Laboratorio di Sismologia del DISTAV) dell'evento principale di magnitudo 5.5, la mappa della sismicità strumentale registrata dalla rete RSNI dal 1982 ad oggi e la mappa della sismicità storica dell'area. Sono inoltre riportate le tabelle con i dati relativi alle localizzazioni dei terremoti recenti e storici che hanno interessato l'area.



Figura 23: evento del 27 Gennaio 2012, ore 14:53, MI = 5.5: localizzazione manuale fornita dal personale del Laboratorio di Sismologia del DISTAV

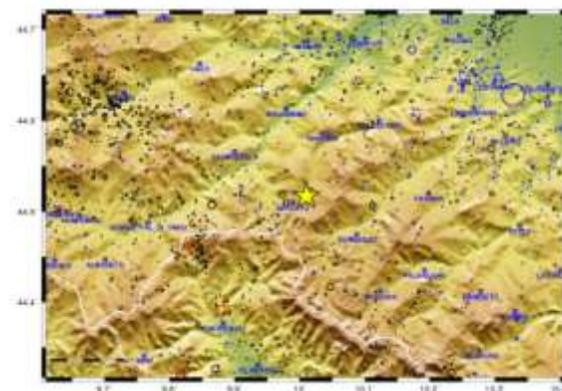
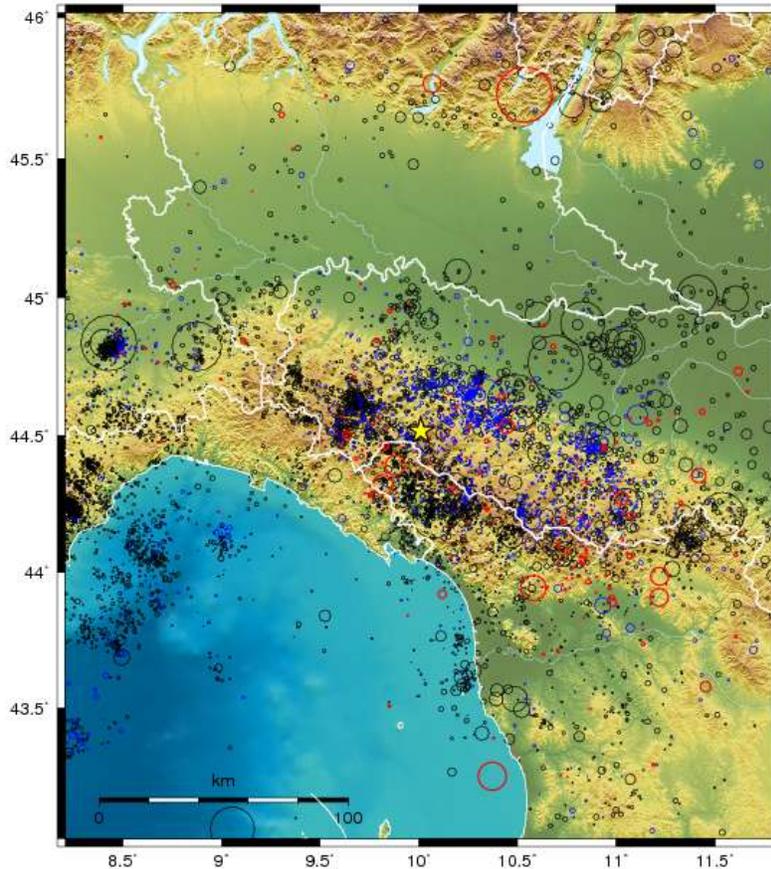


Figura 24: sismicità dell'area prossima all'epicentro del terremoto del 27 Gennaio 2012 registrata dalla rete RSNI dal 1982 ad oggi

Aammgg	hhmm	ss	lat.	long.	Prof	MI	nf	gap	dist3st	rms	erh	erz	
82	811	1959	11.10	44 31.40	10 1.00	0.00	3.5	30	360	0.0	1.10	5.0 7.0	
85	821	2052	54.70	44 29.70	9 57.40	13.00	2.4	10	360	0.0	0.40	8.0 3.0	
85	927	911	35.10	44 32.70	9 58.80	15.00	2.7	17	360	0.0	1.00	17.0 5.0	
85	11	9	1317	55.50	44 29.20	9 59.50	31.00	2.7	11	360	0.0	0.60	18.0 8.0
86	612	2054	41.10	44 29.40	9 59.70	4.00	2.7	15	360	0.0	1.00	12.0 6.0	
86	1228	14 3	46.10	44 28.30	9 56.50	1.00	2.7	29	360	0.0	0.90	6.0 2.0	
88	4 9	436	10.50	44 29.20	10 0.30	8.00	2.7	15	360	0.0	0.80	14.0 7.0	
89	720	1951	18.90	44 29.50	9 56.60	0.00	2.7	20	360	0.0	0.40	5.0 0.0	
91	513	1729	27.80	44 27.30	9 56.10	7.00	2.7	33	360	0.0	1.00	7.0 6.0	
92	520	811	14.30	44 33.80	10 2.30	0.00	2.2	6	360	0.0	0.90	75.0 0.0	
94	628	2247	5.10	44 31.90	10 3.50	0.00	2.4	15	360	0.0	0.90	7.0 8.0	
94	1010	752	33.40	44 32.00	10 2.70	20.00	2.2	8	360	0.0	0.10	2.0 2.0	
95	3 3	1751	20.50	44 27.80	10 2.90	13.00	2.0	10	360	0.0	0.10	2.0 2.0	
95	3 4	650	5.60	44 28.20	10 3.70	11.00	2.0	6	360	0.0	0.10	4.0 2.0	
95	3 7	2 4	50.10	44 27.20	10 3.30	12.00	2.0	8	360	0.0	0.00	1.0 1.0	
95	723	1739	56.10	44 33.70	10 3.60	0.00	2.2	6	360	0.0	0.20	5.0 6.0	
95	823	657	31.50	44 34.70	10 4.40	0.00	2.0	8	360	0.0	0.10	2.0 2.0	
96	0318	1110	1.81	44 27.23	9 55.65	22.79	2.4	6	291	48.2	0.14	14.9 19.6	
97	0218	2228	54.53	44 29.25	10 3.33	64.41	2.2	6	288	43.5	0.02	4.9 3.0	
97	0225	327	46.95	44 29.32	10 3.39	8.80	2.0	6	288	43.6	0.04	3.7 22.1	
97	0310	1714	6.13	44 28.72	9 56.26	12.94	2.0	6	294	49.4	0.04	3.9 11.7	
98	0517	2010	58.10	44 27.99	9 56.93	3.93	2.4	18	210	141.8	0.32	9.0 4.9	
99	1015	030	36.32	44 27.60	9 59.33	16.72	2.1	14	158	21.2	0.11	1.0 1.3	
1	2 1	2157	46.36	44 31.15	9 58.34	14.44	3.9	16	201	36.4	0.30	2.9 1.9	
1	2 2	1 9	4.89	44 29.76	9 58.00	12.83	2.7	16	181	35.3	0.21	1.8 1.5	
1	620	647	10.48	44 29.21	9 58.10	13.89	2.0	16	136	24.6	0.09	0.6 0.9	
1	9 5	2125	17.33	44 27.59	9 57.13	17.34	2.0	18	146	26.5	0.09	0.7 1.2	
1	924	1713	36.12	44 33.30	10 0.39	57.16	2.0	21	176	23.4	0.19	2.6 2.2	
2	3 2	1759	56.95	44 30.24	9 56.37	17.19	2.0	14	148	21.6	0.09	0.7 1.0	
3	5 7	835	10.56	44 29.19	9 57.74	16.83	2.1	11	226	24.7	0.07	0.9 1.1	
3	8 6	036	40.20	44 29.31	9 56.34	12.52	2.8	26	161	25.7	0.29	1.7 1.8	
4	0126	2313	13.04	44 28.98	9 57.84	13.21	2.2	19	182	24.3	0.06	0.4 0.6	
4	0515	021	6.32	44 28.13	9 59.68	14.14	2.2	18	165	24.1	0.08	0.6 0.7	
4	0516	2141	45.78	44 27.94	10 2.04	15.55	2.1	14	139	21.4	0.04	0.4 0.5	
4	0713	2 6	36.79	44 28.85	9 57.17	17.97	2.2	18	185	24.4	0.05	0.4 0.4	
4	0713	254	13.41	44 28.45	9 57.48	17.25	2.2	18	178	23.6	0.05	0.4 0.5	
4	0713	254	53.21	44 28.78	9 57.34	17.79	2.0	14	183	24.2	0.05	0.4 0.6	
05	0724	1905	14.45	44 29.94	9 55.91	18.67	2.0	16	246	26.9	0.06	0.5 0.6	
05	0724	1905	21.09	44 30.08	9 55.92	18.06	2.3	16	248	27.2	0.07	0.6 0.7	
06	0118	0209	21.48	44 29.30	10 5.61	23.20	2.0	14	199	23.4	0.09	0.9 1.1	
06	0315	0712	48.36	44 32.01	10 0.36	8.36	2.1	12	246	28.1	0.02	0.3 0.3	
06	0323	1423	15.87	44 27.51	10 0.19	17.27	2.1	16	153	22.9	0.04	0.4 0.4	
06	0401	1642	26.72	44 30.60	9 58.75	12.27	3.8	64	115	26.8	0.16	0.6 0.5	
06	0806	0415	38.04	44 28.61	10 2.87	6.00	2.0	22	143	21.3	0.27	1.9 2.7	
06	1105	0232	39.29	44 34.44	9 56.28	17.84	2.1	18	240	34.5	0.11	1.1 0.8	
11	0425	1819	15.20	44 32.32	10 4.13	18.13	2.1	29	144	45.1	0.36	2.0 2.0	

Tabella 4: lista degli eventi sismici registrati dalla rete RSNI dal 1982 ad oggi nell'area interessata dal terremoto del 27 Gennaio 2012

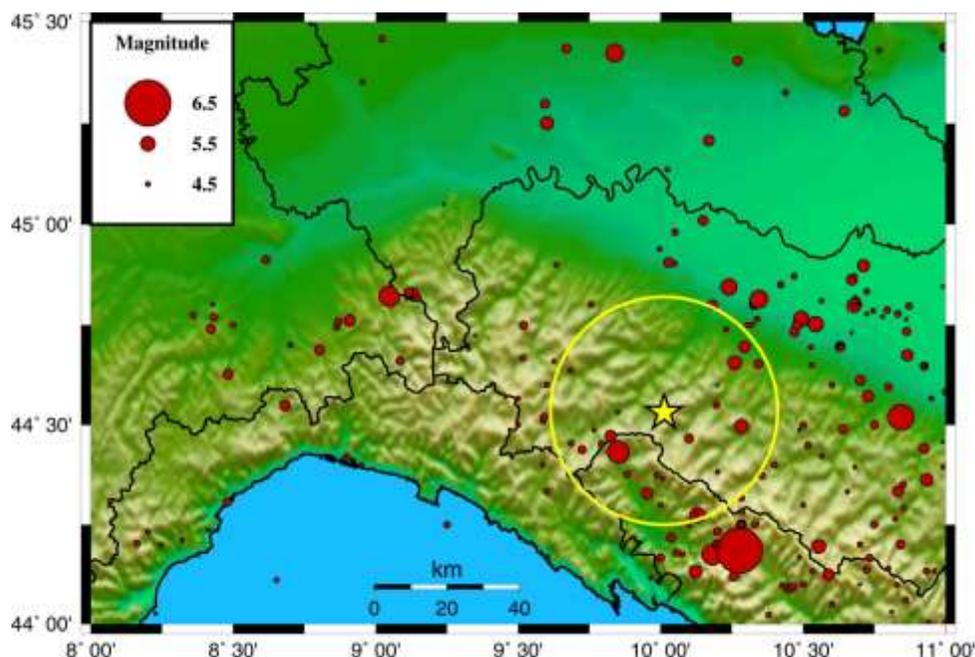


Figura 25: sismicità storica nell'area prossima all'epicentro del terremoto del 27 Gennaio 2012 (catalogo CPTI11, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>)

Earthquake	Date	hhmm	sec	Lat	Lon	Mw
Garfagnana	14810507	1415	0.00	44.274	10.130	5.55
Valle del Taro	15450609	1545	0.00	44.473	9.825	5.25
Pontremoli	16410608	0	0.00	44.377	9.882	4.72
Parmense	18181209	1855	0.00	44.696	10.295	5.28
Valle del Tarro-Lunigiana	18340214	1315	0.00	44.432	9.851	5.83
Borgotaro	18350420	300	0.00	44.488	9.767	4.30
Borgotaro	18350425	245	0.00	44.454	9.686	4.63
Valle del Taro	18491128	1800	0.00	44.453	9.792	4.72
Liguria orientale	18730917	0	0.00	44.497	10.283	5.43
Valle del Parma	18980304	2105	0.00	44.655	10.260	5.41
Lunigiana	19030727	346	0.00	44.329	9.953	5.25
Val di Taro	19131125	2055	0.00	44.551	10.195	4.84
Pontremoli	19210507	615	0.00	44.377	9.882	4.73
Borgo Val di Taro	19211129	1204	0.00	44.376	9.987	4.63
Bagnone	19261118	2257	0.00	44.300	10.000	4.51
Borgo Val di Taro	19340613	906	26.00	44.438	9.725	4.99
Corniglio	19400124	2332	16.00	44.467	10.100	5.03
Monchio	19571025	2302	5.00	44.383	10.200	4.51
Parmense	19610813	2234	18.00	44.739	10.229	4.47
Calestano	19720625	1710	49.00	44.600	10.200	4.01
Pione	19740415	2149	14.00	44.532	9.850	4.40
Parmense	19831109	1629	51.82	44.652	10.342	5.06
Appennino Ligure	19850815	1858	3.80	44.636	9.684	4.53
Val di Taro	19861001	1953	41.00	44.277	10.125	4.49
Val di Taro	19950303	1616	41.00	44.366	10.006	4.37

Tabella 5: lista dei terremoti storici occorsi nell'area interessata dal terremoto del 27 Gennaio 2012 (catalogo CPTI11)

Dal punto di vista dello scuotimento al suolo, l'evento del 27.01.2012 ha generato nell'area epicentrale una accelerazione di picco (PGA) massima superiore a 0.025g (> 2.5% g) a cui corrisponde una intensità strumentale pari a circa il VI grado. Nelle figure seguenti vengono riportate le mappe di scuotimento in PGA e in Intensità strumentale prodotte dal personale del Laboratorio di Sismologia utilizzando i dati della rete RSNI. Il confronto fra la mappa in Intensità strumentale e quella del risentimento macrosismico prodotta da INGV sulla base del risentimento reale osservato per il terremoto in esame, indica un buon accordo dimostrando come i parametri calibrati per l'Italia nord-occidentale per il calcolo delle mappe di scuotimento attraverso il software Shakemap[®] siano effettivamente idonei ad una corretta ricostruzione del livello di risentimento e danneggiamento potenziale all'interno dell'area interessata dal terremoto in esame.

Infine, per quanto riguarda la procedura automatica, nel caso del terremoto del 27 Gennaio 2012, il sistema automatico ha fornito due localizzazioni sulla base della doppia procedura descritta nel paragrafo "implementazione delle procedure automatiche di allerta sismica"; nel dettaglio un primo sms di allerta è stato inviato alle ore **14:55:26** di venerdì 27 gennaio 2012 e la localizzazione fornita è stata:

'Auto-Fase1 Ml:5.5 Berceto (PR) D: 2.5 Lat:44.491N Lon: 9.977E P: 81.3 UTC:2012/01/27 14:53:12 Erh: 5.60 Erz: 8.70 Nf:22 Gap: 52'

La seconda fase automatica ha successivamente inviato le seguenti informazioni:

'Auto Ml:5.6 Berceto (PR) D: 2.4 Lat:44.511N Lon: 9.959E P: 82.0 UTC:2012/01/27 14:53:11 Erh: 6.20 Erz: 9.60 Nf:21 Gap: 75'

#ART0100000000	
Event ID	120127100011
Magnitude (M)	2.4 ± 0.4
Date and time	2012-01-27 14:53:11.88 (UTC)
Location	Latitude: 44.511 N, Longitude: 9.959 E
Area	F. S. (PR)
Depth (km)	82.0
Distances (km)	2.4 - Berceto (PR)
	10.0 - Montebelluna (PR)
	11.0 - Caserta (PR)
	11.1 - Salsomaggiore (PR)
	11.2 - Salsomaggiore (PR)
	11.3 - Salsomaggiore (PR)
	11.4 - Salsomaggiore (PR)
	11.5 - Salsomaggiore (PR)
	11.6 - Salsomaggiore (PR)
	11.7 - Salsomaggiore (PR)
	11.8 - Salsomaggiore (PR)
	11.9 - Salsomaggiore (PR)
	12.0 - Salsomaggiore (PR)
	12.1 - Salsomaggiore (PR)
	12.2 - Salsomaggiore (PR)
	12.3 - Salsomaggiore (PR)
	12.4 - Salsomaggiore (PR)
	12.5 - Salsomaggiore (PR)
	12.6 - Salsomaggiore (PR)
	12.7 - Salsomaggiore (PR)
	12.8 - Salsomaggiore (PR)
	12.9 - Salsomaggiore (PR)
	13.0 - Salsomaggiore (PR)
	13.1 - Salsomaggiore (PR)
	13.2 - Salsomaggiore (PR)
	13.3 - Salsomaggiore (PR)
	13.4 - Salsomaggiore (PR)
	13.5 - Salsomaggiore (PR)
	13.6 - Salsomaggiore (PR)
	13.7 - Salsomaggiore (PR)
	13.8 - Salsomaggiore (PR)
	13.9 - Salsomaggiore (PR)
	14.0 - Salsomaggiore (PR)
	14.1 - Salsomaggiore (PR)
	14.2 - Salsomaggiore (PR)
	14.3 - Salsomaggiore (PR)
	14.4 - Salsomaggiore (PR)
	14.5 - Salsomaggiore (PR)
	14.6 - Salsomaggiore (PR)
	14.7 - Salsomaggiore (PR)
	14.8 - Salsomaggiore (PR)
	14.9 - Salsomaggiore (PR)
	15.0 - Salsomaggiore (PR)
	15.1 - Salsomaggiore (PR)
	15.2 - Salsomaggiore (PR)
	15.3 - Salsomaggiore (PR)
	15.4 - Salsomaggiore (PR)
	15.5 - Salsomaggiore (PR)
	15.6 - Salsomaggiore (PR)
	15.7 - Salsomaggiore (PR)
	15.8 - Salsomaggiore (PR)
	15.9 - Salsomaggiore (PR)
	16.0 - Salsomaggiore (PR)
	16.1 - Salsomaggiore (PR)
	16.2 - Salsomaggiore (PR)
	16.3 - Salsomaggiore (PR)
	16.4 - Salsomaggiore (PR)
	16.5 - Salsomaggiore (PR)
	16.6 - Salsomaggiore (PR)
	16.7 - Salsomaggiore (PR)
	16.8 - Salsomaggiore (PR)
	16.9 - Salsomaggiore (PR)
	17.0 - Salsomaggiore (PR)
	17.1 - Salsomaggiore (PR)
	17.2 - Salsomaggiore (PR)
	17.3 - Salsomaggiore (PR)
	17.4 - Salsomaggiore (PR)
	17.5 - Salsomaggiore (PR)
	17.6 - Salsomaggiore (PR)
	17.7 - Salsomaggiore (PR)
	17.8 - Salsomaggiore (PR)
	17.9 - Salsomaggiore (PR)
	18.0 - Salsomaggiore (PR)
	18.1 - Salsomaggiore (PR)
	18.2 - Salsomaggiore (PR)
	18.3 - Salsomaggiore (PR)
	18.4 - Salsomaggiore (PR)
	18.5 - Salsomaggiore (PR)
	18.6 - Salsomaggiore (PR)
	18.7 - Salsomaggiore (PR)
	18.8 - Salsomaggiore (PR)
	18.9 - Salsomaggiore (PR)
	19.0 - Salsomaggiore (PR)
	19.1 - Salsomaggiore (PR)
	19.2 - Salsomaggiore (PR)
	19.3 - Salsomaggiore (PR)
	19.4 - Salsomaggiore (PR)
	19.5 - Salsomaggiore (PR)
	19.6 - Salsomaggiore (PR)
	19.7 - Salsomaggiore (PR)
	19.8 - Salsomaggiore (PR)
	19.9 - Salsomaggiore (PR)
	20.0 - Salsomaggiore (PR)

Figura 26: evento del 27 Gennaio 2012, ore 14:53: localizzazione automatica

Questi ultimi dati sono stati inviati al personale regionale incaricato attraverso l'SMS e la mail di allerta sismica alle ore **15:04:56** (GMT) di venerdì 27 gennaio 2012.

RSNI Peak Accel. Map (in %g) : Frignano

Fri Jan 27, 2012 02:53:13 PM GST M 5.5 N44.52 E10.01 Depth: 68.7km ID:120127145315

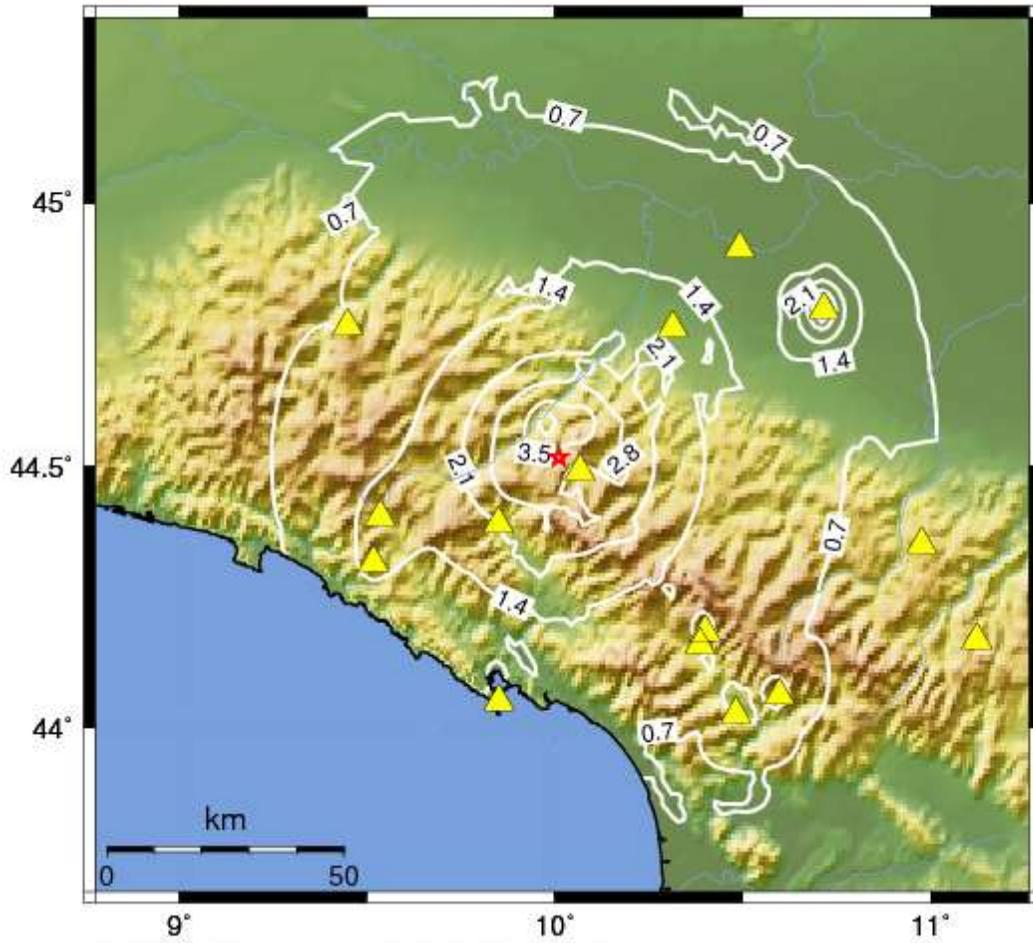


Figura 27: evento del 27 Gennaio 2012, ore 14:53: mappa di scuotimento in PGA (localizzazione rivista manualmente)

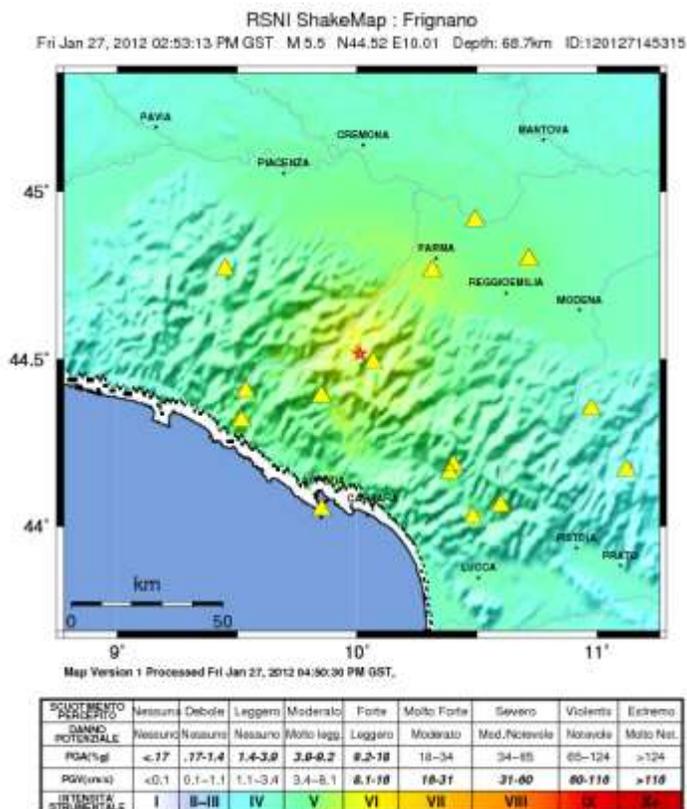


Figura 28: evento del 27 Gennaio 2012, ore 14:53: mappa di scuotimento in intensità strumentale (localizzazione rivista manualmente). I valori di intensità vengono ricavati dai dati di scuotimento in termini di PGA attraverso una opportuna legge di conversione

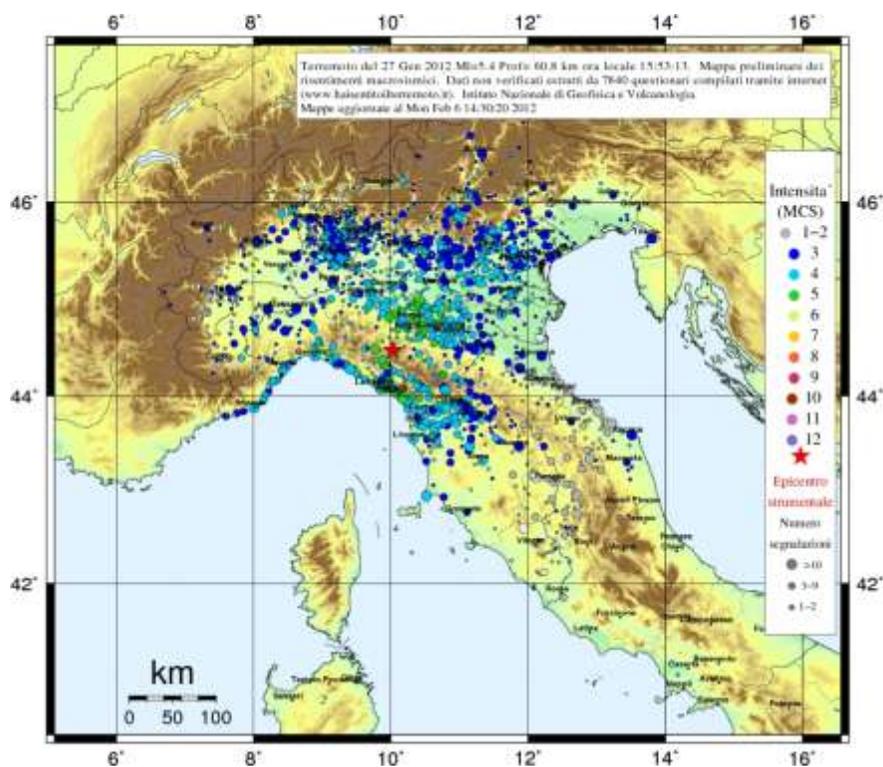


Figura 29: mappa del risentimento macrosismico del terremoto del 27.01.2012, ore 14:53 gmt (dati da <http://www.haisentitoilterremoto.it>)

Evento del 05 Marzo 2012

Il giorno 05/03/2012 alle ore 15:15 GMT, la rete sismica dell'Italia Nord-Occidentale (www.dipteris.unige.it/geofisica) ha registrato un evento sismico che è stato localizzato nella Valle del Trebbia in provincia di Genova.

L'ipocentro di tale terremoto è ubicato a 44.573°N di Latitudine e 9.409°E di Longitudine ad una profondità pari a circa 10 km. La sua magnitudo locale (o magnitudo Richter) risulta essere uguale a 4.1 (± 0.2).

I comuni più vicini all'epicentro risultano essere:

- Santo Stefano d'Aveto (GE) ad una distanza epicentrale pari a 4.2 km
- Rezzoaglio (GE) ad una distanza epicentrale pari a 5.4 km
- Ottone (PC) ad una distanza epicentrale pari a 8.3 km
- Gorreto (GE) ad una distanza epicentrale pari a 10.1 km

Presso l'area epicentrale, sulla base dello scuotimento osservato, è stato possibile ipotizzare un risentimento pari a circa il IV – V grado della scala Mercalli corrispondente ad uno scuotimento percepito da leggero a moderato e ad un danno potenziale da nessuno a molto leggero.

Il terremoto in oggetto è stato risentito anche nelle provincie di Piacenza, La Spezia, Genova.

Nei giorni immediatamente successivi sono state registrate n. 8 scosse successive (aftershocks) all'evento in oggetto con magnitudo compresa fra 0.9 e 2.7 avvenute nel giorno 05 (5 scosse), nel giorno 07 (2 scosse) e nel giorno 12 (1 scossa).

L'area interessata dalla presente attività sismica risulta essere caratterizzata da una pericolosità sismica caratterizzata da una accelerazione massima al suolo (a_g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (periodo di ritorno pari a 475 anni), riferita a suoli rigidi, pari a 0.133g ($\approx 1.30 \text{ m/s}^2$).

Nelle figure successive viene riportata la mappa relativa alla localizzazione (rivista manualmente dal personale del Laboratorio di Sismologia del DISTAV) dell'evento principale di magnitudo 4.1, la mappa della sismicità strumentale registrata dalla rete RSNI dal 1982 ad oggi e la mappa della sismicità storica dell'area. Sono inoltre riportate le tabelle con i dati relativi alle localizzazioni dei terremoti recenti e storici che hanno interessato l'area.



Figura 30: evento del 05 Marzo 2012, ore 15:15, MI = 4.2: localizzazione manuale fornita dal personale del Laboratorio di Sismologia del DISTAV

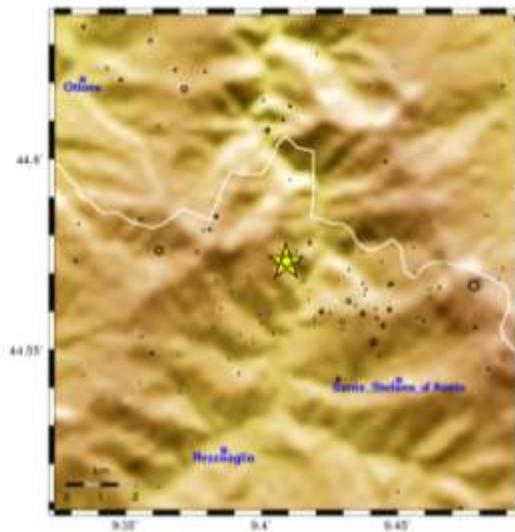
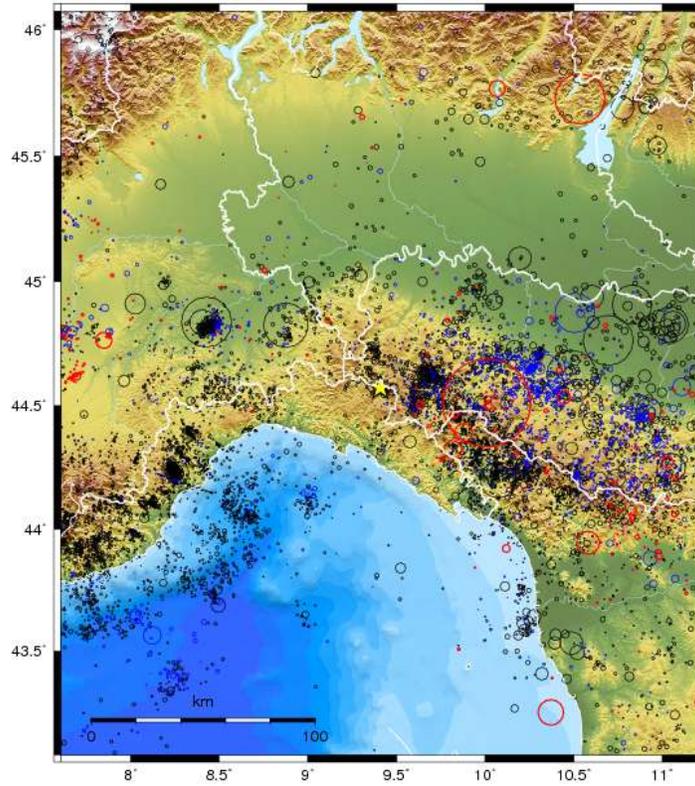


Figura 31: sismicità dell'area prossima all'epicentro del terremoto del 05 Marzo 2012 registrata dalla rete RSNI dal 1982 ad oggi

Aammgg	hhmm	ss	lat.	long.	Prof	MI	nf	gap	dist3st	rms	erh	erz			
82	2	3	459	18.70 44	37.10	9	22.30	1.00	3.5	37	360	0.0	1.20	4.0	6.0
85	621	631	2.30 44	34.20	9	27.40	0.00	2.2	6	360	0.0	0.20	14.0	0.0	
85	812	217	56.40 44	38.20	9	29.60	2.00	2.7	20	360	0.0	0.70	3.0	5.0	
8510	3	1437	54.60 44	37.40	9	22.10	5.00	2.5	6	360	0.0	0.20	34.0	5.0	
91	222	2034	23.40 44	34.40	9	19.90	0.00	2.5	48	360	0.0	1.30	4.0	6.0	
94	527	357	2.00 44	35.10	9	23.00	1.00	3.0	62	360	0.0	1.30	4.0	5.0	
95	3	5	1716	2.70 44	30.50	9	28.40	13.00	2.4	16	360	0.0	0.20	2.0	2.0
970205	1	7	8.91 44	37.24	9	20.89	0.09	2.7	30	164	64.4	0.29	1.8	1.9	
970215	1523	32.77 44	37.86	9	21.55	0.95	2.8	30	183	65.4	0.29	1.3	1.7		
970224	022	7.94 44	37.37	9	22.75	5.71	2.4	24	184	66.8	0.30	2.0	1.9		
970303	721	47.59 44	38.08	9	20.07	1.12	2.7	31	164	63.5	0.40	2.5	2.6		
971220	023	1.65 44	33.35	9	28.72	8.09	2.6	11	332	108.3	0.09	4.8	1.9		
40802	1844	43.36 44	37.43	9	20.59	6.87	2.2	16	325	69.5	0.05	1.5	7.6		
50418	11	4	17.54 44	34.88	9	22.73	1.67	2.1	28	144	64.7	0.61	7.3	5.2	
050810	0236	11.98 44	30.76	9	27.00	4.51	2.0	15	324	56.0	0.22	3.7	99.0		
061128	1226	31.58 44	34.89	9	22.86	11.68	2.5	68	89	42.9	0.09	0.3	0.3		
061128	1227	21.49 44	32.94	9	21.58	9.42	2.6	54	139	42.8	0.08	0.4	0.3		
061128	1228	13.12 44	35.05	9	21.33	9.84	2.5	44	143	44.8	0.09	0.5	0.5		
061128	1320	26.15 44	34.54	9	22.57	9.25	2.4	55	88	42.9	0.09	0.4	0.3		
110612	0250	22.75 44	33.57	9	26.23	1.02	3.2	55	91	27.8	0.19	0.4	0.6		
110612	0257	32.54 44	33.50	9	26.54	4.40	2.5	34	97	27.6	0.29	1.1	2.4		
110612	0430	50.35 44	34.04	9	26.23	0.07	2.1	28	97	28.6	0.26	1.0	1.2		
110612	1755	27.06 44	33.63	9	26.82	1.28	3.0	46	99	27.7	0.37	1.0	1.4		
110612	1829	35.39 44	33.26	9	24.25	13.86	2.1	8	207	27.9	0.15	3.1	5.6		
110612	1829	59.33 44	32.62	9	23.51	13.58	2.1	12	212	27.2	0.16	1.9	3.6		
111002	1813	03.13 44	36.83	9	24.63	0.02	2.5	24	106	34.1	0.23	1.0	1.4		
111002	1818	15.21 44	36.61	9	24.48	0.30	2.6	27	107	33.8	0.33	1.3	1.9		
111006	1711	46.91 44	36.45	9	24.13	7.99	3.1	27	108	33.6	0.29	1.2	3.7		
111018	0146	46.00 44	32.54	9	25.69	8.07	3.1	22	186	51.0	0.34	2.5	5.4		
111020	0610	51.10 44	34.56	9	21.74	10.20	3.7	14	303	56.7	0.13	1.7	4.1		
111020	0611	18.93 44	34.01	9	28.68	8.60	4.0	14	159	28.0	0.34	3.0	5.1		
111020	0616	44.66 44	33.12	9	26.47	8.64	3.5	20	189	50.1	0.35	2.4	5.5		
111020	0618	24.73 44	33.60	9	25.32	4.32	3.1	16	190	51.8	0.27	1.9	10.9		
111020	0628	48.24 44	35.96	9	26.73	7.46	2.6	12	216	71.8	0.20	3.3	7.5		
111020	0631	25.29 44	37.15	9	29.32	6.85	2.4	8	252	75.4	0.08	2.0	2.1		
111020	0639	13.80 44	33.76	9	25.92	9.67	3.0	14	191	66.1	0.23	2.1	3.2		
111020	0935	10.59 44	33.90	9	23.33	11.77	2.1	13	212	29.5	0.17	1.9	3.9		
111020	1228	36.06 44	34.04	9	26.86	7.34	2.9	26	100	28.4	0.31	1.0	4.8		
111022	1400	37.50 44	34.53	9	26.20	9.17	2.1	22	98	29.5	0.21	1.0	3.2		
111024	1845	44.74 44	34.08	9	24.93	3.98	2.1	26	99	29.1	0.24	1.3	2.8		
111027	1224	24.51 44	33.37	9	26.67	8.95	3.0	26	98	27.3	0.21	0.7	2.4		
120219	1411	06.41 44	34.20	9	24.42	9.86	2.0	28	101	29.5	0.38	1.4	2.6		
120305	1515	07.04 44	34.39	9	24.55	8.60	4.1	42	101	29.8	0.62	1.8	3.3		
120305	1632	58.32 44	34.68	9	25.06	13.62	2.7	25	100	30.1	0.47	1.7	3.3		

Tabella 6: lista degli eventi sismici registrati dalla rete RSNI dal 1982 ad oggi nell'area interessata dal terremoto del 05 Marzo 2012

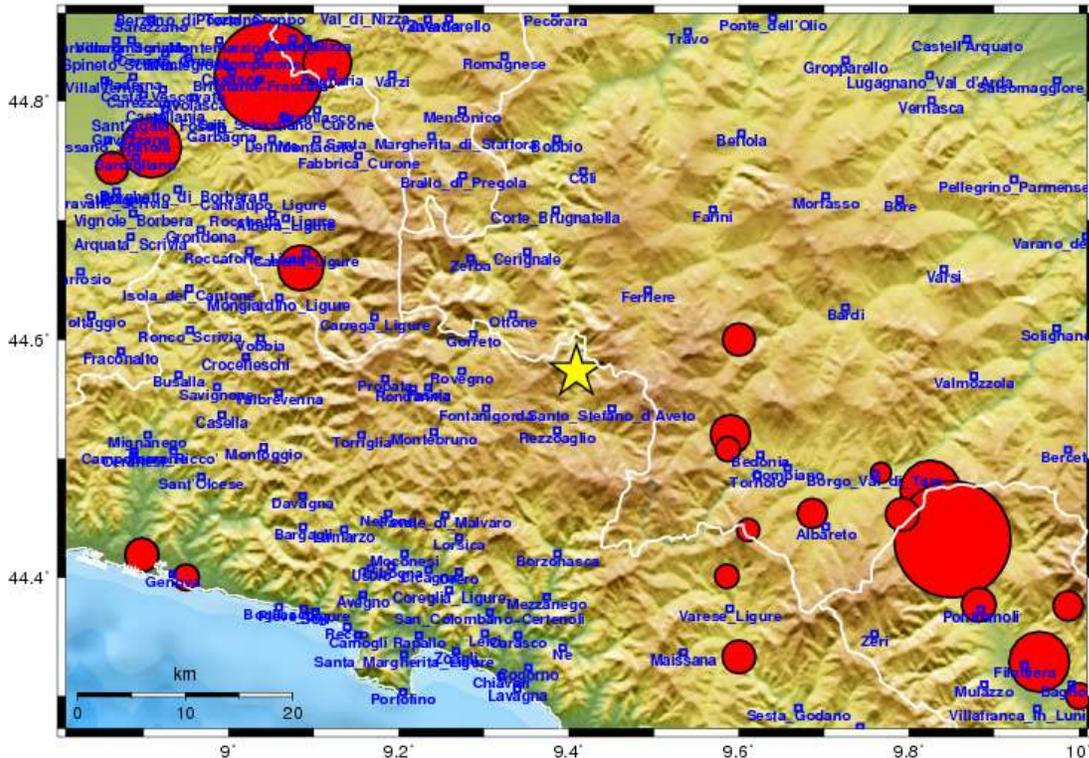


Figura 32: sismicità storica nell'area prossima all'epicentro del terremoto del 05 Marzo 2012 (catalogo CPTI11, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>)

Earthquake	Date	hhmm	sec	Lat	Lon	Mw
GENOVA	11820815	0000	00.00	44.4190	8.8980	4.72 0.34
GENOVA	12170108	0000	00.00	44.4190	8.8980	4.51 0.34
Genova	15360810	2300	00.00	44.4190	8.8980	4.72 0.34
VALLE SCRIVIA	15411022	1800	00.00	44.7610	8.9090	5.24 0.60
Valle del Taro	15450609	1545	00.00	44.4730	9.8250	5.25 0.78
Pontremoli	16410608	0000	00.00	44.3770	9.8820	4.72 0.34
Valle Staffora	18281009	0220	00.00	44.8210	9.0470	5.76 0.15
Valle del Taro-Lunigiana	18340214	1315	00.00	44.4320	9.8510	5.83 0.15
Borgotaro	18350420	0300	00.00	44.4880	9.7670	4.30 0.34
Borgotaro	18350425	0245	00.00	44.4540	9.6860	4.63 0.65
Valle del Taro	18491128	1800	00.00	44.4530	9.7920	4.72 0.34
SESTA GODANO	18610316	0030	00.00	44.3330	9.6000	4.72 0.34
Val Borbera	18820215	0500	00.00	44.6600	9.0850	4.99 0.44
LUNIGIANA	19030727	0346	00.00	44.3290	9.9530	5.25 0.17
Appennino ligure	19061110	1755	00.00	44.4010	9.5860	4.44 0.28
NOVI LIGURE	19131207	0128	00.00	44.7440	8.8630	4.70 0.20
PONTREMOLI	19210507	0615	00.00	44.3770	9.8820	4.73 0.48
BORGO VAL DI TARO	19211129	1204	00.00	44.3760	9.9870	4.63 0.25
GENOVA	19240921	2018	00.00	44.4000	8.9500	4.51 0.34
BAGNONE	19261118	2257	00.00	44.3000	10.0000	4.51 0.34
BEDONIA	19271028	2149	00.00	44.5200	9.5900	4.88 0.21
VARESE LIGURE	19280221	0437	00.00	44.4400	9.6110	4.39 0.25
ALTA VAL DI TARO	19280720	1953	00.00	44.5080	9.5870	4.46 0.30
BORGO VAL DI TARO	19340613	0906	26.00	44.4380	9.7250	4.99 0.24
Valle Staffora	19450614	0503	45.00	44.8170	9.1460	4.86 0.30
Valle Staffora	19450629	1537	13.00	44.8300	9.1310	5.11 0.28
VARZI	19451215	0527	00.00	44.8310	9.1160	5.05 0.34
PIONE	19460218	2300	00.00	44.6000	9.6000	4.70 0.37
S.MARIA TARO	19590126	0535	40.00	44.5000	9.5000	4.50 0.37

MAGGIORASCA	19730605	1347	24.00	44.6670	9.5150	4.60	0.19
PIONE	19740415	2149	14.00	44.5320	9.8500	4.40	0.47
Alto Piacentino	19751113	1955	13.00	44.6590	9.6260	4.39	0.26
BORGO VAL DI TARO	19751116	1304	25.00	44.7490	9.5190	4.96	0.29
APP. LIGURE	19760822	0249	15.00	44.5670	9.5000	4.44	0.47
Piacentino	19801223	1201	06.00	44.8010	9.7570	4.60	0.09
Appennino ligure	19850815	1858	03.80	44.6360	9.6840	4.53	0.18
Val di Taro	19950303	1616	41.00	44.3660	10.0060	4.37	0.22
S. Agata Fossili	20030411	0926	57.00	44.7580	8.8680	4.85	0.09
Valle del Trebbia	20050413	1846	08.00	44.6900	9.3260	4.05	0.18
Valle del Trebbia	20050418	1059	18.00	44.7240	9.3480	3.98	0.09

Tabella 7: lista dei terremoti storici occorsi nell'area interessata dal terremoto del 05 Marzo 2012 (catalogo CPTI11)

Dal punto di vista dello scuotimento al suolo, l'evento del 05.03.2012 ha generato nell'area epicentrale una accelerazione di picco (PGA) massima superiore ai 0.02g (> 2% g) a cui corrisponde una intensità strumentale pari a circa il V grado. Nelle figure seguenti vengono riportate le mappe di scuotimento in PGA e in Intensità strumentale prodotte dal personale del Laboratorio di Sismologia utilizzando i dati della rete RSNI. Il confronto fra la mappa in Intensità strumentale e quella del risentimento macrosismico prodotta da INGV sulla base del risentimento reale osservato per il terremoto in esame, indica un buon accordo dimostrando come i parametri calibrati per l'Italia nord-occidentale per il calcolo delle mappe di scuotimento attraverso il software Shakemap® siano effettivamente idonei ad una corretta ricostruzione del livello di risentimento e danneggiamento potenziale all'interno dell'area interessata dal terremoto in esame.

Infine, per quanto riguarda la procedura automatica, nel caso del terremoto del 05 Marzo 2012, il sistema automatico ha fornito due localizzazioni sulla base della doppia procedura descritta nel paragrafo "implementazione delle procedure automatiche di allerta sismica"; nel dettaglio un primo sms di allerta è stato inviato alle ore **15:17:19** di lunedì 05 marzo 2012 e la localizzazione fornita è stata:

'Auto-Fase1 MI:4.2 Rezzoaglio (GE) D: 5.7 Lat:44.577N Lon: 9.371E P: 0.9 UTC:2012/03/05 15:15:06 Erh: 3.00 Erz: 4.00 Nf:19 Gap: 109'

La seconda fase automatica ha successivamente inviato le seguenti informazioni:

'Auto MI:4.2 Rezzoaglio (GE) D: 5.8 Lat:44.579N Lon: 9.375E P: 0.1 UTC:2012/03/05 15:15:06 Erh: 2.10 Erz: 2.60 Nf:27 Gap: 80



Figura 33: evento del 05 marzo 2012, ore 15:15: localizzazione automatica

Questi ultimi dati sono stati inviati al personale incaricato della Regione Valle d'Aosta attraverso l'SMS e la mail di allerta sismica alle ore **15:24:41** (GMT) di lunedì 05 Marzo 2012.

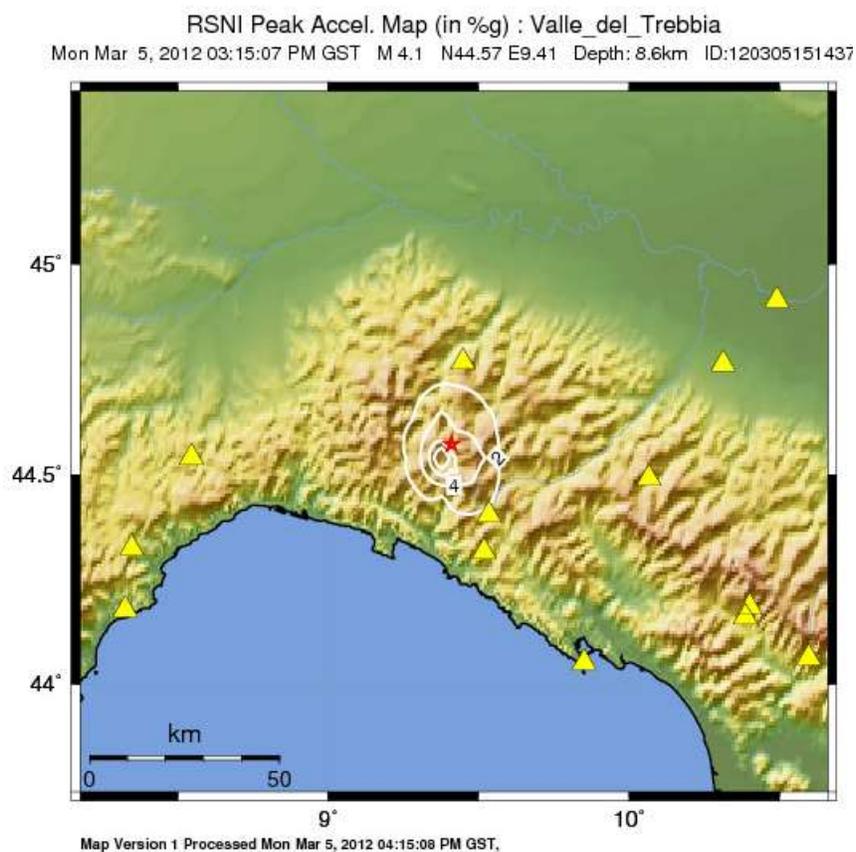
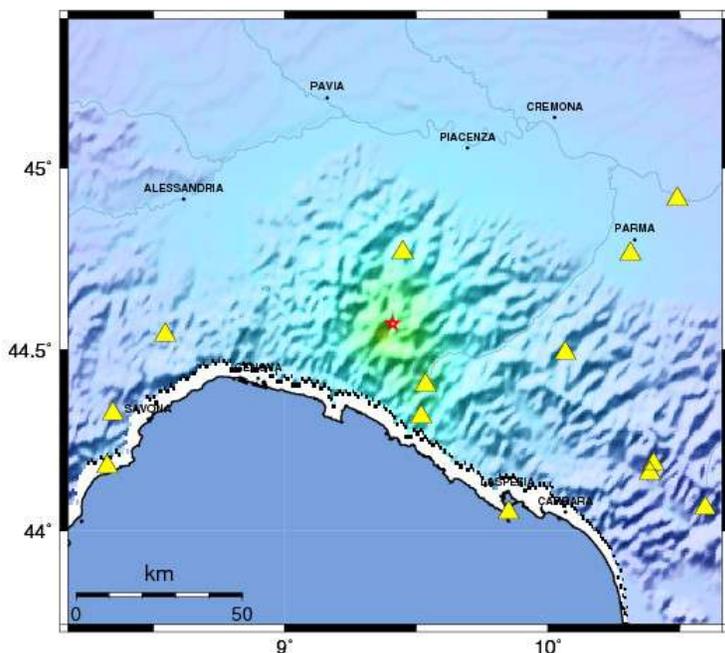


Figura 34: evento del 05 marzo 2012, ore 15:15 gmt: mappa di scuotimento in PGA (localizzazione rivista manualmente)



SCUOTIMENTO PERCEPITO	Nessun	Debole	Leggero	Moderato	Forte	Molto Forte	Severo	Violento	Estremo
DANNO POTENZIALE	Nessun	Nessuno	Nessuno	Molto legg.	Leggero	Moderato	Mod./Notevole	Notevole	Molto Not.
PGA(%g)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-85	85-124	>124
PGV(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-18	18-31	31-60	60-118	>118
INTENSITA' STRUMENTALE	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Figura 35: evento del 05 marzo 2012, ore 15:15 gmt: mappa di scuotimento in intensità strumentale (localizzazione rivista manualmente). I valori di intensità vengono ricavati dai dati di scuotimento in termini di PGA attraverso una opportuna legge di conversione

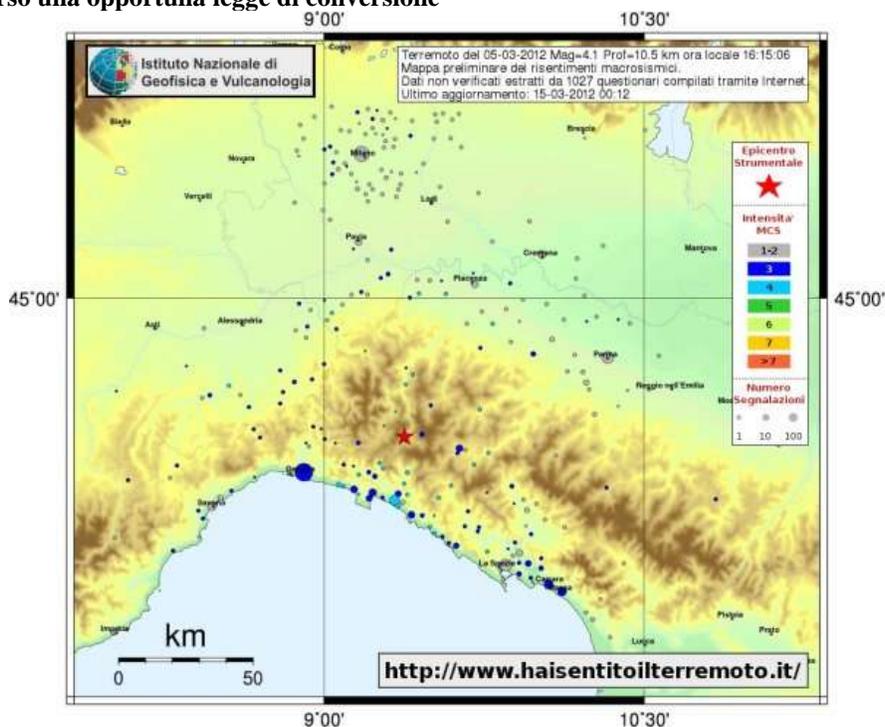


Figura 36: mappa del risentimento macrosismico del terremoto del 05 marzo 2012, ore 15:15 gmt (dati da <http://www.haisentitoilterremoto.it/>)

Evento del 20 Maggio 2012

Il giorno 20/05/2012 alle ore 02:03 GMT, la rete sismica dell'Italia Nord-Occidentale (www.dipteris.unige.it/geofisica) ha registrato un evento sismico che è stato localizzato nella Pianura Padana Emiliana in provincia di Modena.

L'ipocentro di tale terremoto è ubicato a 44,898°N di Latitudine e 11,252°E di Longitudine ad una profondità pari a circa 6 km. La sua magnitudo locale (o magnitudo Richter) risulta essere uguale a 5.9 (± 0.2).

I comuni più vicini all'epicentro risultano essere:
Finale Emilia (MO) ad una distanza epicentrale pari a 7,9 km
San Felice sul Panaro (MO) ad una distanza epicentrale pari a 10,7 km
Bondeno (FE) ad una distanza epicentrale pari a 13,1 km
Mirandola (MO) ad una distanza epicentrale pari a 14,6 km

Presso l'area epicentrale, sulla base dello scuotimento osservato, è stato possibile ipotizzare un risentimento pari a circa il VII –VIII grado della scala Mercalli corrispondente ad uno scuotimento percepito da molto forte a severo e ad un danno potenziale da moderato a notevole.

Il terremoto in oggetto è stato risentito ed ha prodotto danni anche nelle provincie di Ferrara e Mantova ed è stato risentito in gran parte del Nord d'Italia (Emilia Romagna, Lombardia, Veneto, Toscana, Liguria e Piemonte).

Nei giorni immediatamente successivi sono state registrate oltre 100 scosse successive (aftershocks) con magnitudo massima pari a 5.1MI mentre precedentemente all'evento in oggetto sono occorsi alcuni eventi (foreshocks) con magnitudo compresa fra 2.8 (± 0.3) e 3.9 (± 0.3) avvenuti rispettivamente il 18 maggio (alle ore 19:40 GMT) e il 19 maggio (alle ore 23:13 GMT).

L'area interessata dalla presente attività sismica risulta avere una pericolosità sismica caratterizzata da una accelerazione massima al suolo (ag) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (periodo di ritorno pari a 475 anni), riferita a suoli rigidi, pari a 0,149 g ($\approx 1,46$ m/s²).

Nelle figure successive viene riportata la mappa relativa alla localizzazione (rivista manualmente dal personale del Laboratorio di Sismologia del DISTAV) dell'evento principale di magnitudo 5.9, la mappa della sismicità strumentale registrata dalla rete RSNI dal 1997 ad oggi e la mappa della sismicità storica dell'area. Sono inoltre riportate le tabelle con i dati relativi alle localizzazioni dei terremoti recenti e storici che hanno interessato l'area.



EARTHQUAKE INFO	
Event - ID	120518194062 - Focal parameters from INGV
Magnitude (MI)	2.8 +/- 0.3
Date and time	2012-05-18 19:46:18 (UTC)
Location	Latitude: 44.900 N, Longitude: 11.150 E
Area	Pianura padana emiliana
Depth (km)	1.90
Distances (km)	6.5 — San Felice sul Panaro 6.7 — Mirandola 8.3 — Medola 9.1 — Poggio Rusco 9.3 — San Giovanni del Dosso 11.7 — Villa Ponsi 11.7 — Cavizzo 12.1 — San Possidonio 12.1 — Magnacavallo 12.2 — San Giacomo delle Segrate 12.3 — Camposanto 12.5 — Schivenoglia 13.3 — Concordia sulla Secchia 13.5 — Finale Emilia 15.5 — Pieve di Corano 15.8 — San Prospero 16.5 — Serride 16.6 — Carbonara di Po 17.1 — Revere 17.4 — Borgofranco sul Po 17.5 — Quargenta 17.8 — Quistello 18.0 — Castelnovo Bariano 18.2 — Felonica 18.3 — Castelmaso

"HYPOELLIPSE" QUALITY SUMMARY: *Erh: 2.4 km, Erz: 7.3 km, Nf: 28, Gap: 230 deg, Rms: 1.57 s*

Figura 37: evento del 20 Maggio 2012, ore 02:03, MI = 5.9: localizzazione manuale fornita dal personale del Laboratorio di Sismologia del DISTAV

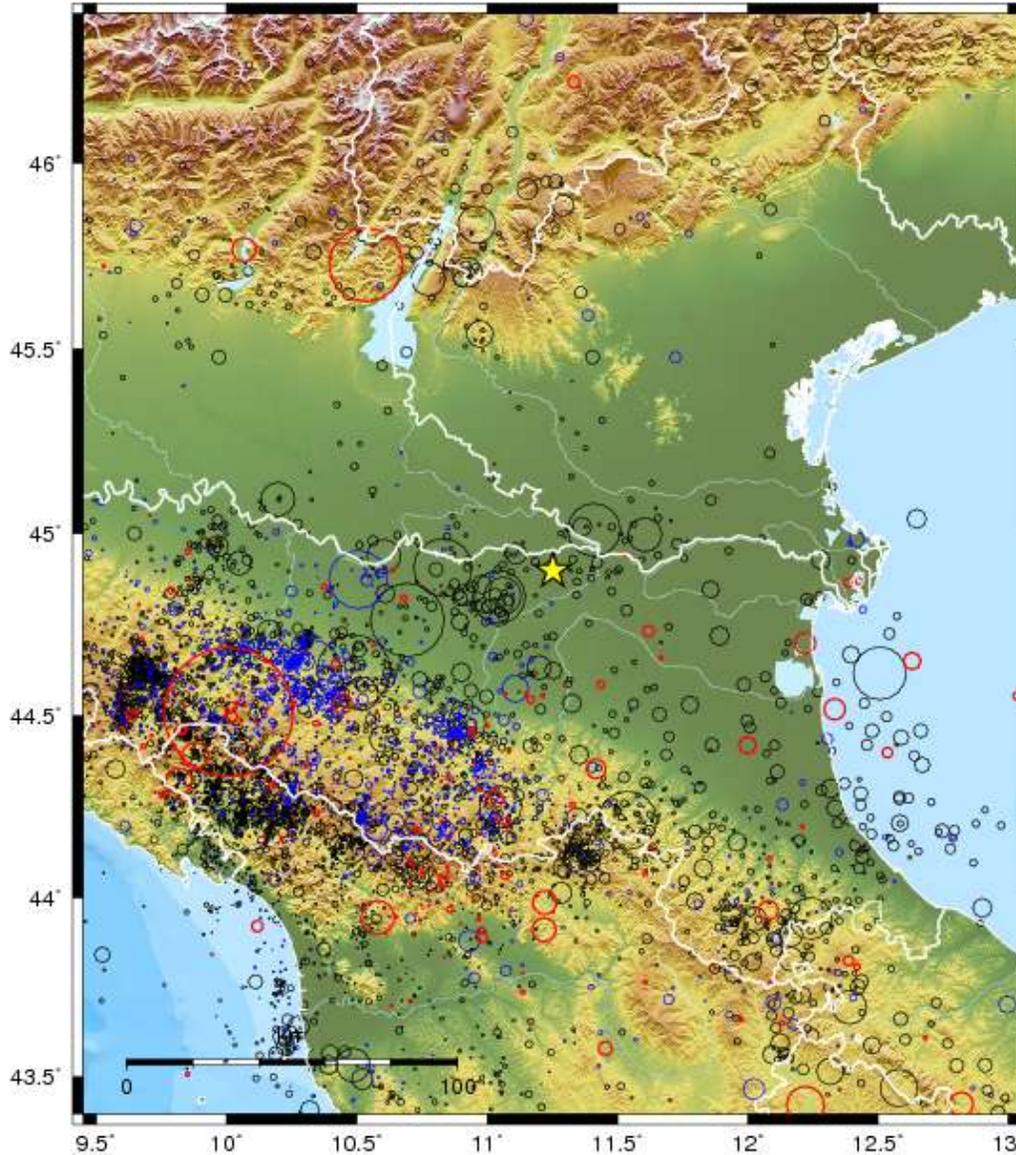


Figura 38: sismicità dell'area prossima all'epicentro del terremoto del 20 Maggio 2012 registrata dalla rete RSNI dal 1982 al 19 maggio 2012

Aammgg	hhmm	ss	lat.	long.	Prof	Ml	nf	gap	dist3st	rms	erh	erz	
87	514	1747	20.00	44 54.50	11 14.30	0.00	3.5	49	360	0.0	1.10	10.0	3.0
96	1023	415	20.70	44 53.92	11 19.25	9.64	2.6	6	344	138.8	0.75	99.0	37.9
97	1127	1930	1.92	44 55.35	11 11.05	0.81	3.3	39	290	131.2	0.91	12.7	6.7
08	0723	0322	23.81	44 55.71	11 19.70	1.17	3.3	49	244	10.7	0.31	1.8	1.2

Tabella 8: lista degli eventi sismici registrati dalla rete RSNI dal 1982 ad oggi nell'area interessata dal terremoto del 20 Maggio 2012. Sono riportati solo i terremoti localizzati in un'area di circa 15 km intorno all'epicentro.

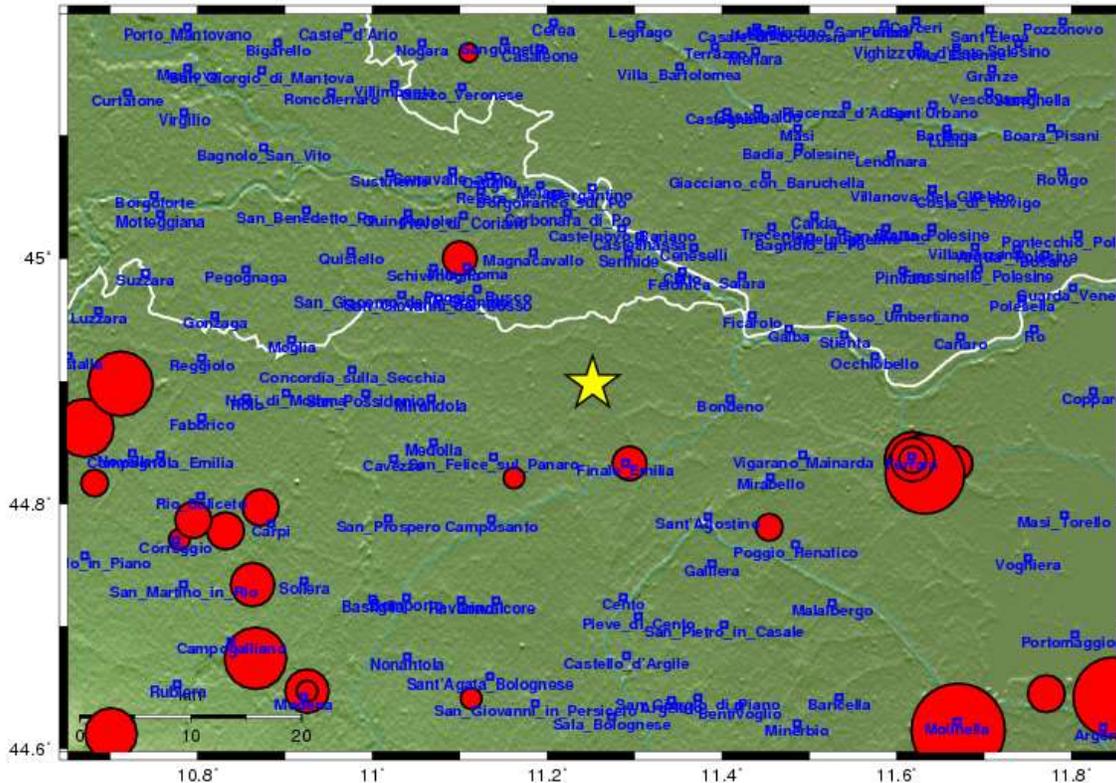


Figura 39: sismicità storica nell'area prossima all'epicentro del terremoto del 20 Maggio 2012 (catalogo CPTI11, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>)

Earthquake	Date	hhmm	sec	Lat	Lon	Mw
FERRARA	12340320	0000	00.00	44.8360	11.6180	5.14
Modena	12490900	0000	00.00	44.6470	10.9250	4.93
Val_Padana	12800125	0000	00.00	44.8170	10.6820	4.51
FERRARA	12851213	0000	00.00	44.8360	11.6180	5.14
Ferrara	13391116	1410	00.00	44.8360	11.6180	4.72
Ferrara	13460222	1100	00.00	44.8360	11.6180	4.93
Ferrara	14090817	0035	00.00	44.8360	11.6180	4.72
FERRARA	14100509	2230	00.00	44.8360	11.6180	4.93
Ferrara	14110109	0200	00.00	44.8360	11.6180	5.14
FERRARA_SUD	14250810	1900	00.00	44.8330	11.6670	4.72
MODENA	14740311	2030	00.00	44.6470	10.9250	4.30
FERRARA	14830303	2200	00.00	44.8360	11.6180	4.51
FERRARA_SUD	15081018	1500	00.00	44.8330	11.6670	4.72
Ferrara	15611124	0125	00.00	44.7810	11.4540	4.51
Ferrara	15701117	1910	00.00	44.8240	11.6320	5.46
FINALE_EMILIA	15740317	0340	00.00	44.8330	11.2940	4.72
Argenta	16240319	1945	00.00	44.6420	11.8480	5.47
Modenese	16610321	2300	00.00	44.7340	10.8630	4.93
Bolognese	16660414	1858	00.00	44.6410	11.1130	4.30
Modena-Reggio_Emia	16710620	1000	00.00	44.6740	10.8660	5.25
FERRARA	16950228	0000	00.00	44.8360	11.6180	4.51
FERRARA	17430529	0000	00.00	44.8360	11.6180	4.93
Ferrara	17870716	1000	00.00	44.8360	11.6180	4.51
Emilia_orientale	17961022	0400	00.00	44.6150	11.6700	5.61
Correggio_(RE)	17990222	0545	00.00	44.7710	10.7790	4.30

NOVELLARA	18060212	0000	00.00	44.8620	10.6710	5.19
NOVELLARA	18101225	0045	00.00	44.8980	10.7120	5.29
Carpi_(MO)	18320311	0645	00.00	44.7780	10.8320	4.80
SANGUINETTO	18411015	2200	00.00	45.1670	11.1100	4.19
REGGIANO	18730516	1935	00.00	44.6120	10.7010	5.09
Romagna_settentrionale	18980116	1210	00.05	44.6450	11.7710	4.79
POGGIO_RUSCO	19010120	0630	00.00	45.0000	11.1000	4.72
Finale_Emilia	19080628	0319	58.00	44.8350	11.3290	4.27
Bassa_modenese	19100322	2329	00.00	44.8210	11.1620	4.30
Ferrarese	19220524	2117	25.00	44.8210	11.4080	4.34
CARPI	19280613	0800	00.00	44.7970	10.8720	4.78
Ferrarese	19310327	0246	57.00	44.8210	11.7640	4.81
Reggiano	19500506	0343	40.00	44.7310	10.6710	4.25
Reggiano	19530822	0526	00.00	44.7870	10.7950	4.77
Finale_Emilia	19630405	1349	42.00	44.8260	11.2650	4.09
Reggiano	19670403	1636	18.00	44.8700	10.6800	4.69
Bassa_modenese	19701102	0842	12.00	44.8530	11.1670	4.09
Correggio	19710911	2318	12.00	44.7640	10.8620	4.23
Bassa_mantovana	19781225	2253	42.00	44.8450	10.9900	4.22
BONDENO	19861206	1707	20.00	44.8790	11.3340	4.61
ZONA_PARMA	19870424	0230	27.00	44.8120	10.6910	4.56
Reggiano	19870502	2043	53.30	44.8010	10.6940	4.74
Bassa_modenese	19870508	1110	27.00	44.8610	11.1570	4.57
Bassa_bolognese	19870711	0146	51.52	44.6970	11.2670	5.44
Reggiano	19880315	1203	18.00	44.8330	10.7240	4.66
Correggio	19961015	0956	02.00	44.7980	10.6780	5.41
ZONA_PARMA	19961015	1218	26.00	44.8000	10.6770	4.41
Reggiano	19970512	2213	51.10	44.8010	10.6930	4.22
Reggiano	19980221	0221	13.00	44.7770	10.7230	4.34
Parmense	20000618	0742	08.00	44.7850	10.7460	4.43

Tabella 9: lista dei terremoti storici occorsi nell'area interessata dal terremoto del 20 Maggio 2012 (catalogo CPTI11)

Dal punto di vista dello scuotimento al suolo, l'evento del 20.05.2012 ha generato nell'area epicentrale una accelerazione di picco (PGA) massima stimata superiore a 0.2g (> 20% g) a cui corrisponde una intensità strumentale pari a circa il VII-VIII grado della scala Mercalli. Nelle figure seguenti vengono riportate le mappe di scuotimento in PGA e in Intensità strumentale prodotte utilizzando i dati della rete RSNI attraverso il software Shakemap©.

Infine, per quanto riguarda la procedura automatica, nel caso del terremoto del 20 Maggio 2012, il sistema ha notificato l'evento in due fasi successive; nel dettaglio un primo sms di allerta è stato inviato alle ore 04:06:22 (ora locale) di domenica 20 Maggio 2012 e la localizzazione fornita è stata:

'Auto-Fase1 MI:5.5 Mirandola (MO) D: 3.3 Lat:44.883N Lon: 11.108E P: 2.7 UTC:2012/05/20 02:03:53 Erh: 8.20 Erz: 9.50 Nf:19 Gap: 206'

La seconda fase automatica ha successivamente inviato le seguenti informazioni (alle ore 04:13:58, ora locale):

'Auto MI:5.5 Mirandola (MO) D: 3.2 Lat:44.907N Lon: 11.097E P: 6.9 UTC:2012/05/20 02:03:53 Erh: 4.60 Erz: 31.30 Nf:13 Gap: 225'

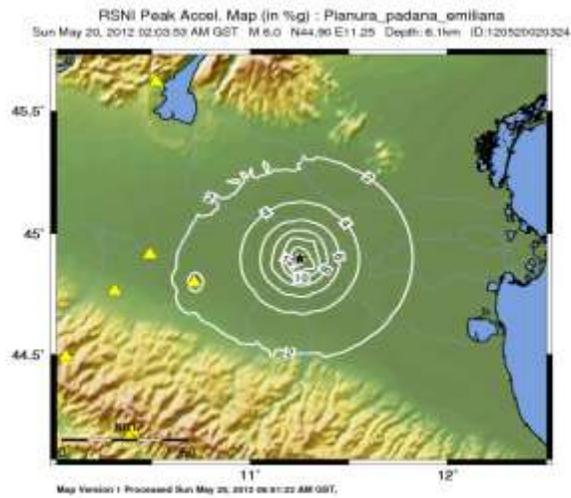
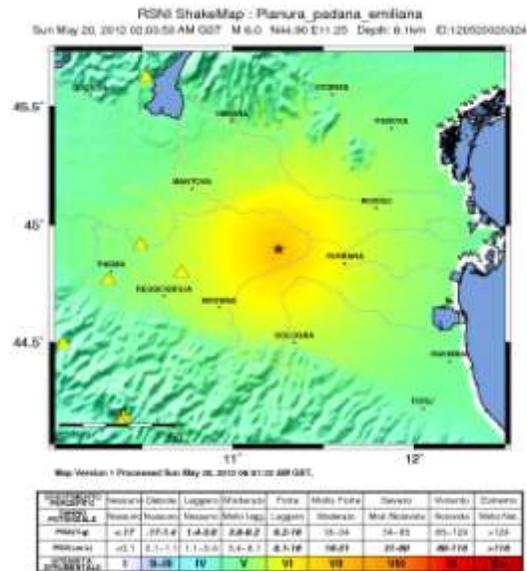


Figura 40: evento del 20 Maggio 2012, ore 02:03: pannello superiore) mappa di scuotimento in intensità strumentale (localizzazione rivista manualmente). I valori di intensità vengono ricavati dai dati di scuotimento in termini di PGA attraverso una opportuna legge di conversione; pannello inferiore) mappa di scuotimento in PGA (localizzazione rivista manualmente)

Evento del 29 Maggio 2012

Il giorno 29/05/2012 alle ore 07:00 GMT, la rete sismica dell'Italia Nord-Occidentale (www.dipteris.unige.it/geofisica) ha registrato un evento sismico che è stato localizzato nella Pianura Padana Emiliana in provincia di Modena.

L'ipocentro di tale terremoto è ubicato a 44,851°N di Latitudine e 11,086°E di Longitudine ad una profondità pari a circa 10 km. La sua magnitudo locale (o magnitudo Richter) risulta essere uguale a 5.8 (± 0.1).

I comuni più vicini all'epicentro risultano essere:

Medolla (MO) ad una distanza epicentrale pari a 1,2 km

Mirandola (MO) ad una distanza epicentrale pari a 4,5 km

San Felice sul Panaro (MO) ad una distanza epicentrale pari a 4,5 km

Cavezzo (MO) ad una distanza epicentrale pari a 4,7 km

Camposanto (MO) ad una distanza epicentrale pari a 8,2 km

Presso l'area epicentrale, sulla base dello scuotimento osservato, è stato possibile ipotizzare un risentimento pari a circa il VI – VII grado della scala Mercalli corrispondente ad un risentimento da forte a molto forte e ad un danno potenziale da moderato a notevole. Va osservato, tuttavia, che i danni prodotti sono stati accentuati vista la presenza di molti edifici già lesionati dal precedente evento del 20 Maggio.

Il terremoto in oggetto è stato risentito ed ha prodotto danni anche nelle provincie di Ferrara e Mantova ed è stato risentito in gran parte del Nord d'Italia (Emilia Romagna, Lombardia, Veneto, Toscana, Liguria e Piemonte).

Nei giorni immediatamente successivi sono state registrate oltre 30 scosse successive con magnitudo massima pari a 5.2MI (alle ore 10.56 GMT).

L'area interessata dalla presente attività sismica risulta avere una pericolosità sismica caratterizzata da una accelerazione massima al suolo (a_g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (periodo di ritorno pari a 475 anni), riferita a suolo rigidi, pari a 0,147 g ($\approx 1,44$ m/s²).

Nelle figure successive viene riportata la mappa relativa alla localizzazione (rivista manualmente dal personale del Laboratorio di Sismologia del DISTAV) dell'evento principale di magnitudo 5.8, la mappa della sismicità strumentale registrata dalla rete RSNi dal 1997 ad oggi e la mappa della sismicità storica dell'area. Sono inoltre riportate le tabelle con i dati relativi alle localizzazioni dei terremoti recenti e storici che hanno interessato l'area.

**Area: Pianura_padana_emiliana ; magnitudo (MI): 5.8
2012-05-29 07:00:03 (UTC)**



EARTHQUAKE INFO

Event - ID :	120529065917 - Focal parameters from INGV
Magnitude (MI) :	5.8 +/- 0.1
Date and time :	2012-05-29 07:00:03 (UTC)
Location :	Latitude: 44.851 N, Longitude: 11.086 E
Area :	Pianura_padana_emiliana
Depth (km) :	10.20
Distances (km) :	1.2 --- Medolla 4.5 --- Mirandola 4.5 --- San Felice sul Panaro 4.7 --- Cavezzo 8.2 --- Camposanto 8.4 --- San Prospero 8.5 --- San Possidonio 10.9 --- Concordia sulla Secchia 13.0 --- San Giovanni del Dosso 14.1 --- Bomporto 14.1 --- San Giacomo delle Segnate 14.2 --- Ravarino 14.6 --- Poggio Rusco 15.0 --- Crevalcore 15.2 --- Bastiglia 15.4 --- Novi di Modena 16.4 --- Schivenoglia 16.5 --- Moglia 16.6 --- Finale Emilia 17.0 --- Villa Poma 17.4 --- Carpi 18.0 --- Soliera 18.4 --- Roio 18.9 --- Magnacavallo 19.2 --- Quistello

Figura 41: evento del 29 Maggio 2012, ore 07:00, MI = 5.8: localizzazione manuale fornita dal personale del Laboratorio di Sismologia del DISTAV

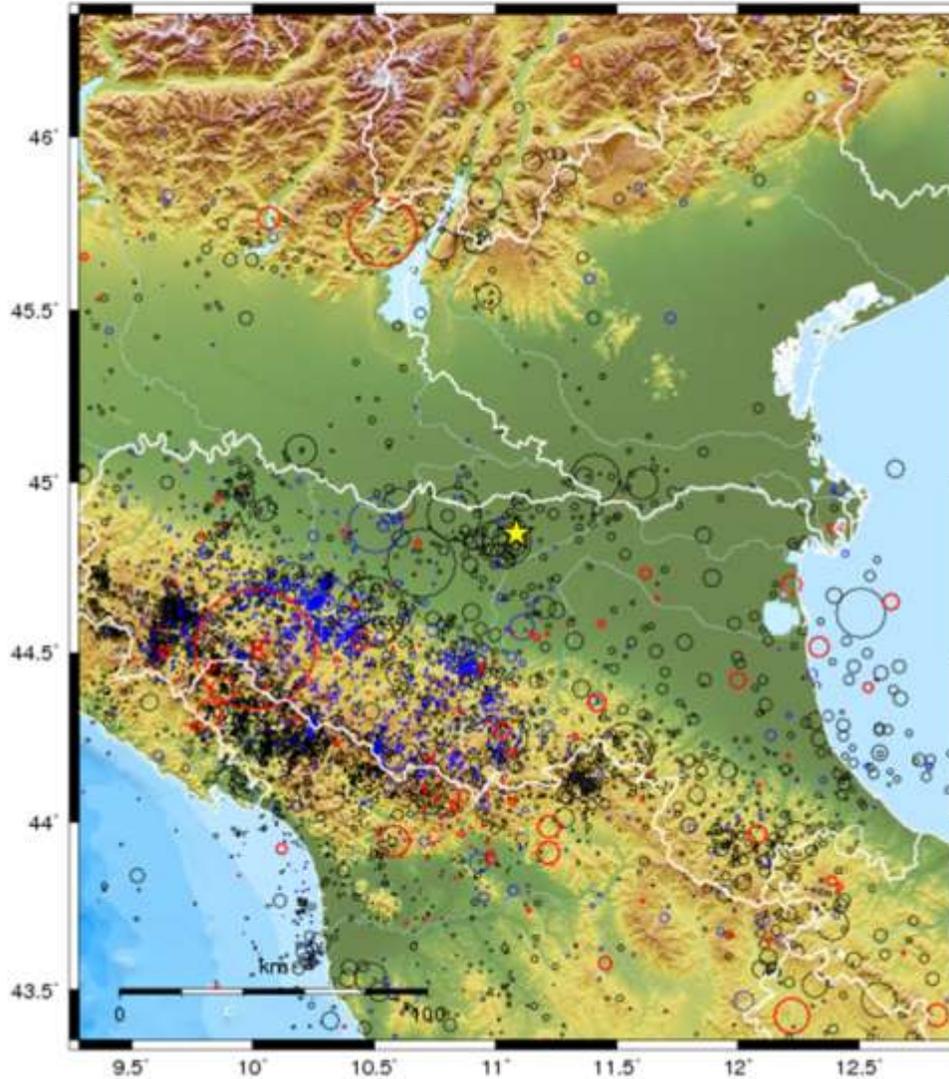


Figura 42: sismicità dell'area prossima all'epicentro del terremoto del 20 Maggio 2012 registrata dalla rete RSNI dal 1982 al 28 maggio 2012.

aammgg	hhmm	ss	Lat	Long	Prof	Ml	nf	gap	dist3d	rms	erh	erz
860816	0053	32.80	44 50.10	11 5.90	29.00	2.4	8	360	0.0	0.40	55.0	7.0
870424	0230	25.00	44 49.80	11 3.60	0.00	4.6	34	360	0.0	1.70	19.0	5.0
880317	0949	47.00	44 54.10	11 2.40	1.00	3.2	34	360	0.0	1.20	12.0	3.0
961015	1006	57.28	44 53.64	11 5.51	0.48	3.1	25	290	177.0	0.36	5.9	3.5
961016	1259	33.40	44 51.27	11 5.47	2.50	2.7	7	316	204.8	0.08	16.3	18.4
961020	0202	0.43	44 48.01	11 0.48	2.62	3.7	35	284	112.1	0.79	13.0	12.5
961216	0909	52.46	44 48.60	11 4.05	2.50	3.9	26	287	116.6	0.48	8.4	8.6
961218	0959	39.24	44 48.83	11 3.48	2.50	3.2	24	286	116.2	0.30	5.7	5.6
970228	0957	2.60	44 51.47	11 4.82	0.59	2.9	8	316	120.4	0.40	24.5	29.6
970228	0957	3.06	44 50.35	11 3.88	0.31	2.9	6	315	202.4	0.39	31.7	29.6
970301	2300	58.30	44 54.86	11 3.58	0.35	3.1	24	285	122.7	0.96	12.3	8.9
970512	2213	48.62	44 49.11	11 4.92	0.08	3.5	21	287	118.1	0.59	9.1	5.9
980518	0315	15.99	44 53.27	11 1.08	18.89	2.8	16	287	199.7	0.47	44.3	38.9
990727	0403	13.54	44 49.98	11 1.79	1.38	3.6	14	326	87.8	0.40	53.6	70.4
000618	0742	3.93	44 49.62	11 2.76	0.00	4.9	6	334	128.2	0.23	99.0	99.0
120518	1940	18.00	44 54.00	11 9.00	1.90	2.8	28	230	99.4	1.57	8.4	7.3

Tabella 10: lista degli eventi sismici registrati dalla rete RSNi dal 1982 ad oggi nell'area interessata dal terremoto del 29 Maggio 2012. Sono riportati solo i terremoti localizzati in un'area di circa 15 km intorno all'epicentro.

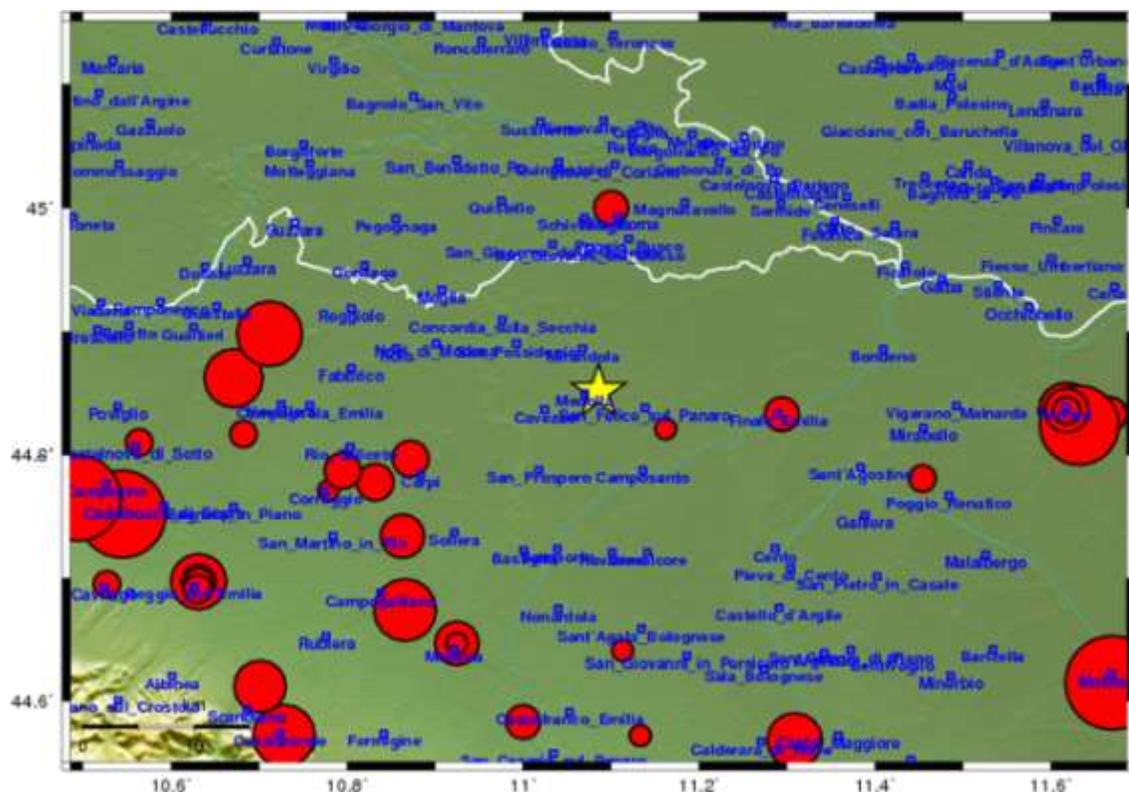


Figura 43: sismicità storica nell'area prossima all'epicentro del terremoto del 29 Maggio 2012 (catalogo CPTI11, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>).

Earthquake	Date	hhmm	sec	Lat	Lon	Mw
FERRARA	12340320	0	0.0	44.836	11.618	5.14
Modena	12490900	0	0.0	44.647	10.925	4.93
Val Padana	12800125	0	0.0	44.817	10.682	4.51
FERRARA	12851213	0	0.0	44.836	11.618	5.14
Bologna	13230225	1900	0.0	44.572	11.133	4.30
Ferrara	13391116	1410	0.0	44.836	11.618	4.72
CASTELNUOVO	13450131	0	0.0	44.810	10.564	4.51
Ferrara	13460222	1100	0.0	44.836	11.618	4.93
Ferrara	14090817	35	0.0	44.836	11.618	4.72
FERRARA	14100509	2230	0.0	44.836	11.618	4.93
Ferrara	14110109	200	0.0	44.836	11.618	5.14
FERRARA SUD	14250810	1900	0.0	44.833	11.667	4.72
Pianura Padana	14650407	1530	0.0	44.695	10.527	4.51
MODENA	14740311	2030	0.0	44.647	10.925	4.30
FERRARA	14830303	2200	0.0	44.836	11.618	4.51
FERRARA SUD	15081018	1500	0.0	44.833	11.667	4.72
Reggio Emilia	15470210	1320	0.0	44.697	10.631	5.14
Ferrara	15611124	125	0.0	44.781	11.454	4.51
Ferrara	15701117	1910	0.0	44.824	11.632	5.46
FINALE EMILIA	15740317	340	0.0	44.833	11.294	4.72
SPILAMBERTO	15860112	1200	0.0	44.583	11.000	4.72
REGGIO EMILIA	15910524	0	0.0	44.697	10.631	4.72
Reggio Emilia	16060106	2220	0.0	44.697	10.631	4.51
Modenese	16610321	2300	0.0	44.734	10.863	4.93
Bolognese	16660414	1858	0.0	44.641	11.113	4.30
Modena-Reggio Emilia	16710620	1000	0.0	44.674	10.866	5.25
FERRARA	16950228	0	0.0	44.836	11.618	4.51
FERRARA	17430529	0	0.0	44.836	11.618	4.93
Bolognese	17800206	400	0.0	44.568	11.309	5.13
Ferrara	17870716	1000	0.0	44.836	11.618	4.51
Emilia orientale	17961022	400	0.0	44.615	11.670	5.61
Correggio (RE)	17990222	545	0.0	44.771	10.779	4.30
NOVELLARA	18060212	0	0.0	44.862	10.671	5.19
NOVELLARA	18101225	45	0.0	44.898	10.712	5.29
SASSUOLO	18110715	2244	0.0	44.572	10.728	5.25
Reggiano	18310911	1815	0.0	44.752	10.544	5.54
Carpi (MO)	18320311	645	0.0	44.778	10.832	4.80
Reggiano	18320313	330	0.0	44.765	10.494	5.53
Modenese	18500918	620	0.0	44.572	11.133	4.30
REGGIANO	18730516	1935	0.0	44.612	10.701	5.09
POGGIO RUSCO	19010120	630	0.0	45.000	11.100	4.72
Finale Emilia	19080628	319	58.0	44.835	11.329	4.27
Bassa modenese	19100322	2329	0.0	44.821	11.162	4.30
Reggiano	19180506	805	0.0	44.691	10.630	4.52
Ferrarese	19220524	2117	25.0	44.821	11.408	4.34
FORMIGINE	19230628	1511	30.0	44.595	10.799	4.88
CARPI	19280613	800	0.0	44.797	10.872	4.78
SCANDIANO	19300924	1910	55.0	44.600	10.600	4.70
Reggiano	19500506	343	40.0	44.731	10.671	4.25
Reggiano	19530822	526	0.0	44.787	10.795	4.77
Finale Emilia	19630405	1349	42.0	44.826	11.265	4.09
Reggiano	19670403	1636	18.0	44.870	10.680	4.69
FORMIGINE	19671001	2245	45.0	44.567	10.950	4.47
S. POLO	19700503	417	34.0	44.650	10.530	4.54
Bassa modenese	19701102	842	12.0	44.853	11.167	4.09
Correggio	19710911	2318	12.0	44.764	10.862	4.23
Bassa mantovana	19781225	2253	42.0	44.845	10.990	4.22
BONDENO	19861206	1707	20.0	44.879	11.334	4.61
ZONA PARMA	19870424	230	27.0	44.812	10.691	4.56
Reggiano	19870502	2043	53.3	44.801	10.694	4.74
Bassa modenese	19870508	1110	27.0	44.861	11.157	4.57
Bassa bolognese	19870711	146	51.5	44.697	11.267	5.44
Reggiano	19880315	1203	18.0	44.833	10.724	4.66
Correggio	19961015	956	2.0	44.798	10.678	5.41
ZONA PARMA	19961015	1218	26.0	44.800	10.677	4.41
Reggiano	19970512	2213	51.1	44.801	10.693	4.22
Reggiano	19980221	221	13.0	44.777	10.723	4.34
Parmense	20000618	742	8.0	44.785	10.746	4.43
Reggiano	20000618	814	24.0	44.693	10.633	4.80

Tabella 11: lista dei terremoti storici occorsi nell'area interessata dal terremoto del 29 Maggio 2012 (catalogo CPTI11).

Dal punto di vista dello scuotimento al suolo, l'evento del 29.05.2012 ha generato nell'area epicentrale una accelerazione di picco (PGA) massima stimata superiore a 0.15g (> 15% g) a cui corrisponde una intensità strumentale pari a circa il VI-VII grado della scala Mercalli. Nelle figure seguenti vengono riportate le mappe di scuotimento in PGA e in Intensità strumentale prodotte utilizzando i dati della rete RSNi attraverso il software Shakemap®.

Infine, per quanto riguarda la procedura automatica, nel caso del terremoto del 29 Maggio 2012, il sistema ha notificato l'evento attraverso un sms di allerta che è stato inviato alle ore 09:09 (ora locale) di

martedì 29 Maggio 2012 e la localizzazione fornita è stata:

Auto MI:5.3 Carpi (MO) D: 3.8km Lat:44.784N Lon: 10.838E P: 0.0km UTC:2012/05/29 07:00:06 Erh: 6.10 Erz: 2.30 Nf:11 Gap: 265°

Successivamente, alle ore 09.50 (ora locale) è stata emessa la localizzazione revisionata manualmente:

Manual MI:5.8 Medolla (MO) D: 1.2km Lat: 44.851N Lon: 11.086E P: 10.2km UTC:2012/05/29 07:00:03 Erh: 7.90 Erz: 12.80 Nf:22 Gap: 194°

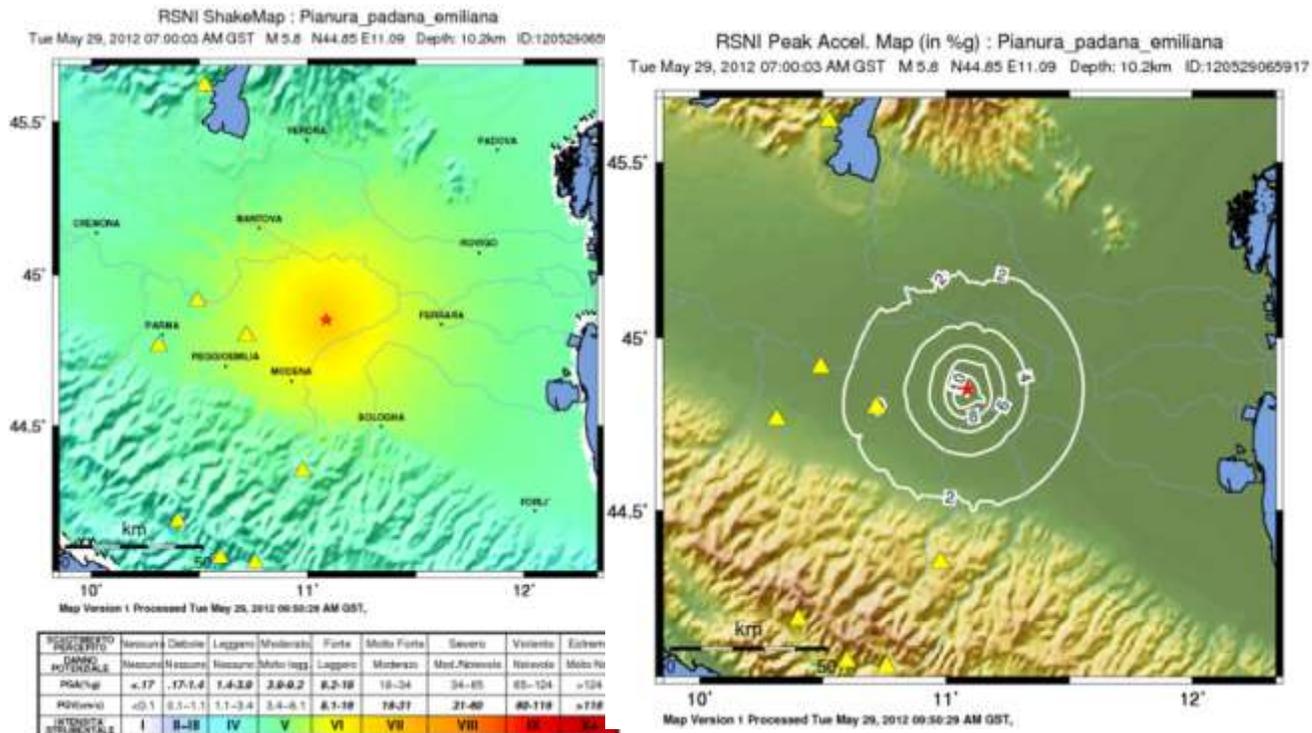


Figura 44: evento del 29 Maggio 2012, ore 07:00: pannello superiore) mappa di scuotimento in intensità strumentale (localizzazione rivista manualmente). I valori di intensità vengono ricavati dai dati di scuotimento in termini di PGA attraverso una opportuna legge di conversione; pannello inferiore) mappa di scuotimento in PGA (localizzazione rivista manualmente).