

N.M. Pagliuca, M. Pirro, R. Di Maro e C. Gasparini

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

LA RETE SISMICA DELLA PIANA DI GUIDONIA (LAZIO): DATI PRELIMINARI

Riassunto. A seguito della crisi sismica che interessò la Piana di Guidonia durante il 2001-2002, nel corso della quale si verificarono eventi il cui massimo risentimento raggiunse il V-VI° MCS, venne installata una rete sismometrica locale in collaborazione con il Comune di Guidonia-Montecelio (Rm). La Rete Sismica della piana di Guidonia (RLG) consiste di tre stazioni sismiche digitali ubicate sul territorio del Comune di Guidonia-Montecelio con una spaziatura di circa 2 chilometri, attivata a partire dal giugno 2004. equipaggiate con sismometri a 1 Hz a tre componenti. In seguito, la rete s'è arricchita di altre quattro stazioni digitali equipaggiate con sismometri a 5 Hz a tre componenti. Questa rete ha come principale obiettivo la raccolta di dati sismici di elevata qualità che consentono una migliore definizione dell'attività sismica locale. Questi dati, che integrano quelli della Rete Sismografica Nazionale Centralizzata (RSNC), hanno consentito una migliore localizzazione ipocentrale. La configurazione geometrica della rete è stata scelta in modo da rendere la RLG una struttura indipendente in grado di effettuare localizzazioni affidabili della sismicità che caratterizza la piana di Guidonia. Purtroppo la forte antropizzazione dell'area sia di tipo industriale che umano, aumenta in modo considerevole il rumore sismico, rendendo difficile la registrazione di piccolissimi eventi. Per questo motivo l'ubicazione dei siti è stata più volte cambiata, ed ultimamente, a seguito di una crisi sismica nel versante settentrionale dei Monti Cornicolani, che si è presentata con le stesse caratteristiche di quella del 2001 di Guidonia, alcune stazioni sono state spostate nel Comune limitrofo di Palombara Sabina (Rm).

SEISMIC NETWORK OF PIANA DI GUIDONIA (LAZIO): PRELIMINARY DATA

Abstract. After the seismic period during 2001-2002 that has interested the Plain of Guidonia, situated about fifteen kilometres NE of Rome, which events greatest resentment reached the V-VI MCS, have been installed a local seismic purchased by Comune of Guidonia-Montecelio (Rm). The seismic network (RLG) consists of three digital seismic stations with distances of each other about 2 kilometers, activated to leave from the June 2004 and equipped with three components 1 Hz sismometer. Subsequently, the RLG has enriched of other four digital stations equipped with three components 5 Hz sismometer This network has like main objective the high quality data that agree a better definition of the seismic local activity. These data, that integrate those of the Seismographic Centralized National Network (SCNN), agreed a better ipocentre location. Network geometry was chosen so as to give back the RLG an independent structure to carry out reliable seismicity locations that characterizes the plain of Guidonia. Unfortunately, industrial and human activity, increases in considerable manner the seismic noise, giving back difficult the record of small events. For this motive the location of the sites was more times changed, and lately, after a seismic crisis in the northern side of the Mountains Cornicolani, that has presented with the same features of that of 2001 of Guidonia, some stations were moved in the neighboring village of Palombara Sabina (Rm).

INTRODUZIONE

La rete sismica locale del Comune di Guidonia-Montecelio (RLG), posta a pochi chilometri a nord-est di Roma, ha come principale obiettivo la raccolta di dati sismici di elevata qualità. Tutto questo al fine di poter evidenziare, con continuità, l'attività sismica locale in modo da perseguire essenzialmente due finalità: definire dettagliatamente le eventuali strutture sismicamente attive, cercando di chiarire meglio la posizione, la profondità degli ipocentri e l'energia sismica liberata

(magnitudo) e fornire informazioni sulla sismicità locale alla Protezione Civile Regionale (PRC) in caso di crisi sismica. Inoltre, grazie al database costituito dalle forme d'onde acquisite per ogni singola stazione, potranno essere effettuati ulteriori analisi di tipo sismologico quali: l'analisi in frequenza, l'analisi dei tempi di arrivo, i modelli di velocità delle onde P ed S (dromocrone), lo studio della sorgente sismica. Questo studio trae origine dal fatto che nel corso del 2001 per oltre due mesi si è manifestata una sismicità anomala nel centro densamente abitato di Guidonia, una frazione del Comune di Guidonia-Montecelio che, per numero di abitanti rappresenta la terza città del Lazio. Questa sismicità, che si è manifestata anche nei primi mesi del 2002, è stata caratterizzata da scosse di bassa energia, insieme a boati, fortemente risentite dalla popolazione (Gasparini et al., 2002).

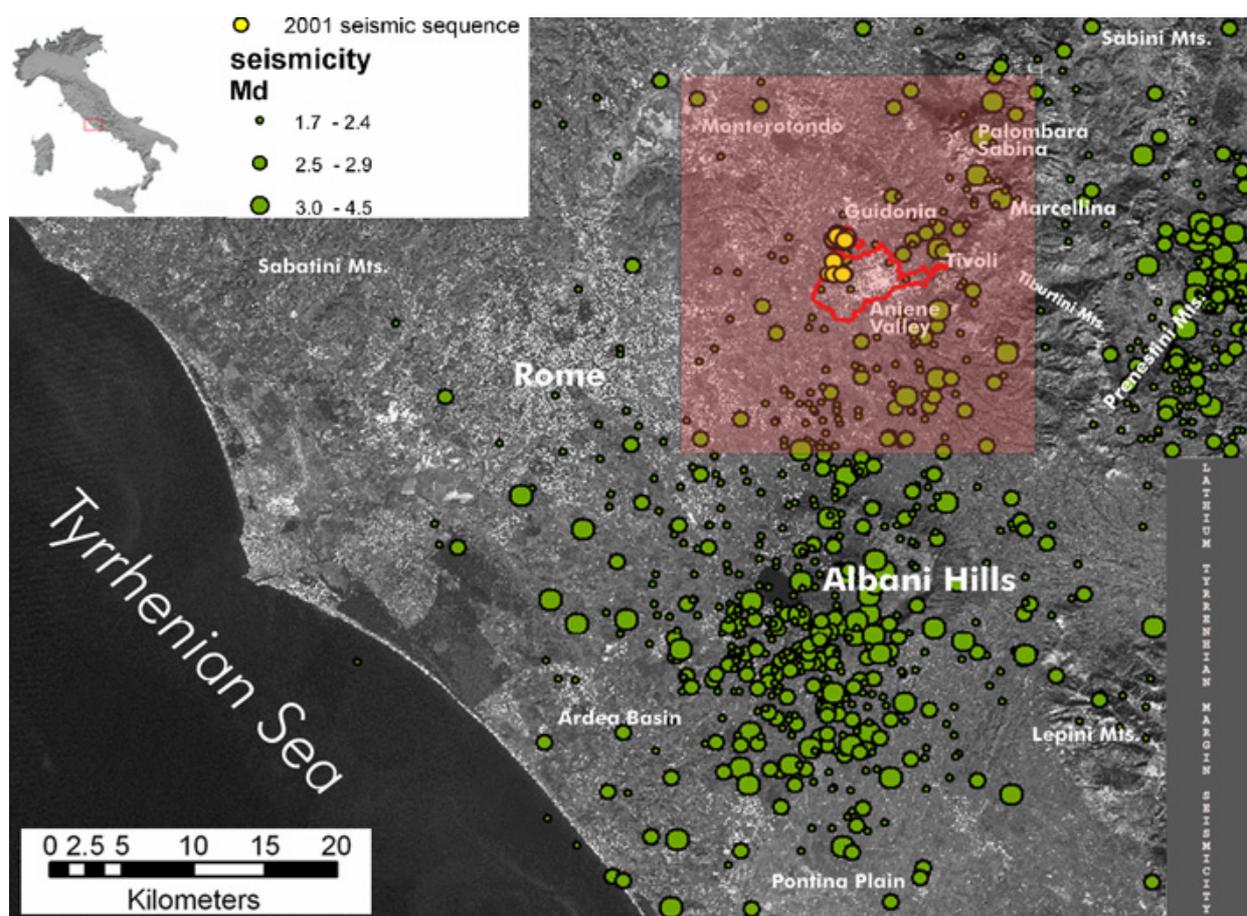


Fig. 1 - Mappa del margine tirrenico Laziale in cui vengono riportati circa 800 eventi, registrati dal 1983 dalla rete sismica nazionale centralizzata (RSNC), con magnitudo durata compresa tra 1.7 e 4.0. I cerchi verdi, le cui dimensioni sono in relazione alla magnitudo, indicano gli epicentri. Questa analisi della sismicità, consente di mettere in evidenza le aree sismogenetiche: a) della Valle dell'Aniene; b) la zona compresa tra Palombara Sabina e Monterotondo; c) la zona compresa tra i Monti Prenestini e Lepini; d) l'area dei Colli Albani. L'area in rosa è quella in cui sono state collocate le stazioni sismiche della RLG ed è riportata in Fig. 3, mentre in rosso viene delimitato il confine del bacino travertinoso delle Acque Albule.

Quindi, per due settimane, dal 21 giugno del 2001, a seguito di alcune scosse che avevano suscitato molto panico tra i cittadini di Guidonia, nell'area epicentrale è stata installata una rete sismica composta da cinque stazioni digitali a tre componenti in registrazione continua su disco rigido.

L'efficacia della rete, però, per quanto dotata di strumenti di elevato livello tecnologico, è risultata fortemente limitata dal forte rumore sismico di natura antropica (attività estrattiva, traffico, ecc.). Questo, insieme alla modesta energia rilasciata e alla bassa profondità ipocentrale, non ha consentito di rilevare i fenomeni microsismici in dettaglio, in quanto stazioni sismiche ubicate ad appena 1 km dall'area epicentrale non rilevavano i segnali per la maggior parte dei terremoti, rendendo ancora più problematica la detezione e l'analisi della sismicità.

Da qui la necessità di eseguire un monitoraggio sismico costante dell'area interessata dal periodo parossistico e di proseguire la ricerca di natura sismologia in un'area intensamente antropizzata, che presenta un forte impatto per l'attività di cava ed è stata associata a fenomeni di crolli sotterranei incipienti (sinkhole) sin dall'inizio di questo secolo (Pirro e Gasparini, 2003). Per questi motivi l'attività sismica desta molta preoccupazione nella popolazione e l'Amministrazione di Guidonia-Montecelio, ha assegnato dei fondi per l'installazione di una piccola rete sismica composta di tre stazioni che, in seguito, s'è arricchita di altre quattro stazioni, allargando così il raggio d'azione della rete. Queste stazioni non sono state installate tutte contemporaneamente, ma via via che si rendevano disponibili, consentendo in ogni caso di monitorare il fenomeno sismico che, dal luglio 2004, ha interessato una zona circoscritta del Comune di Palombara Sabina, a pochi chilometri di distanza da Guidonia-Montecelio. Tale fenomeno, circa la tipologia degli eventi, sembra essersi manifestata in maniera molto simile a quello che in precedenza ha interessato la piana di Guidonia nel corso della crisi sismica del 2001. Quindi, col supporto della locale Protezione Civile, sono state installate alcune stazioni nel territorio del Comune di Palombara Sabina.

Vengono qui illustrate le caratteristiche della RLG e sono riportati alcuni esempi di eventi localizzati dalla rete durante il suo periodo di funzionamento.

CONOSCENZE GEOLOGICHE DELL'AREA

La rete per il monitoraggio sismico ricade all'interno di un settore della Campagna Romana posta tra i Monti Cornicolani, le pendici settentrionali dei Colli Albani a sud, i Monti Lucretili-Tiburtini a est e la periferia di Roma ad ovest. Tale porzione di territorio, dopo il periodo che portò al sollevamento dell'Appennino centrale (Miocene), risentì di una fase tettonica distensiva che ebbe modo di articolarsi durante il plio-pleistocene (Chiochini et al., 1979).

I terreni più antichi affioranti nella zona sono i calcari mesozoici dei Cornicolani, e quelli che costituiscono il preappennino laziale tra cui Monte Gennaro, Monte Pellecchia e Monte Morra, rappresentano le principali vette appartenenti alla serie umbro-marchigiana. Nel settore pedemontano dei Cornicolani, la dove si estende la piana di Guidonia e sono state installate un certo numero di stazioni sismiche della RLG, affiorano i terreni sedimentari sia di origine marina che continentale: i primi rappresentati dalle argille vaticane, meglio conosciute come le argille azzurre del plio-pleistocene, mentre i secondi sono rappresentati dai prodotti vulcanici generati dal Vulcano Laziale e dalla formazione travertinosa del Bacino delle Acque Albule da cui sin dall'epoca romana si estrae il travertino. Si tratta di un bacino che presenta un'estensione areale complessiva di circa 45 Km² con uno spessore superiore ai 100 metri (Maxia, 1950).

La parte occidentale di tale bacino travertinoso presenta due lineamenti principali di stress (Faccenna et al., 1994; Marra et al., 2004).

Al primo lineamento tettonico, denominato Faglia Sabina (Alfonsi et al., 1991; Alfonsi, 1995), è riconducibile una zona di fratturazione attraversata da una faglia trascorrente destra, con direzione N-S, che parte dal versante settentrionale dei Colli Albani e prosegue verso nord tagliando la bassa valle dell'Aniene e i Monti Cornicolani, attraversando successivamente la Bassa Sabina.

La seconda zona di fratturazione del bacino, presenta invece direzione N25°-40°E.

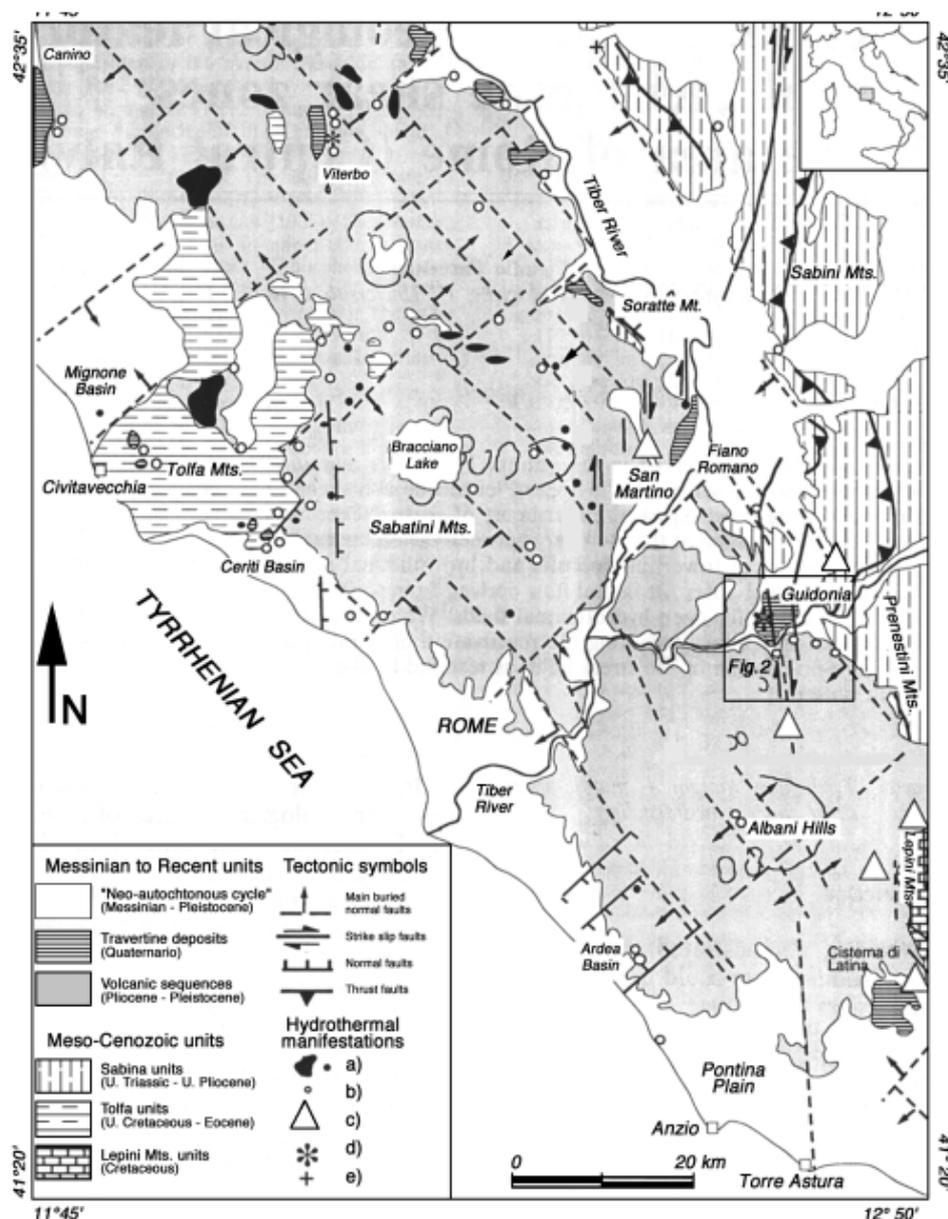


Fig. 2 - Mappa del margine tirrenico Laziale, in cui vengono messi in evidenza i rapporti strutturali tra l'Appennino e l'area di Guidonia, dove è presente un esteso deposito di travertino originatosi tra 165mila e 35mila anni fa. Si tratta di un'area depressa di forma romboidale, ~7 x 7 km con spessori massimi del travertino di ~100 m, lungo un allineamento circa N-S posto al centro del bacino attribuibile alla "faglia Sabina". Sono riportate anche le manifestazioni idrotermali: (a) mineralizzazioni di caolino; (b) fuoriuscita di gas associata con piccole sorgenti (con una temperatura spesso > 20°C); (c) principali gruppi di sinkhole; (d) importanti sorgenti interessate da attività idrotermale (T > 20° C); (e) importanti sorgenti mineralizzate (TDS > 0,75 g/l; T < 20° C). da Faccenna et al., (1994) modificato.

La genesi e lo sviluppo del Bacino delle Acque Albule sono stati attribuiti ad uno stato di stress riconducibile al modello di pull-apart (Kearey e Frederik, 1996) nel quale un sistema di faglie trascorrenti destra creano, per via della loro dinamica, delle zone ribassate bordate da una serie di faglie dirette. L'area occupata da questo bacino, in località Tivoli Terme, è caratterizzata dalla presenza di manifestazioni sorgentizie caratterizzate da elevata salinità (oltre 2 g/L), discreta termalità (22-23°C), presenza di gas, utilizzate per approvvigionamento dell'omonimo stabilimento delle Terme (Petitta e Del Bon, 2003).

Per quanto riguarda la zona pedemontana del settore meridionale dei Lucretili, dove sono state messe le stazioni sismiche per monitorare il fenomeno che ha interessato l'area palombarese, è caratterizzata principalmente da sequenze spesse alcune centinaia di metri, di natura sabbioso-ghiaiose ed età Plio-Pleistocenica, nelle quali si riconosce un'evoluzione che va dall'ambiente marino al salmastro.

Queste strutture sono dislocate da una tettonica distensiva con lineamenti che hanno una direzione antiappenninica NE-SW mentre la giacitura degli strati è N 30°-45° E con inclinazione 15°-25° NW. La dorsale lucretile è bordata ad occidente da un sistema di faglie dirette ad andamento NNW-SSE, che ribassano verso occidente le strutture carbonatiche con rigetti che possono essere anche dell'ordine di migliaia di metri (Cosentino e Parotto, 1991).

Nella parte occidentale dell'area palombarese si trova il bacino pleistocenico (Quaternario) di Cretone, dove ci sono importanti venute di acqua sulfurea che sono state recentemente sfruttate mediante il circuito turistico termale (Terme di Cretone).

GLI ASPETTI SISMOLOGICI

Esaminando il carattere sismico del territorio in cui ricade la RLG, entro un raggio di circa 20 km (Fig. 1), è possibile individuare alcune aree sismogenetiche ben definite: la Valle dell'Aniene impostata prevalentemente lungo faglie a direzione appenninica (NW-SE) con brevi tratti ad andamento antiappenninica (NE-SW) caratterizzata da una media sismicità. Nel giugno del 2000 nella settore medio-alto della Valle dell'Aniene si è verificato un periodo sismico il cui evento maggiore ha raggiunto una magnitudo $M_d = 4.0$ pari al VI-VII MCS danneggiando in tale occasione alcuni centri storici (Pirro e Di Maro, 2003).

A Sud, troviamo l'area sismica del Vulcano Laziale, caratterizzata prevalentemente da sciame sismici di bassa intensità, con rari eventi sismici che storicamente non hanno superato all'epicentro il VII-VIII MCS.

Da citare, infine, il centro sismico che caratterizza la piana di Guidonia (Gasparini et al., 2002) i cui eventi maggiori hanno raggiunto il V-VI MCS, e dove, in occasione del periodo sismico del 2001-02 attraverso l'utilizzo di dati microsismici e macrosismici, è stata individuata una distribuzione degli eventi i principali lineamenti di stress tettonico, ad andamento N-S e N25°-30°E (Pagliuca et al., 2004).

Quindi, in direzione NW, si incontra il centro sismico compreso tra Palombara Sabina e Monterotondo, che ricade all'interno del graben del Tevere ed è contraddistinto da una sismicità medio bassa dove il principale periodo sismico di cui si è a conoscenza, fu caratterizzato dall'evento principale di VII-VIII MCS del 24 aprile del 1901 che danneggiò gli abitati di Stazzano e Cretone ed i vicini abitati di Palombara Sabina, Cretone, e Monte Libretti (Cavasino, 1935). Secondo studi recenti (Boschi et al., 1995), dove sono stati riesaminati i dati macrosismici dell'epoca, l'evento del 1901 è stato classificato come VI-VII MCS. Tale periodo

parossistico, inoltre, ha messo in evidenza che gli eventi che lo caratterizzarono avevano una sorgente ubicata a bassa profondità (ristretto campo macrosismico) con rapida attenuazione dello scuotimento. Ciò sembra essere una caratteristica sismologia della Sabina Romana legata alla particolare tettonica che ne condiziona il rilascio dello stress. Fenomeno che sembrerebbe confermato anche per terremoti antichi, come dimostra l'evento del 1780, quando i danneggiamenti furono segnalati esclusivamente a Stazzano.

Tab. 1 - Sismicità storica dell'area della Sabina Romana.

Anno	Lat. N	Lon. E	Intensità (MCS)	Località
1484	42°.1330	12°.5000	VII	Castelnuovo-Mentana
1780	42°.0899	12°.7700	V	Stazzano
1848	41°.9630	12°.7970		Tivoli
1872	41°.9630	12°.7970		Tivoli
1877	41°.9630	12°.7970		Valle dell'Aniene
1889	42°.2800	12°.7000	VI	Poggio Mirteto
1890	42°.1666	12°.7800	V	Nerola
1901	42°.0300	12°.7000	VII-VIII	Periodo sismico a Palombara
1902	42°.1670	12°.8100	VI	Nerola
1902	42°.4166	12°.8800	VI	Conca di Rieti
1907	42°.1160	12°.7700	III	Moricone
1923	42°.0333	12°.6333	V	Mentana
1952	42°.0230	12°.8050	IV	Marcellina
1969	42°.3500	12°.5600	VI	Monti Sabini meridionali
1972	41°.9999	12°.6900	VI	Piana di Guidonia
1974	42°.1340	12°.7380	VI	Marco Simone
1989	41°.9800	12°.7000	VI	Periodo sismico a Colle Fiorito
1999	42°.0200	12°.7300	VI	Montecelio
1974	41°.9600	12°.6800	VI	Periodo sismico a Guidonia

Nella Tab. 2, in cui viene riportata la sismicità storica dell'area della Sabina Romana, si può osservare che gli eventi maggiori, per il periodo preso in considerazione, non superano il VII grado MCS, mentre il primo evento certo è quello del 1484 (Baratta, 1901). Per il periodo precedente, vari studi (Boschi et al., 1995) segnalano che ulteriori eventi sarebbero avvenuti tra il 436 a.C. sino al termine dell'età cosiddetta classica, pur risultando di complessa attribuzione sia nel determinare le coordinate epicentrali che la stima delle intensità.

Il sisma del 1484, stimato dell'ordine del VII MCS, danneggiò seriamente i centri abitati di Mentana e di Castelnuovo di Porto. L'epicentro ricadde all'interno del settore sismico, che possiamo identificare con la fossa tettonica tiberina, ai cui estremi ci sono i Monti Cornicolani e il Monte Soratte che rappresentano gli horst (i pilastri) mentre all'interno del graben (la fossa) vi scorre il Tevere.

Nel corso del XX sec., con la maggiore antropizzazione del territorio, la crescita delle fonti storiche e l'avvento dei media, come si può notare dalla tabella che la sismicità della Bassa Sabina risulta ben distribuita, durante tutto l'intervallo temporale, in maniera abbastanza omogenea.

LA RETE DI RILEVAMENTO

In Tab. 2 è elencata la strumentazione con cui sono state attrezzate le stazioni sismiche che compongono la RLG.

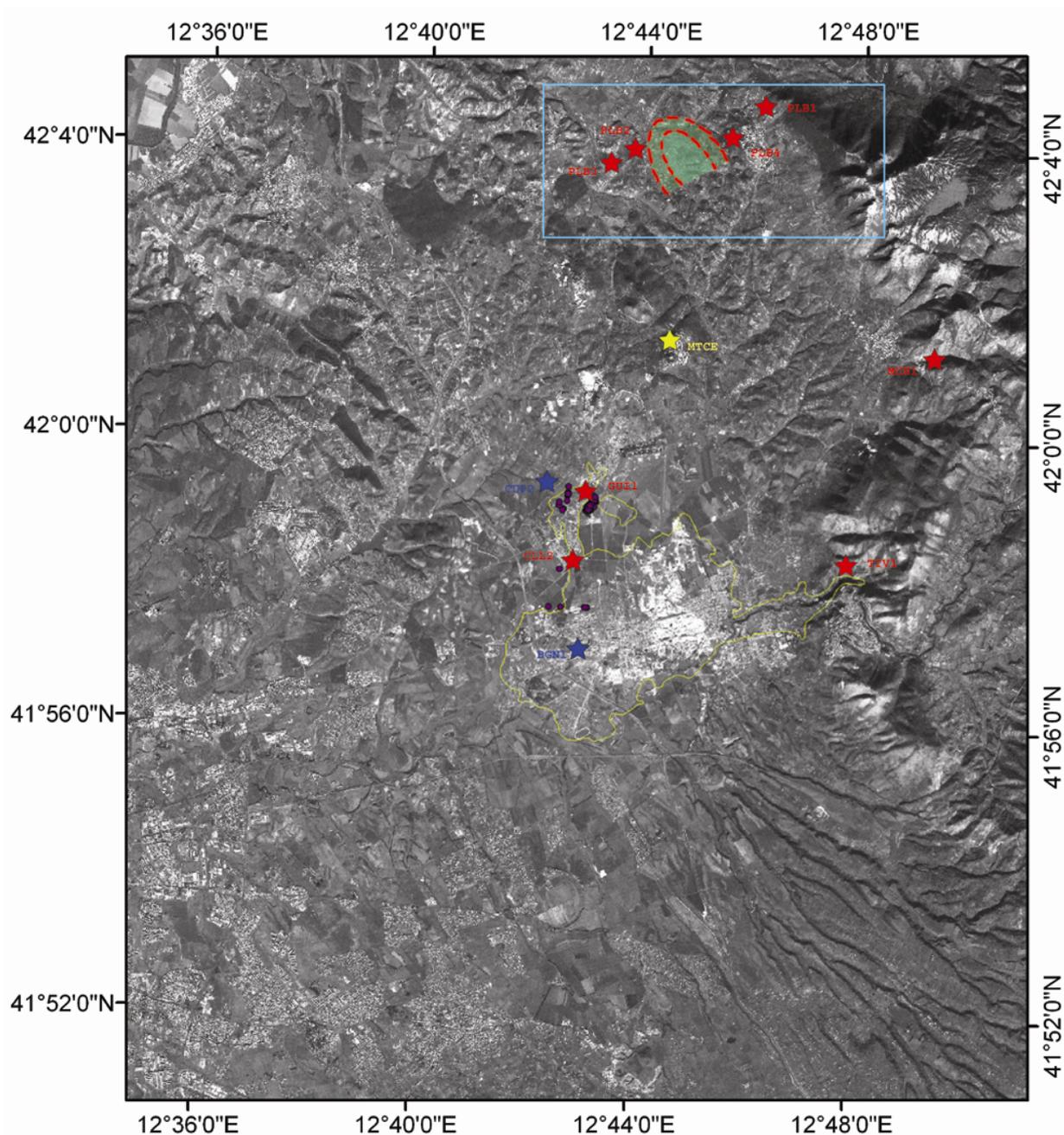


Fig. 3 - L'area in cui ricade la rete locale di Guidonia (RLG). Sono riportate: in rosso le stazioni operanti fino al febbraio 2005; in blu le stazioni che sono state rimosse e collocate nell'area di Palombara; in giallo la stazione di Montecelio che fa parte della rete sismica nazionale centralizzata (RSNC). Le stazioni sono state installate, a partire da luglio 2004, per monitorare dettagliatamente le zone in cui è ipotizzabile una maggiore attività sismica. L'ubicazione delle stazioni nell'area del bacino tarvertinoso delle Acque Albule è stata decisa in considerazione il periodo sismico del 2001 (piccoli cerchi viola), mentre per l'area palombarese la scelta dei siti è stata condizionata dal risentimento macrosismico dell'evento registrato il 30 settembre 2004 alle ore 19:04 (GMT) e riportato in verde. In giallo, i limiti del bacino travertinoso delle Acque Albule, mentre col rettangolo azzurro è in evidenza l'area della Fig. 4.

In sostanza, l'attrezzatura sismologia che è utilizzata nel corso dell'indagine, sismologia è la seguente:

- n° 3 acquisitori sismici digitali ad alta dinamica (24 bit) e 3 canali (Z, N-S, E-W) modello Reftek 130 di fabbricazione statunitense
- n° 3 sismometri triassali Lennertz-electronics 1 Hz di fabbricazione tedesca
- n° 4 acquisitori sismici digitali ad alta dinamica (24 bit) e 3 canali (Z, N-S, E-W) modello Reftek 72-A di fabbricazione statunitense.
- n° 4 sismometri triassali Lennertz-electronics 5 Hz di fabbricazione tedesca.

Le sette stazioni sono alimentate ognuna da batterie 50Ah, tenute in carica da alimentatori da 15 Ah collegati a pannelli solari 40 Watt. Ogni stazione sismica digitale è equipaggiata con GPS (Global Positioning System) esterno, necessario per la sincronizzazione del segnale tempo, con un velocimetro triassiale (tre Lennertz-electronics 1 HZ, due Mark Led3 5 Hz) collegato ad un sistema di conversione digitale a 24 bit (tre Reftek 130, quattro Reftek 72A). Il sensore è generalmente alloggiato all'interno di un pozzetto scavato all'esterno del sito e posto a circa un metro di profondità.

I dati sono campionati ad un passo di 100 campioni al secondo (sps) e acquisiti in continua in formato compresso su 2 compact flash da 1 Gb l'una (Reftek 130) e disco rigido SCSI da 1 Gb (Reftek 72A) collegato al digitalizzatore. Per quanto riguarda l'utilizzo tanto dei dischi rigidi SCSI quanto delle compact flash, vanno cambiati ogni qual volta abbiano esaurito la loro capacità. Considerando un passo di campionamento da 100 sps il tempo di riempimento di un disco da 2 Gb si aggira intorno a 45 giorni, e rappresenta il tempo di registrazione dei dati all'interno dei supporti di memoria della stazione prima di essere cambiati. Nel caso dell'occorrenza di una sequenza sismica particolarmente lunga è possibile sostituire il disco presente alla stazione al fine di rileggere i dati in esso contenuti con maggiore tranquillità in sede.

Tab. 2 - L'ubicazione dei siti che ospitano la rete sismica locale del Comune di Guidonia-Montecelio (RLG) e la strumentazione impiegata.

<i>Località</i>	<i>Sigla</i>	<i>Lat. N</i>	<i>Long. E</i>	<i>quota m.s.l.m</i>	<i>Sensore</i>	<i>Acquisitore 3 canali</i>	<i>Alimentazione</i>
Collefiorito	CLL2	41,97369	12,71316	140	Lennartz 1s	Reftek 130	Batteria 50Ah e pannello solare 40W
Guidonia	GUI1	41,99026	12,71794	114	Lennartz 5s	Reftek 72A	Corrente continua
Marcellina	MCN1	42,01817	12,81943	562	Lennartz 1s	Reftek 130	Batteria 50Ah e pannello solare 40W
Palombara	PLB1	42,07431	12,77024	405	Lennartz 5s	Reftek 72A	Corrente continua
Palombara	PLB2	42,06366	12,73138	175	Lennartz 5s	Reftek 72A	Corrente continua
Palombara	PLB3	42,06249	12,72653	183	Lennartz 5s	Reftek 72A	Corrente continua
Palombara	PLB4	42,069	12,76097	243	Guralp 20s	Reftek 130	Corrente continua
Tivoli	TIV1	41,9723	12,79321	316	Lennartz 1s	Reftek 130	Batteria 50Ah e pannello solare 40W
Montecelio	MTCE	42,02280	12,74220	388	Lennartz 5s	Gaia	Rete ENEL

La configurazione geometrica della rete RLG è stata scelta in modo da rendere la rete locale una struttura indipendente in grado di effettuare localizzazioni affidabili

della sismicità che caratterizza la piana di Guidonia, ma anche di essere ulteriormente cambiata per effettuare registrazioni locali mirate, in funzione dell'attività sismica registrata, così come è avvenuto per gli eventi che hanno interessato il comune di Palombara Sabina nel corso dell'estate 2004. Inoltre, la RLG consente un'integrazione con la Rete Sismica Nazionale Centralizzata (RSNC) che presenta una stazione nel centro abitato di Montecelio, ubicato a pochi chilometri dall'area interessata dalla crisi sismica del 2001, e a circa 5 chilometri dalla zona del comune di Palombara Sabina interessata dallo stesso fenomeno.

La Fig. 3 mostra la mappa delle stazioni della RLG e della rete sismica nazionale ricadenti nell'area in esame, mentre in tabella 2 sono indicate le coordinate geografiche di ogni stazione.

La scelta dei siti è avvenuta dopo un lungo lavoro di ricerca ed è stata effettuata secondo i criteri qui di seguito riportati:

- a) studi di carattere sismologico che hanno riguardato la Piana di Guidonia e Palombara Sabina;
- b) studi di carattere tettonico riguardanti l'area del Bacino delle Acque Albule;
- c) rumore sismico dell'area oggetto d'indagine,
- d) il fattore di attenuazione del segnale sismico in funzione della profondità ipocentrale, della distanza epicentrale e della magnitudo degli eventi sismici che hanno caratterizzato i precedenti periodi parossistici.

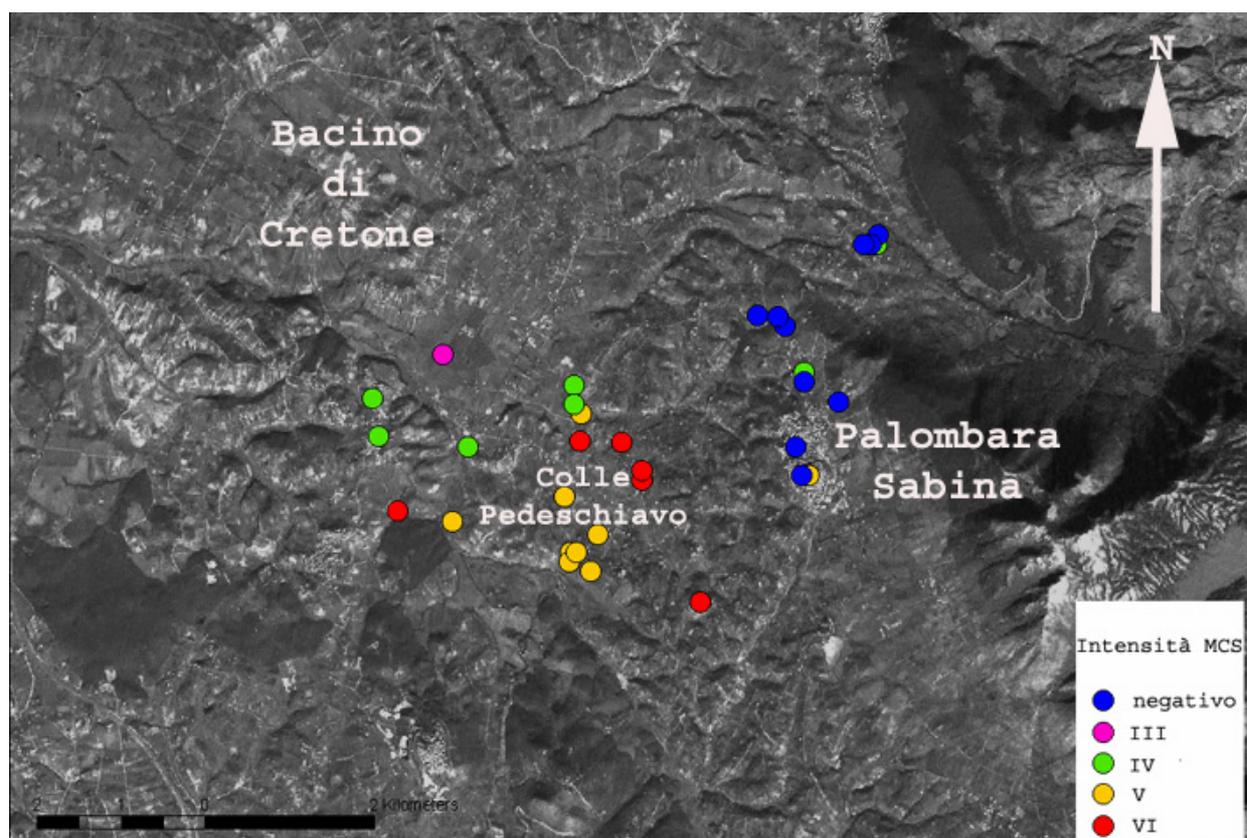


Fig. 4 - Mappa del risentimento macrosismico nell'area palombarese, relativa all'evento registrato il 30 settembre 2004 alle ore 19:04 GMT di $M_d = 2.9$. Il terremoto ha colpito una zona non caratterizzata da sismicità. Tra gli eventi sismici principali: il 5 luglio 2004 ($M_d = 2.6$), il 30 Settembre 2004 ($M_d = 2.9$) e il 1 ottobre 2004 ($M_d = 2.6$). Il massimo del risentimento, riguardo l'evento del 30 settembre, si è avuto nella frazione di Colle Pedeschiavo, dove l'intensità è stata stimata pari al VI MCS.

I siti delle stazioni sismometriche, sono stati individuati dopo una serie di prove di rumore sismico. Tale ricerca è stata particolarmente impegnativa in quanto l'area oggetto di studio e i suoi immediati dintorni si presentano assai antropizzati sia per la presenza di centri abitati abbastanza espansi che per le diffuse attività industriali in cui prevale quella estrattiva. Così, oltre ai criteri di cui sopra, per l'ubicazione delle stazioni nell'area del bacino travertinoso delle Acque Albule si è tenuto conto del periodo sismico del 2001 (Fig. 3), mentre per l'area palombarese la scelta dei siti è stata condizionata dal risentimento macrosismico dell'evento registrato il 30 settembre 2004 alle ore 19:04 GMT (Figg. 3 e 4).

In sostanza, i siti prescelti sono quelli che costituiscono il miglior compromesso fra l'alto livello del rumore sismico di fondo, le facilità logistiche riguardanti l'installazione, la messa in sicurezza e l'accessibilità delle stazioni sismiche durante l'intero arco dell'anno.

LA SISMICITÀ OSSERVATA

In Tab. 3 sono riportate le localizzazioni epicentrali dell'attività sismica registrata dalle stazioni della Rete Sismica Nazionale Centralizzata (RSNC) integrata dai dati provenienti dalle stazioni sismiche della Rete Locale di Guidonia (RLG) installata per monitorare il settore occidentale del Bacino travertino delle Acque Albule.

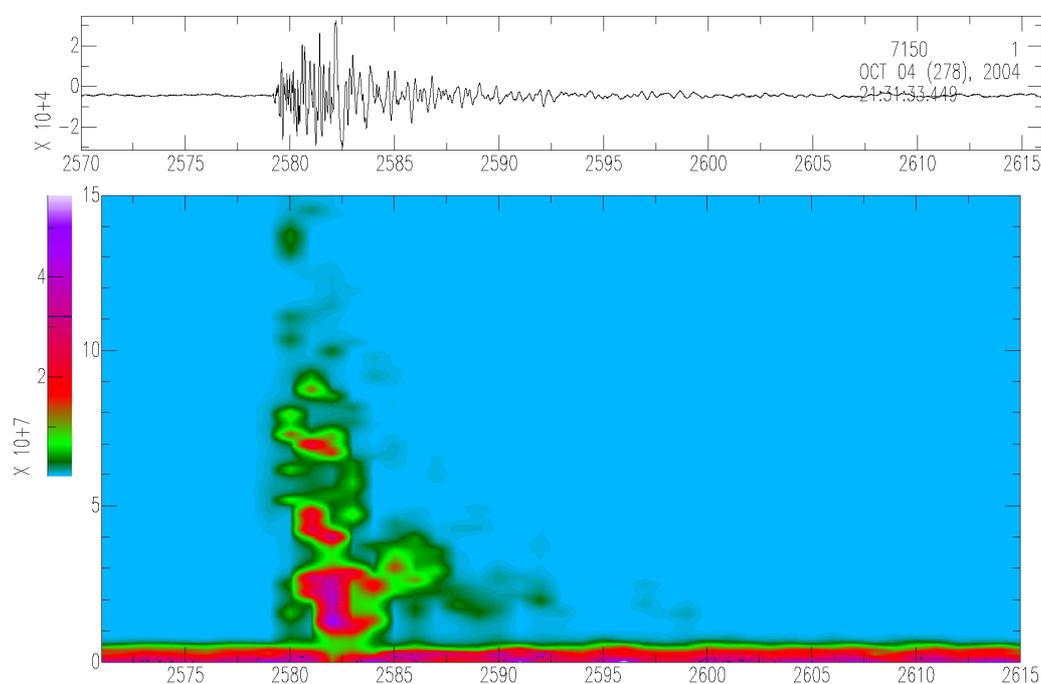


Fig. 5 - Piccoli eventi di breve durata e molto diffusi, che vengono talvolta registrati da un'unica stazione e che presentano un contenuto in frequenza compreso essenzialmente entro i 5 Hz. Sismogramma e spettrogramma sono relativi alla componente verticale di un velocimetro a 5Hz. Il sismogramma in bianco e nero mostra la velocità delle onde sismiche che attraversano la terra per un periodo di 45 secondi (scale in alto). Lo spettrogramma (colorato) mostra la variazione in potenza del segnale con la frequenza (scala in Hertz a sinistra).

Tab. 3 - L'attività sismica registrata dalle stazioni della Rete Sismica Nazionale Centralizzata (RSNC) a partire da luglio 2004, integrata dai dati provenienti dalle stazioni sismiche della Rete Locale di Guidonia (RLG) installata per monitorare il settore occidentale del Bacino travertino delle Acque Albule.

Giorno	Tempo origine	Lat.	Long.	Md	Località evento
5 Luglio	00:34	42.08	12.73	2.5	Colle Pedeschiavo (Palombarese)
5 Luglio	04:47	42.07	12.72	2.7	Colle Pedeschiavo (Palombarese)
8 Luglio	12:49	41.85	12.49	2.4	Colli Albani (Colonna)
1 agosto	02:12	41.88	13.00	2.3	Monti Tiburtini-Preneestini (San Vito Romano)
2 agosto	23:39	42,07	13,31	2.6	Piana del Fucino
6 agosto	17:41	42,42	12,75	2.4	Monti Sabini (Montasola)
10 agosto	23:10	41,83	12,75	2.6	Colli Albani (Colonna)
12 agosto	19:13	41,98	13,27	2.2	Monti Ernici-Simbruini (Cappadocia-Vallepietra)
20 agosto	09:05	42,23	12,88	2.5	Monti Sabini (Monteleone Sabino)
25 settembre.	19:10	42,15	12,76	2.1	Sabina (Montelibretti-Nerola)
26 settembre.	13:42	41,93	12,98	2.5	Monti Tiburtini-Preneestini (Gerano)
27 settembre.	02:08	41,87	12,97		Monti Tiburtini-Preneestini (Caprinica Preneestina)
29 settembre.	05:48	41,82	12,97		V alle Latina (Cave-Genazzano)
30 settembre.	19.04	42.06	12.74	2.5	Colle Pedeschiavo (Palombara Sabina)
1 ottobre	00.38	42.04	12.73	2.6	Colle Pedeschiavo (Palombara Sabina)
2 ottobre	09:35	41.77	12.87		Colli Albani
3 ottobre	13:36	41,86	12,97	2.4	Monti Tiburtini-Preneestini (Capranica Preneestina)
5 ottobre	22:59	41,88	12,98	2.2	Monti Tiburtini-Preneestini (San Vito Romano)
5 ottobre	23:00	41,87	12,99	3.0	Monti Tiburtini-Preneestini (San Vito Romano)
14 ottobre		41.87	12.80		Colli Albani Colonna (con piccolo sciame)
14 ottobre	08:53	42.02	13.01	2.3	Monti Tiburtini
15 ottobre	21:15	42.06	12.73	2.2	Area Palombarese
24 ottobre	00:14	41,87	12,76	2.2	Pendici settentrionali Colli Albani (Colonna)
24 ottobre	00:17	41,99	12,75	2.0	Pendici settentrionali Colli Albani (Colonna)
24 ottobre	00:22	41,99	12,75	1.8	Pendici settentrionali Colli Albani (Colonna)
30 ottobre		42.00	12.73		
3 novembre		42.05	12.72		Area Palombarese
14 novembre (2 eventi)		42.15	12.45		Sacrofano
20 novembre	12.06	41.99	12.73	2.0	Pendici Meridionali dei Monti Cornicolani
28 novembre	19:51	41.98	12.72	1.8	Monti Cornicolani - Aniene
29 novembre	09:45	42.04	12.73	2.3	Colle Pedeschiavo (Palombara Sabina)
14 dicembre	23:04	41,99	12,68	2.4	Frazione Pichini (Guidonia-Montecelio)
21 dicembre	15:50	42,04	13,01	2.2	Media Valle dell'Aniene (Roviano, Cineto)
22 dicembre	11:20	42,02	12,99		Media Valle dell'Aniene (Roviano-Anticoli Corrado)
29 dicembre	04:35	41,99	12,69	2.4	Sant'Angelo R. - Guidonia - Palombara S.

Riguardo alla Piana di Guidonia si è osservata una sismicità piuttosto bassa, sia per il numero di eventi registrati al suo interno, sia per quanto riguarda il rilascio energetico.

Del resto anche in precedenza, nel corso della crisi del 2001, molti eventi erano stati registrati da un numero limitato di stazioni, per via del basso contenuto energetico, rendendo assai difficile le localizzazioni. A tal riguardo c'è da segnalare che la stazione di Collefiorito (CLL2) ha registrato dei piccoli eventi a carattere strumentale (con magnitudo inferiore ad 1.0) che potrebbero essere associati a boati, percepiti dalla popolazione, ma che sono risultati di difficile localizzazione in quanto CLL2 è risultata l'unica stazione a rilevare tali eventi.

Relativamente alla Piana di Guidonia si è osservata una sismicità piuttosto bassa, sia per il numero di eventi registrati al suo interno, sia per quanto riguarda il rilascio energetico. Del resto anche in precedenza, nel corso della crisi del 2001, molti eventi erano stati registrati da un numero limitato di stazioni, per via del basso contenuto energetico, rendendo assai difficile le localizzazioni. A tal riguardo c'è da segnalare che la stazione di Collefiorito (CLL2) ha registrato dei piccoli eventi a carattere strumentale (con magnitudo inferiore ad 1.0) che potrebbero essere associati a boati, percepiti dalla popolazione, ma che sono risultati di difficile localizzazione in quanto CLL2 è risultata l'unica stazione a rilevare tali eventi.

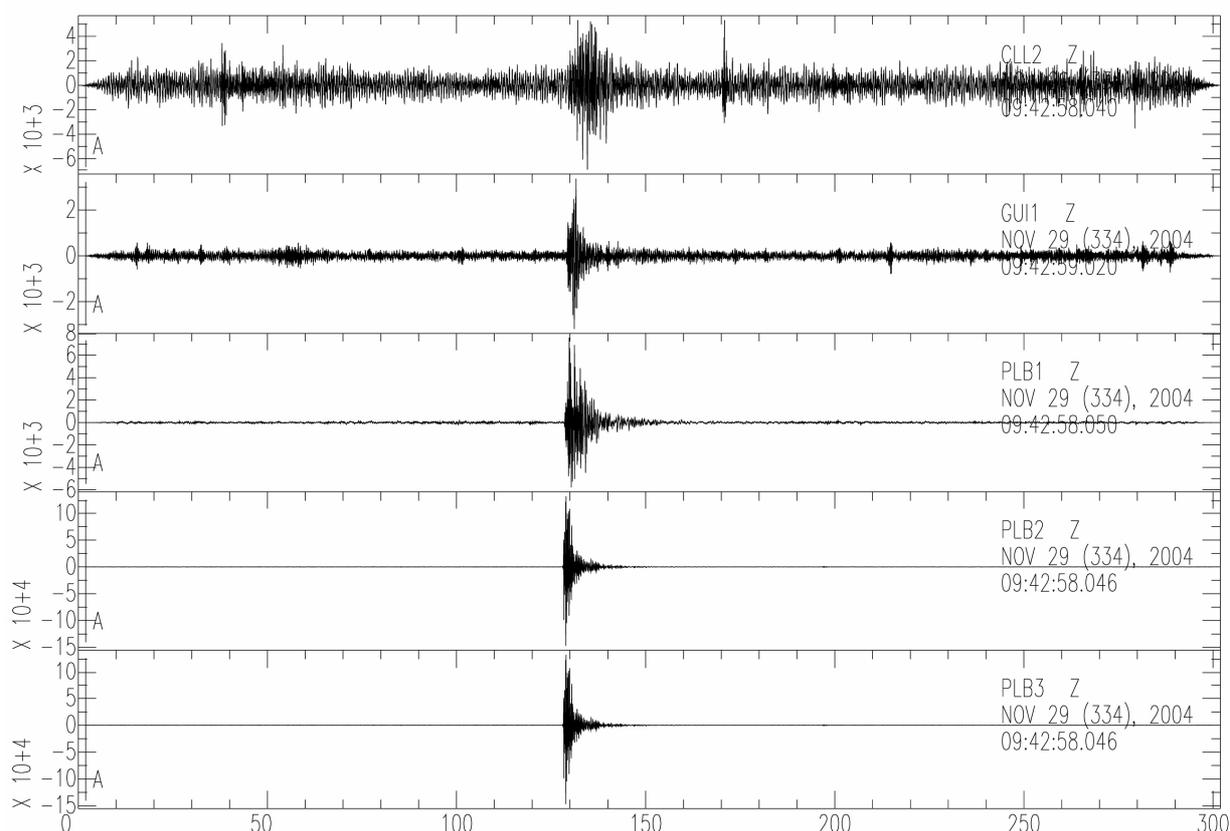


Fig. 6 - Una selezione delle componenti verticali delle forme d'onda registrate dalla rete temporanea della piana di Guidonia (RLG) durante il terremoto che ha interessato l'area palombarese il 29 novembre 2004, alle ore 9.45 GMT; $M_d = 2.2$. Le stazioni sono riportate in Fig. 3 come: CLL2 (Collefiorito), CUP (Cupo, Guidonia), PLB1 (Palombara), PLB2 (Palombara), PLB3 (Palombara).

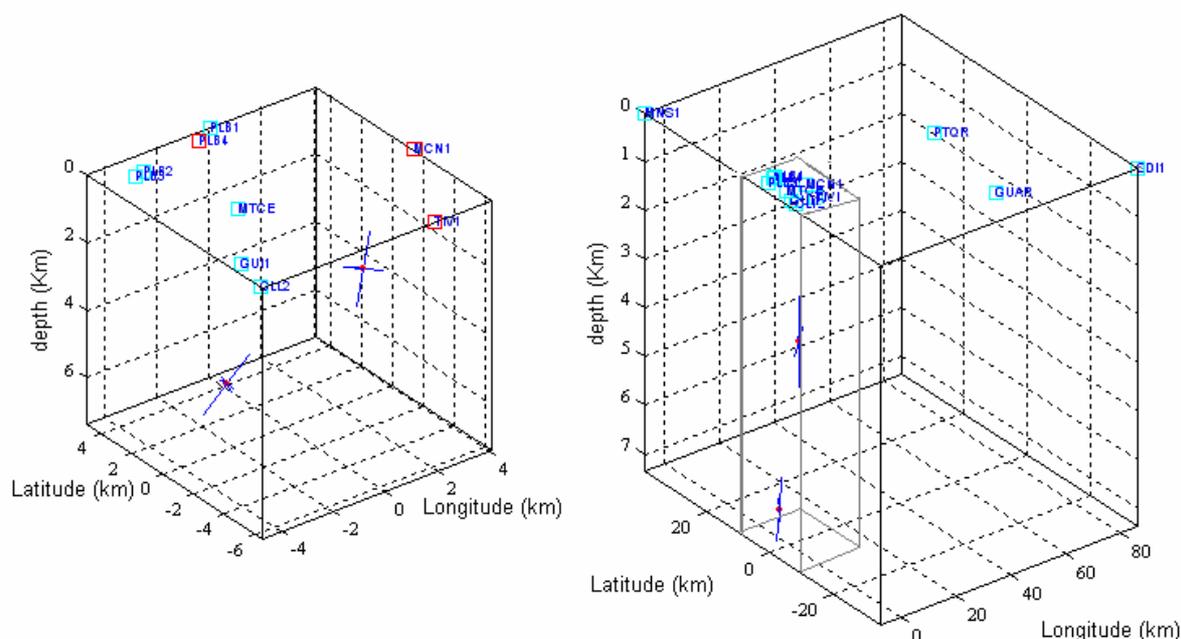


Fig. 7 - Evento localizzato a Palombara Sabina (RM) il 29 Novembre 2004, alle ore 9.45 GMT di magnitudo 2.2. Nella Fig. A sono riportate le stazioni della RSNC e della rete locale (nel riquadro grigio) e la doppia determinazione ipocentrale, in azzurro quella con le sole stazioni della RSNC ed in verde quella con le stazioni della rete locale e quella della RSNC. Nella Fig. B è evidenziata la sezione concernente la rete locale, con in rosso le stazioni che al momento non erano operative.

Una situazione analoga è avvenuta anche nel corso del periodo sismico che, nell'estate 2004, ha interessato l'area palombarese (Fig. 5, 6, 7), situata a pochi chilometri a nord della Piana di Guidonia. A tal proposito c'è da dire che, purtroppo, le stazioni sismiche si sono rese disponibili soltanto a crisi avvenuta. Ad ogni modo, in base alle informazioni raccolte mediante l'integrazione dei dati della rete locale (RLG) con quelli della rete nazionale (RSNC), possiamo dire che il periodo sismico che ha interessato l'area palombarese è stato caratterizzato da eventi con bassa profondità ipocentrale (minore di 3 km) determinando conseguentemente un risentimento limitato dal punto di vista areale.

Fenomeno che è stato evidenziato attraverso lo studio macrosismico effettuato in occasione del terremoto avvenuto il 30 settembre 2004 alle ore 19:04 GMT. Altra caratteristica del periodo sismico palombarese, che lo accomuna a quello di Guidonia del 2001, è il verificarsi di forti boati risentiti in un'area limitata che, nel caso di Palombara, è localizzato essenzialmente nella zona collinare denominata Colle Pedeschiavo.

Un altro elemento in comune alle due aree è la presenza di acque, nel sottosuolo, di natura sulfurea che dovrebbero essere legate entrambe alla fase terminale degli apparati vulcanici peritirrenici, e dei Colli Albani in particolare. Da segnalare, inoltre, che le determinazioni ipocentrali sono state talvolta condizionate dalla geometria della rete e perciò la profondità potrebbe essere affetta da un certo errore. Di conseguenza, la RLG potrebbe essere ricollocata a seconda dell'eventuale migrazione della sismicità locale.

Ad ogni modo, la bontà delle misurazioni effettuate grazie all'utilizzo della rete locale possono essere valutate in Fig. 6, dove vengono riportate le localizzazioni di un terremoto che ha interessato l'area palombarese il 29 novembre 2004, alle ore 9.45 GMT di $M_d = 2,2$ (Fig. 6), con e senza le stazioni della RSNC. In Fig. 7

vengono riportate, per lo stesso evento, le componenti verticali delle forme d'onda registrate dalla rete temporanea della piana di Guidonia (RLG).

CONCLUSIONI

La Rete Sismica Locale della piana di Guidonia è una struttura che ha come principale obiettivo la raccolta di dati di elevata qualità in grado di definire con continuità l'attività sismica locale. In tal modo saremmo in grado di definire in maggior dettaglio le eventuali strutture sismicamente attive, cercando di chiarire meglio la posizione, la profondità degli ipocentri e l'energia sismica liberata; fornire informazioni rapide sulla sismicità locale alla Protezione Civile Regionale in caso di crisi sismica; migliorare la localizzazione degli eventi mediante l'integrazione dei dati della RSNC con quelli della rete locale.

Va considerato che è la prima volta in Italia che è stata installata una rete di pronto intervento per registrare terremoti così piccoli (la massima magnitudo registrata dalla rete microsismica è stata di poco superiore a 2) e che costituisce un notevole passo in avanti il fatto che un'amministrazione comunale, quella di Guidonia Montecelio, si sia attivata per l'acquisizione di dati utili negli studi di sismotettonica riguardanti la zona pedemontana dei Monti Cornicolani.

Inoltre, va rilevato che tale studio è stato condotto in un'area caratterizzata da una sismicità di basso grado e che quindi è poco studiata dal punto di vista sismico, con tutto ciò che ne deriva.

Abbiamo così approfittato dell'occasione del convegno per portare a conoscenza della comunità scientifica l'attività che stiamo svolgendo in un'area che, nonostante sia poco studiata dal punto di vista sismologico in quanto caratterizzata da eventi a bassa magnitudo, potrebbe fornire importanti informazioni circa le strutture che caratterizzano il dominio geologico sabino. Lo scopo del nostro studio è quindi quello di tenere in attività la rete sismica il più a lungo possibile al fine di ottenere un numero d'informazioni sufficienti a caratterizzare meglio la sismicità dell'area in oggetto, e di conseguenza anche gli aspetti tettonici.

L'elaborazione delle informazioni ricavate dall'indagine dei microtremiti e da quella macrosismica ha consentito di acquisire importanti informazioni sul rilascio energetico durante la crisi del 2001. L'indagine microsismica, seppur limitata nella fase temporale, ha in ogni modo permesso di comprendere che i microtremiti sono di origine sismica, imputabili ad una zona di fratturazione crostale molto superficiale.

Elementi che, nel loro insieme, inducono a pensare che il periodo sismico osservato trovi origine dalla stessa struttura tettonica che caratterizza il settore occidentale del Bacino delle Acque Albule. Difatti ambedue i settori posti nella parte pedemontana del preappennino laziale sono influenzati da una tettonica di tipo trascorrente destra (nota come 'faglia Sabina') cui fa da contorno un substrato rappresentato da terreni d'età mesozoica, appartenenti alla serie umbro marchigiana sabina.

Quindi, i dati sismologici raccolti dalla RLG e dalla RSNC, relativi al territorio cornicolano-tiburtino-palombarese, costituiscono un primo passo verso una maggiore conoscenza di un territorio che fino a poco tempo fa era considerato a bassa sismicità, dizione che allo stato attuale delle conoscenze sembrerebbe superata.

Infatti, di recente sono stati individuati alcuni lineamenti tettonici attivi che hanno anche deformato dei manufatti di epoca romana (Marra et al., 2004), così come sono state messe in luce particolari zone affette dal fenomeno della subsidenza (Salvi et al., 2004; Colini et al., 2004).

Ringraziamenti. Ringraziamo Alessandro Amato, per l'incoraggiamento a pubblicare questo lavoro ed il supporto nel progetto. Desideriamo inoltre ringraziare Claudio Chiarabba, per i consigli e le indicazioni per svolgere al meglio il lavoro. Si ringraziano inoltre, la Protezione Civile di Palombara Sabina, per il supporto logistico riguardo all'installazione delle stazioni sismiche e all'indagine macrosismica.

BIBLIOGRAFIA

- Alfonsi L. (1995). Wrench tectonic in central Italy, a segment of the Sabina fault, *Boll. Soc. Geol. It.*, 114, 411-421.
- Amato A., Di Filippo M., Mattei M., Montone P. & Scarpa R. (1986). 'Interpretazione congiunta di profili gravimetrici e di sismica a rifrazione nella provincia di Roma'. *Atti 73 Congr. S.G.I.*, pp. 57-60, Roma.
- Alfonsi L., Funicello R., Matti M., Girott, O., Maiorani A., Martinei M.P., Trudu C., Turi B. (1991) 'Structural and geochemical features on the Sabina strike slip fault (central Apennines)', *Boll. Soc. Geol. It.*, 110, 217-230.
- Baratta M. (1901), *Sulle recenti manifestazioni sismiche di Palombara Sabina*. Voghera.
- Boschi E., Ferrari G., Gasparini P., Guidoboni E., Smriglio G. & Valensise L. (1995) 'Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980', *ING-SGA*, Bologna, pp. 977.
- Cavasino A. (1935). *I terremoti d'Italia avvenuti nel periodo 1899-1935*. M.R.U.C.M.G, III, IV, Roma.
- Chiocchini M., Manganelli V., Pannuzi L. (1979). *Ricerche geologiche sul mesozoico della Sabina (Lazio): I Monti Cornicolani*', *Boll. Serv. Geol. D'Italia*, 110, pp. 235-264.
- Colini L., Salvi S., Pagliuca M.N., Stramondo S., Pirro M., Atzori S., Tolomei C. & Doumaz F (2004). *Interdisciplinary Approach to the Study of Some Cover-Collapse Sinkholes Located in the Acque Albule Basin, Italy. Preliminary Attempt to Find Relationship Between Collapsed Areas, Seismicity, Data From Satellite Techniques and Field Observations*. Fall meeting AGU 2004.
- Cosentino D, Parlotto M. (1991) *La struttura a falde della Sabina (Appennino Centrale)*. *Studi Geologici Camerti*, vol. spec. 1991/2, CROP11, pp. 381-387.
- Faccenna, C., Funicello, R., Montone, P., Parotto, M., Voltaggio, M., 1994. An example of late Pleistocene strike-slip tectonics: the Acque Albule basin (Tivoli, Latium). *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia* 49, 37-50.
- Gasparini C., Di Maro R., Pagliuca M.N., Pirro M. & Marchetti A. (2002), 'Recent seismicity of the 'Acque Albule' travertine basin', *Anal. of Geophysic*, vol. 45, pp. 537-550.
- Kearey P., Frederik J.V. (1996). *Global Tectonics*, ed. Brackwell Scienze, Oxford, pp 131-135;
- Marra F., Montone P., Pirro M., Boschi E., (2004). Evidence of tectonics on Roman aqueducts system (II III century A.D.) near Rome. *Journal of Structural Geology*', ed. Elsevier Scienze, 4, pp. 679-690;
- Maxia C. (1950). *Il Bacino delle Acque Albule*. *Contributi di Scienze Geologiche*, CNR, Roma, Anno 20.
- Molin D., Rossi A., Tertulliani A., Verrubi V. (2002) *Studio della sismicità dell'alto Bacino dell'Aniene (Appennino Centrale-Italia) e catalogo sismico di area*', *Quaderni di geofisica*, INGV, Roma, 24, pag. 56.
- Pagliuca N.M., Pirro M., Gasparini C., Di Maro R., Colini L. (2004). *Seismicity related to cover collapse located along Tyrrhenian side of the Apennines, central Italy*', XXXII *Congres Geologist*, Florence, 21-28 August, (poster), 69
- Petitta M., Del Bon A.(2003), *Indagini idrogeologiche sulle sorgenti delle Acque Albule (Bagni di Tivoli)*. Università 'La Sapienza' Roma, rapporto riservato, pp. 45.
- Pirro M., Di Maro R. (2003). *La sismicità recente della medio alta Valle dell'Aniene (Lazio): considerazioni geologiche e geofisiche*. *Atti 21° NGGTS CNR*, Roma 19-21 Novembre, in CD rom, pp. 9;

Pirro M., Gasparini C. (2003). Morfologie e sismicità nel preappennino centrale', Atti 21° NGGTS CNR, Roma 19-21 Novembre, in CD rom, pp. 9;

Salvi S., Pirro M., Gasparini C., Stramondo S., Pagliuca M.N., Atzori S., Colini L., Tolomei C., Doumaz F., Ferretti A., Allievi J. (2004). Le deformazioni del suolo ricavate da dati satellitari in un settore a rischio sinkhole del Bacino delle Acque Albule (Lazio). 1° Convegno APAT, Roma, 20-21 Maggio, pp. 623-632.

Turano A. (1999). Stazzano in Sabina, ed. Tecnoprint, Comune di Palombara Sabina, pp. 101.