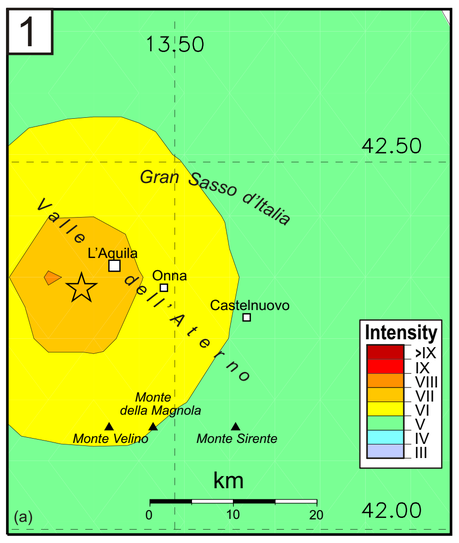
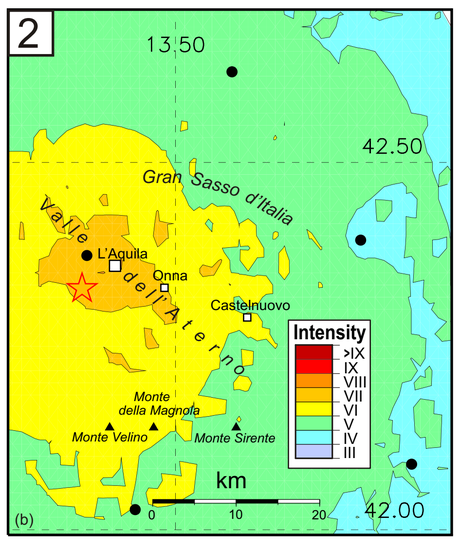
DPC-INGV 2007-09 Convegno annuale dei progetti sismologici

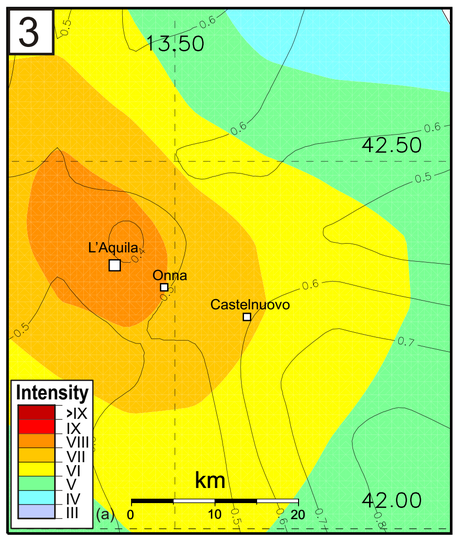
Rapid information (intensity) and KF scenario in quasi-real time; L'Aquila, 2009 and Frignano, 2008, two comparisons.

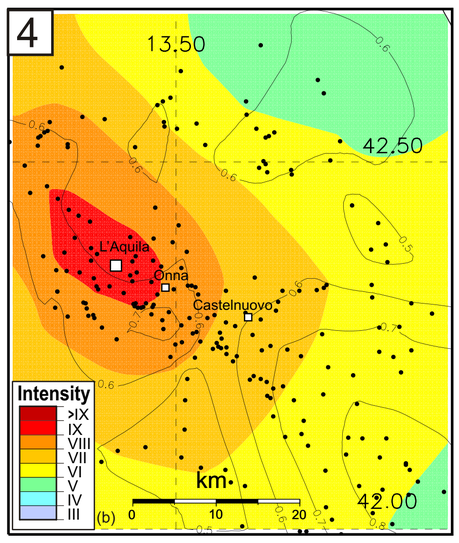
L. Sirovich
F. Pettenati
D. Sandron

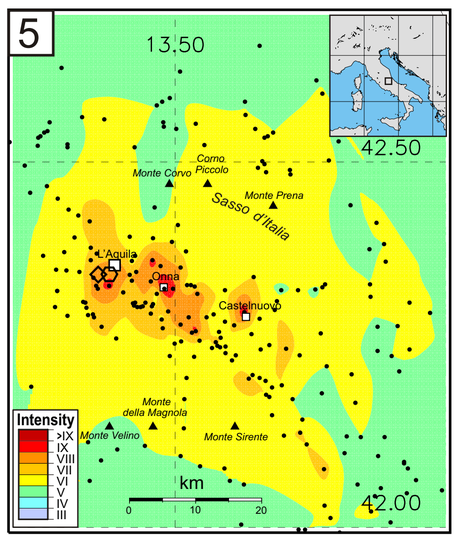
Premessa. Abbiamo affrontato tre casistiche; la prima in California, dove la KF è stata messa a punto, (vedi il poster collegato) e le altre in Italia. La nostra tecnica cinematica, questa volta usata in modo diretto e parametrico per produrre scenari di intensità I (Sirovich e Pettenati, 2009), sta dando scenari interessanti a scopo di prevenzione; al punto che, nell`ambito del progetto S3, ci è stato affidato il compito di testare anche il suo utilizzo per arricchire l'algoritmo ShakeMap.











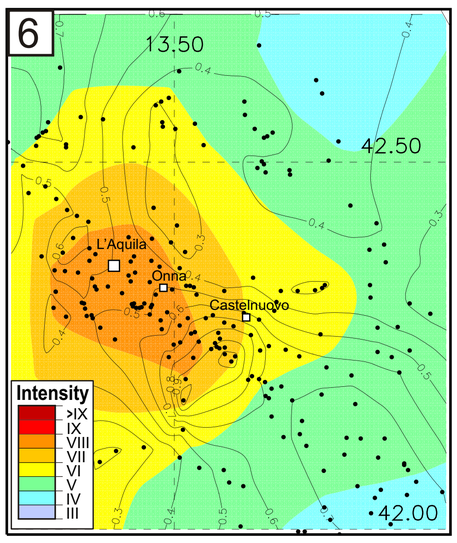


Fig. 1: ShakeMap® USGS versione 4 calcolata 6/4/2009 09:56:05 p.m. fuso orario del Colorado.

Fig. 2: ShakeMap INGV versione 9 calcolata 7/4/2009 11:04:29 a.m. (ora legale, fuso di Roma).

Fig. 3: Scenario parametrico KF rapido delle intensità medie MMI (9720 sorgenti date in Tab. A). Le linee sottili nere stanno per la standard deviation (in numeri reali). Mappa su griglia regolare, distribuita il 6 Aprile, con le linee di livello che passano per i gradi interi.

Fig. 4: Come in Fig. 3 ma con le curve di livello che passano per i mezzi gradi. Mappa calcolata solo nei 223 siti di Fig. 5.

Fig. 5: Terremoto de L'Aquila. Isosiste n-n (secondo: Sirovich et al., 2002) dei 223 dati Quest disponibili a maggio 2009 (R. Camassi, INGV, P. Galli DPC; informazione scritta). Epicentri rilocalizzati a maggio 2009: esagono: INGV; rombo: A. Orefice e A. Zollo, 2009 (informazione scritta).

Fig. 6: Scenario KF in tempo differito (vedi testo, parametri Tab. B); terremoto dell'Aquila. Propagazione della rottura quasi unilaterale verso SE. Le linee di livello passano per i mezzi gradi. Linee nere sottili: standard deviation.

Fig. 7: Terremoto di Frignano. Intensità macrosismiche QUEST (puntini neri; contour n-n).

Fig. 8: Terremoto di Frignano. Scenario KF e deviazione standard come in Fig. 6.

Lo scopo del nostro lavoro è di verificare se la formula KF (Sirovich, 1996) possa candidarsi a sostituire le equazioni predittive empiriche all'interno dell'algoritmo ShakeMap (che convertono accelerazioni e velocità in intensità). Anche seguendo un suggerimento di Molchan et al. (2004), la KF può venire infatti vista come una relazione semi-empirica che simula il calo dell'intensità con la distanza da una sorgente finita, a rottura bilaterale anche assimmetrica, con meccanismo definito. Rinviando all'articolo esteso (Pettenati et al., 2009), mostriamo qui il paragone fra le 223 intensità preliminari Quest osservate in campagna (Fig. 5) e le due versioni di ShakeMap emesse subito dopo l'evento: quella originale (Wald et al., 2006) in Fig. 1 e la sua variante (seguendo Michelini et al., 2008) italiana in Fig. 2. Presentiamo inoltre il nostro scenario parametrico KF post-terremoto in tempo quasi-reale (Fig. 3) calcolato su una griglia regolare e (Fig.4) calcolato sui punti Quest. Questi due scenari rapidi sono stati calcolati usando i parametri elencati in Tabella A.

A Parameter	Incremental variation	Range
strike angle [°]	15	115 to 145
dip angle [°]	10	40 to 60
rake angle [°] ±180°	10	250 to 300
nucleation longitude [°]	0.02	13.32 to 13.40
nucleation latitude [°]	0.04	42.32 to 42.44
nucleation depth H [km]	4	8 to 16
V_S [km/s]	fixed	3.4
Mach number (V_r/V_S)	fixed	0.8
M_0 [10^{17}Nm]	1	2 to 4
L (symmetric) [km]	fixed	10+10

B Parameter	Incremental variation	Range
strike angle [°]	5	120 to 155
dip angle [°]	4	40 to 52
rake angle [°] ±180°	10	240 to 290
nucleation longitude [°]	0.02	13.34 to 13.40
nucleation latitude [°]	0.04	42.33 to 42.37
nucleation depth H [km]	2	8 to 16
V_S [km/s]	fixed	3.4
Mach+	fixed	0.55
Mach-	fixed	0.50
M_0 [10^{17}Nm]	1	2 to 4
L+ [km]	fixed	19
L- [km]	fixed	1

Tab. A Parametri di sorgente per lo scenario KF rapido di Fig. 3 e Fig. 4.

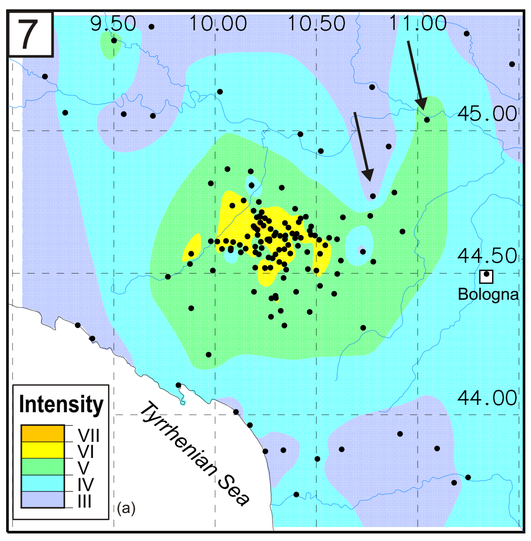
Tab. B Parametri di sorgente per lo scenario KF raffinato di Fig. 6.

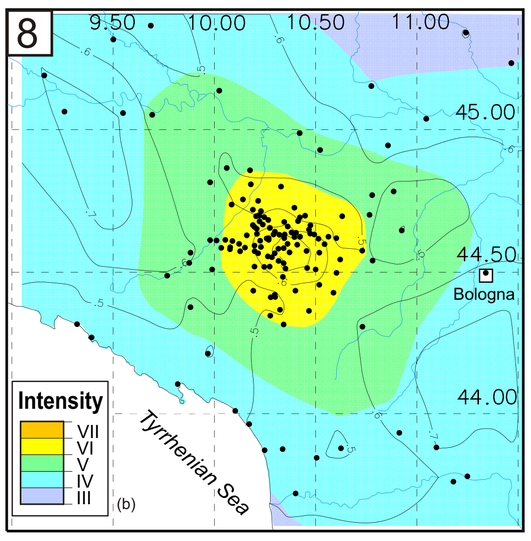
I dati Quest sono stati conturati con l'algoritmo n-n (Sirovich et al., 2002), che ricordiamo onora perfettamente i dati sperimentali. A differenza della Fig. 3, in questo i gradi incerti (es.: V-VI) sono stati trattati come numeri reali (es. 5.5) e le isosiste passano per i mezzi gradi (come in Fig. 4). Le intensità osservate (Fig. 5) decrescono dal grado IX al VII in breve spazio, per poi calare al V a distanze proporzionalmente ben più elevate. Nessuno scenario rapido (neanche il nostro) riesce a riprodurre questo strano calo per così dire a due rampe.

Ad alcune settimane dall'evento abbiamo ricalcolato lo scenario KF (parametri di Tab. B) includendo l'ipocentro rilocalizzato con maggiore attendibilità (INGV, e cortesia di Orefice e Zollo) e soprattutto la direttività verso SE (studi INGV citati nell'articolo esteso) e la nuova simulazione (Fig. 6) ha prodotto un'area di VIII grado allungata in direzione NW-SE, ben bilanciata con quella visible in Fig. 5 (anche se di forma non coincidente).

Un risultato ancora migliore è stato ottenuto in occasione del terremoto di Frignano del 23 Dicembre 2008 (Fig. 7 e Fig. 8). Il fit particolarmente accettabile tra le intensità Quest e lo scenario KF (migliorabile omettendo i due punti indicati dalla freccia in Fig. 7) è stato ottenuto non considerando la geologia dei siti.

Tuttavia nessuna delle simulazioni ShakeMap di Frignano e de L'Aquila ha fornito risultati sufficientemente precisi a fini di «coordinamento dei soccorsi e dell'assistenza» come sperato da alcuni. Le risultanti mappe sono state poco soddisfacenti anche a fini di semplice informazione del pubblico. Gli scenari KF sono interessanti, ma -usati qui in modo parametrico- risentono ancora dell'approccio preventivo (cautelativo) e tendono quindi a sovrastimare il campo post-terremoto.





Conclusioni di protezione civile. **Offriamo alla discussione all'interno del progetto S3 la seguente conclusione. Non ci appare ragionevole sperare che il coordinamento immediato dei soccorsi e dell'assistenza possa dipendere da simulazioni istantanee di tutta la catena causa-effetto, che produce i danni a cose e persone. Tali interventi rapidi non potranno che continuare a dipendere da una rete di segnalazioni esperte, a prova di terremoto, da parte di personale addestrato, che chiami soccorso alle persone e convogli le notizie sui danni. Sarebbe relativamente facile codificare tali segnalazioni da tastiera (un numero per il grado stimato, un altro per segnalare probabili perdite-sepolti; con possibilità di successiva precisazione orale).**

Riferimenti:

Michelini A., Faenza L., Lauciani V., Malagnini L.; 2008: ShakeMap implementation in Italy. Seismological Research Letters 79(5), 688-697.

Molchan G. M., Kronrod T. L., Panza G. F.; 2004: Shape of Empirical and Synthetic Isoseismals: Comparison for Italian Earthquakes. Pure and Applied Geophysics, 161(8), 1725-1247.

Pettenati F., Sirovich L., Sandron D.; 2009: Is rapid intensity information useful? Two recent cases in Italy (M6.3 L'Aquila, M5.2 Frignano). Submitted to int. journal.

Sirovich, L. (1996). A simple algorithm for tracing out synthetic isoseismals, Bulletin of the Seismological Society of America 86(4), 1019-1027.

Sirovich L., Pettenati F., Cavallini F., Bobbio M.; 2002: Natural-Neighbor Isoseismals, Bulletin of the Seismological Society of America 92(5), 1933-1940.

Sirovich L., Pettenati F.; 2009: Validation of a Kinematic and Parametric Approach to Calculating Intensity Scenarios. Soil Dyn. Earthq. Eng. 29, 1113-1122.

Sirovich L., Pettenati F., Sandron D.; 2009: Source- and site-effects in the intensities of the M5.4 July 29, 2008 Earthquake in South Los Angeles. Seismological Research Letters 80, 6, in press.

Wald D. J., Worden B. C., Quitoriano V., Pankow K. L.; 2006: ShakeMap® Manual; technical manual, users guide, and software guide, Version 1.0 6/19/06, 1-156.