

La sequenza sismica di Ala-Avio del 29 ottobre 2011: analisi preliminare dei dati sismologici



M. Garbin, L. Peruzza, A. Saraò, E. Priolo
 Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale, Centro Ricerche Sismologiche, Udine e Trieste
 mgarbin@ogs.it

Macrosismologia, dai Romani ad oggi

L'area in cui ricadono graficamente gli epicentri strumentali della sequenza del 2011, definita distretto sismico "Lessini", è anche quella degli epicentri macrosismici di due forti terremoti medioevali e di alcuni eventi che hanno superato la soglia del danno ben documentati dalla fine dell'Ottocento. Molto dibattuto, e pertanto non inserito in catalogo, è l'evento del 1046 denominato "Valle Tridentina", i cui effetti massimi sono riferiti all'area di Rovereto. Nonostante ricerche mirate, il terremoto di Verona del 3.1.1117 (Io=IX-X MCS) resta uno dei casi più problematici della Pianura Padana; alcuni autori lo collocano nella bassa Veronese, ipotizzando anche eventi multipli in una vasta regione; altri studi suggeriscono invece l'attivazione di sistemi posti più ad est, nell'area di Thiene-Bassano. L'evento del 25.12.1222 (Io=VIII-IX MCS) è stato attribuito, dai più recenti studi, a strutture sepolte nelle Prealpi Bresciane.

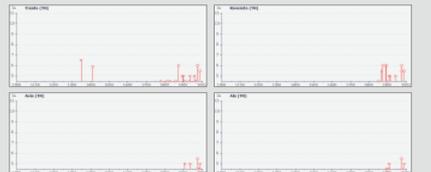
Negli ultimi due secoli, forti danni nella Valle dell'Illasi sono stati causati dal terremoto del 7.6.1891 (Io=VIII-IX MCS, $M_w=5.7$), evento seguito (il 15.6) da un altro minore, riferito a Peschiera (Io=VI, $M_w=4.8$). Attivazioni ravvicinate nel tempo e nello spazio sembra sieno avvenute anche nel 1895 (12.10, Malcesine; 2.11, Valle dell'Illasi).

Monitoraggio strumentale dal 1977 al 2010

La completezza del dato strumentale varia negli anni in funzione della densità della rete sismometrica; dal 1982 opera in Provincia di Trento una rete di stazioni di concezione moderna. I terremoti più forti avvenuti entro 50 km dagli eventi del 2011 sono quelli del 24.5.1987 nel Gardesano orientale, del 13.9.1989 nell'area di Pasubio, e del 24.11.2004, vicino a Salò, area danneggiata precedentemente nel 1901. Sotto la soglia di percezione umana, gli eventi sismici sono relativamente frequenti nell'area montana, e sporadici in pianura.

Il 29 ottobre 2011 la popolazione di molti comuni del Trentino meridionale e Veneto occidentale è stata svegliata da un terremoto, avvenuto alle 6:13 (ora locale) nella zona di Ala-Avio. Alla scossa principale ($M_L=4.4$, $M_w=4.0$) è seguita una sequenza di terremoti, con altri eventi percepiti localmente. L'attività sismica ha avuto una ripresa il 31 ottobre, ed è poi andata gradualmente calando, anche se si registrano tuttora eventi di piccola magnitudo (<http://rts.crs.inogs.it>). Questo lavoro raccoglie le informazioni sismologiche disponibili per l'area, elabora dati strumentali sotto la soglia di percecibilità umana, e commenta le localizzazioni preliminari, alla luce delle conoscenze attuali.

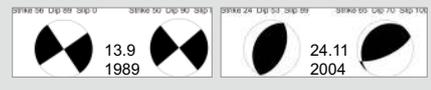
Le storie sismiche



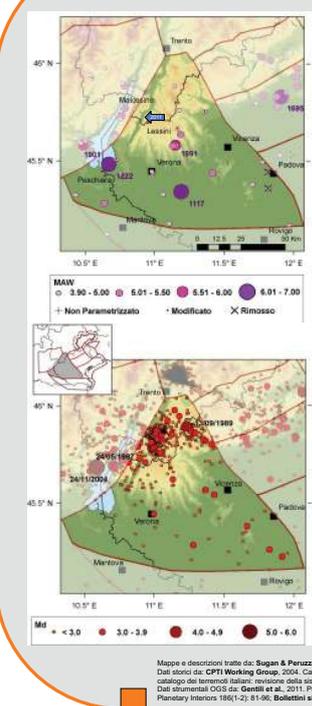
I terremoti medioevali hanno lasciato poche tracce nella storia sismica di località trentine allarmate nel 2011. A Trento, il terremoto del 1117 risulta solamente percepito, mentre effetti di primo danno sono riferiti al terremoto di "Villaco" del 1348, dell'Alpago nel 1873, e del Friuli nel 1976; il risentimento di un evento riferito a Verona nel 1410 è stato recentemente declassato. Ad Ala e Avio, il V grado MCS è stato raggiunto più volte nel XX secolo (1907, 1909, 1936, 1976, Friuli e Riva del Garda, e 1989). Il terremoto del 2004, fortemente percepito nel Veronese, non ha dato luogo in questa zona a segnalazioni di danni.

I meccanismi di sorgente

Gli eventi più forti e recenti indicano strutture trascorrenti e faglie inverse; è notevole l'accordo delle soluzioni ottenute con tecniche diverse (per ogni evento, tensore momento a sinistra, e polarità primo impulso a destra).

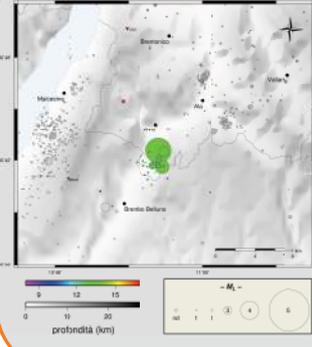


Storie sismiche da dati INGV: <http://emidius.mi.ingv.it/DBM04/>; <http://portale.ingv.it/real-time-monitoring/quest/trentino-04-10-2004>
 Meccanismi focali da Pondrelli et al., 2008. The Italian CMT dataset from 1977 to the present. Physics of the Earth and Planetary Interiors 159:286-302; Saraò, 2007. Sismic moment tensor determination at CRS: feasibility study. Rapporti Interni OGS-CRS, 43; Viganò et al., 2008. Focal mechanism inversion in the Giudicarie-Lesani sismotectonic region (Southern Alps, Italy): Insights on tectonic stress and strain. Tectonophysics 460, 106-115.



Mappe e descrizioni tratte da: Sagan & Peruzza, 2011. Distretti sismici del Veneto. Bollettino di Geofisica Applicata, submitted
 Dati storici da: CPIT Working Group, 2004. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, vers. 2004 (CPIT04); emidius.mi.ingv.it/CPIT04; Molin et al., 2008. Materiali per un catalogo dei terremoti italiani: revisione della sismicità minore del territorio nazionale. INGV Quaderni di Geofisica, 57, 75.
 Dati strumentali OGS da: Garbin et al., 2011. Probabilistic completeness assessment of the past 30 years of seismic monitoring in northeastern Italy. Physics of the Earth and Planetary Interiors 194:1-21; 81-96. Bollettino sismico mensile OGS, 2008-2010. <http://www.crs.ingv.it/bolettino/SISP/RSFV5/08.htm>

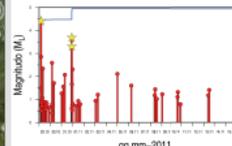
La sequenza di Ala - Avio del 29 ottobre 2011: localizzazioni e meccanismi preliminari



La sequenza sismica iniziata con l'evento $M_L 4.4$ il 29.10 (simboli in scala colori), è stata localizzata a sud di Avio, a profondità fra i 9 e 15 km. La distribuzione spaziale degli eventi localizzati fino al 16.11.2011 è consistente con il meccanismo focale calcolato (vedi lato destro). Nei due anni prima (simboli in b/n), un solo evento $M_L 2.7$ del 28.10.2010 è localizzato nell'area epicentrale della sequenza in questione, mentre l'attività sismica si concentra a NE verso Ala, e ad O del Mt. Baldo.

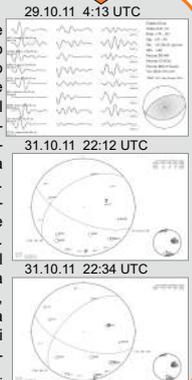


Gli eventi della sequenza identificati e localizzati in real-time dal servizio di allarme (in giallo) sono molti meno di quelli riconosciuti off-line mediante una procedura semiautomatica (in arancio).

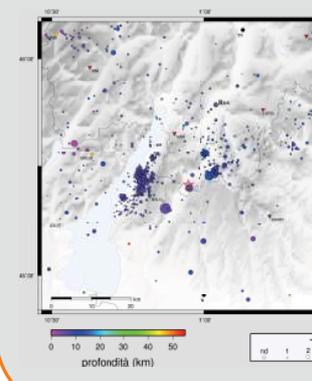


Le scosse principali, indicate con le stelle nel grafico che riporta l'andamento della magnitudo nel tempo, sono state avvertite distintamente dalla popolazione. Si notino gli aftershocks, due giorni dopo l'evento principale, avvenuti a circa 20 minuti di distanza uno dall'altro.

Il meccanismo focale dell'evento più energetico del 29.10 è stato ottenuto dall'inversione del tensore momento, e rilasciato sul sito dell'OGS due ore dopo l'evento. Questa tecnica può essere applicata solo agli eventi più forti. Per gli altri eventi i meccanismi sono calcolati con la polarità del primo impulso. Anche se i due eventi del 31.10 hanno una leggera componente trascorrente, si mantiene coerente la soluzione del piano di rottura con direzione NE-SO ed immersione a NO.



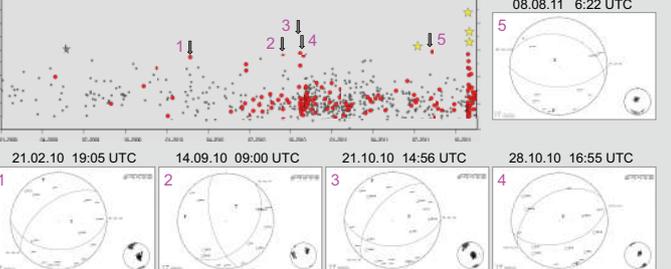
Localizzazioni 2009-2011 dalla Rete Integrata di stazioni



Dal 2009 le registrazioni sismometriche delle stazioni della Provincia di Trento (triangoli rossi) vengono elaborate congiuntamente ad altre, in una rete integrata di circa 100 stazioni finalizzata al monitoraggio della sismicità nell'Italia NE. Dal 2010 è stato implementato un nuovo e più efficace sistema di riconoscimento semiautomatico che permette di identificare eventi di piccola entità ($M_L < 1.0$). Per la zona di Ala-Avio si beneficia in particolare dei dati di due stazioni della Rete Veneto (BALD e MARN), recentemente installate. Nella mappa sono riportati gli eventi dal 1.1.2009 al 28.10.2011. La stella rossa indica il baricentro della sequenza degli eventi di Ala-Avio del 2011.

Localizzazioni strumentali eventi 2009-2011 da: Garbin et al., 2010. Servizio di sorveglianza sismica del Trentino - Anno 2009. Rel. OGS 2010/45 CRS 7; Garbin et al., 2011. Servizio di sorveglianza sismica del Trentino - Anno 2010. Rel. OGS 2011/40 CRS 9. Data processing in: Garbin & Priolo, in preparazione. Seismic event recognition in Trentino (Italy) area: performance analysis of a new semi-automatic system.

Sequenze sismiche nell'area



La sismicità localizzata nell'area della mappa di sinistra dal 1.1.2009 al 16.11.2011 è grafata nel tempo, evidenziando in rosso gli eventi entro 10 km dal terremoto più forte. Gli eventi maggiori hanno in genere meccanismi molto simili a quelli della sequenza del 2011, con asse di sforzo minimo subverticale e massimo suborizzontale, in direzione NNO-SSE. Si noti la diminuzione della soglia di magnitudo dal 2010, legata al processing del dato; all'aumento di eventi dal 2010 contribuisce anche il ripristino della piena operatività di alcune stazioni vicine, prima interessate da malfunzionamenti nella trasmissione del dato.

Conclusioni

La sequenza iniziata il 29 ottobre 2011 ha permesso di raccogliere elementi originali per la comprensione della sismogenesi dell'area.



Gli eventi più forti avvenuti nell'area di Ala-Avio nel 2010 e 2011 (puntine colorate) non sono compatibili, data la loro profondità e ubicazione, con i fronti di sovrascorrimento ad andamento giudicariense NNE-SSO mappati in DISS (aree arancioni, in particolare la sorgente composita "Monte Baldo").

La notevole complessità strutturale del settore in cui è avvenuta la sequenza del 2011 non consente una semplice identificazione della sorgente sismogenica. Ipotizzando un piano a direzione ed inclinazione costante e coincidente con quello del meccanismo focale che immerge a NO, l'espressione superficiale della faglia attivata si troverebbe a circa 10 km a SE dell'evento. È plausibile si tratti di una faglia inversa ad andamento NE-SO, alla sua intersezione profonda con sistemi trascorrenti ortogonali. Rilocalizzazioni relative per una migliore analisi 3D sono in corso. Lo studio, intrapreso per seguire in tempo quasi reale la sequenza, è stato reso possibile dalla qualità del dato sismologico disponibile, e dalla accuratezza nel suo post-processing.

OGS - Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale fornisce il servizio di monitoraggio e allarme sismico alla Provincia Autonoma di Trento (PAT), Regione Friuli Venezia Giulia, e Regione Veneto, grazie a convenzioni e contratti stipulati con le rispettive Amministrazioni locali. Lo scambio dati con INGV e altri gestori di reti limitrofe nazionali e transfrontaliere è regolato da convenzioni e protocolli di intesa. Lavoro eseguito con il contributo della PAT.