

I TERREMOTI DELL'APPENNINO UMBRO-MARCHIGIANO | secolo a.C. – 2000

Guido Bertolaso ed Enzo Boschi



*Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile*



Istituto Nazionale
di Geofisica e Vulcanologia



I TERREMOTI
DELL'APPENNINO
UMBRO-MARCHIGIANO

area centrale e meridionale dal I secolo a.C. al 2000

I TERREMOTI DELL'APPENNINO UMBRO-MARCHIGIANO

area centrale e meridionale dal I secolo a.C. al 2000

Guido Bertolaso ed Enzo Boschi

con la collaborazione di Emanuela Guidoboni

Graziano Ferrari

Sergio Castenetto

Dante Mariotti

Gianluca Valensise



*Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile*



Istituto Nazionale
di Geofisica e Vulcanologia



progetto e ricerca

Emanuela Guidoboni, Graziano Ferrari e Gianluca Valensise

collaboratori di redazione

Alberto Comastri, Martino Ferrarese, Maria Luisa De Simone, Leonardo Furlan

cartografia elettronica

Gabriele Tarabusi

grafica elettronica e impaginazione

Maria Giovanna Bianchi

Si ringraziano gli enti che nel 1998 hanno cortesemente collaborato alla prima edizione, favorendo la ricerca documentaria e iconografica, in particolare:

Accademia Spoletina;
Archivio della Porziuncola di Santa Maria degli Angeli;
Archivio di Stato di Macerata, Sezione di Camerino;
Archivio di Stato di Perugia;
Archivio di Stato di Perugia, Sezione di Foligno;
Archivio di Stato di Perugia, Sezione di Spoleto;
Archivio di Stato di Roma;
Archivio Segreto Vaticano;
Archivio Storico Comunale di Cerreto di Spoleto;
Archivio Storico Comunale di Norcia;
Archivio Vescovile di Foligno;
Biblioteca Civica di Storia dell'arte "Luigi Poletti" di Modena;
Cineteca Comunale, Bologna;
Curia Vescovile di Camerino;
Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, Roma;
Osservatorio Sismico "A. Bina", Perugia;
Polizia Municipale di Foligno;
Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Umbria, Perugia;
Soprintendenza per i Beni Artistici per l'Umbria, Perugia;
Università di Perugia.

seconda edizione riveduta e integrata

- © 2007 Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile
Via Ulpiano 11, 00193 Roma
Via Vitorchiano 2, 00189 Roma
- © 2007 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Via di Vigna Murata 605, 00143 Roma
- © 2007 SGA Storia Geofisica Ambiente
Via del Battiferro 10b, 40129 Bologna
ricerca, testi e stampa

prima edizione

- © 1998 ING Istituto Nazionale di Geofisica
- © 1998 SGA Storia Geofisica Ambiente
ricerca e testi

ISBN 978-88-85213-12-X

I diritti di utilizzazione economica, di edizione, stampa, riproduzione, memorizzazione elettronica e di adattamento totale o parziale, con qualsiasi mezzo (incluso microfilm, video e copie fotostatiche), traduzione, modifica, aggiornamento o revisione sono riservati per tutti i paesi.

Il terremoto del 1997-98 è stato un evento importante, che ha segnato nuove strategie di intervento e di prevenzione e una nuova sinergia con la ricerca scientifica.

Lo ricordiamo con questo libro, dedicato a tutti coloro che hanno vissuto quella crisi sismica in prima persona, come residenti, tecnici, ricercatori o volontari, e che si sono adoperati per affrontare l'emergenza e la ricostruzione con coraggio, razionalità ed efficienza.

Indice

- 9 Prefazione *Guido Bertolaso ed Enzo Boschi*
- 18 Alcune parole su questo libro
- 24 Elenco dei terremoti selezionati
- 25 99 a.C. Norcia
- 25 • Le lance di Marte oscillano nella *Regia*: un rudimentale rilevatore di scosse nella Roma antica?
- 26 63 a.C. Appennino umbro?
- 27 801 29 aprile Appennino centrale?
- 28 1279 30 aprile Nocera, Valle del Chienti e Camerino
- 32 • I ricordi a “scatola cinese” dei monaci medievali
- 35 1328 4 dicembre Valnerina
- 38 1477 gennaio – maggio Foligno
- 41 1599 novembre – 1600 gennaio Valnerina
- 42 • “*Umide le coperture delle tende, umide le membra*”
- 45 1703 14 gennaio Appennino umbro-reatino
- 60 1719 27 giugno alta Valnerina
- 62 1730 12 maggio Valnerina – 1730 ottobre Gubbio
- 76 1747 gennaio – aprile Gualdo Tadino e Nocera Umbra
- 83 • Annifo: tracce di una storia sismica ancora quasi sconosciuta
- 84 1751 27 luglio Gualdo Tadino e Nocera Umbra
- 90 • Il leviatano burocratico ai tempi dello stato pontificio
- 92 • Cronaca di una burocrazia davanti alla ricostruzione
- 98 1785 febbraio – giugno alta Valle del Chienti
- 101 1791 ottobre – 1793 aprile Foligno e la sua montagna, Sellano
- 112 • Le “palombare” perdute
- 114 1799 28 luglio Camerino e il suo territorio
- 121 • Le stime dei danni dell’allievo di Vanvitelli
- 123 • Il terremoto sorprende i combattenti
- 124 1815 3 settembre Valnerina

- 130 1831 ottobre – 1832 aprile Valle del Topino
- 140 • Dopo il terremoto: le case di Assisi secondo il perito Antonio Mollari
- 142 • Il quotidiano e l'aulico: due poeti per uno stesso evento
- 146 • Il santuario di Santa Maria degli Angeli: una storia tormentata dai terremoti
- 150 • Foligno: monumenti e terremoti, un rapporto secolare
- 151 1832 ottobre – dicembre alta Valle del Chienti
- 153 • L'inizio del terremoto raccontato dal governatore di Visso
- 154 1838 gennaio – novembre Valnerina
- 158 1854 12 febbraio Valle del Topino
- 163 1859 22 agosto Valnerina
- 170 • Dallo stato della Chiesa al regno d'Italia: la prima legge edilizia antisismica di Norcia e il suo fallimento
- 173 1878 15 settembre Valle del Clitunno
- 176 1879 23 febbraio Valnerina
- 178 1898 aprile – settembre alta Valnerina
- 180 1915 marzo – luglio alta Valle del Chienti e Assisi
- 182 • Effetti in Umbria di terremoti lontani: Marsica 1915, Cittareale 1916
- 184 1974 2 dicembre Valnerina
- 186 1979 19 settembre Valnerina
- 199 • Terremoti: arte perduta e arte ritrovata
- 206 • Il caso Sellano: una storia di danni sismici forse sottovalutati
- 208 1984 29 aprile Gubbio e Perugia
- 211 • Turismo, arte e terremoto: il ruolo dei mezzi di comunicazione
- 215 • I terremoti avevano già colpito i monumenti di Assisi prima del 1997?
- 216 1997 settembre – 1998 aprile Appennino umbro-marchigiano
- 232 • Il grande trambusto degli archivi storici in Umbria
- 233 • Assisi: il terremoto nel complesso della Basilica e i grandi restauri
- 237 • Il terremoto più studiato degli ultimi cinquant'anni
- 245 Parametri dei terremoti selezionati
- 300 Bibliografia
- 345 Elenco delle carte, delle figure e referenze iconografiche



Fig.1 Area dell'Appennino umbro-marchigiano analizzata in questo libro attraverso i terremoti storici che l'hanno colpita dal I secolo a.C. al 1997. Sono qui localizzati 40 epicentri, di cui si può vedere l'elenco a pag. 24.

Prefazione

Prevedere o prevenire? In questo apparente dualismo si coniugano due delle caratteristiche principali del nostro sistema nazionale di Protezione Civile, che già dal 1992 è configurato come un "servizio nazionale" formato da amministrazioni dello Stato centrali e periferiche, da enti pubblici nazionali e locali e da numerosi altri soggetti pubblici e privati. Da molti anni la Protezione Civile italiana ha fatto propria e diffuso una cultura che pone la ricerca sui fenomeni naturali estremi e le attività di prevenzione dei rischi connessi sullo stesso piano delle più tradizionali attività di soccorso.

Il libro che presentiamo intende illustrare e far conoscere questa sinergia tra il sistema della ricerca e l'amministrazione centrale dello Stato nel campo delle scienze applicate; ossia tra chi studia i fenomeni naturali per cogliere – o se vogliamo, prevedere – le caratteristiche degli eventi avversi futuri, e chi ha il compito di trasformare i risultati di questi studi in una maggior consapevolezza del rischio e in specifiche norme di prevenzione.

La Protezione Civile nazionale è ben consapevole del fatto che un'efficace cultura di difesa dai disastri naturali richiede un paziente trasferimento delle conoscenze dal mondo scientifico alle diverse componenti della società; paziente perché richiede anni di lavoro, una continua attenzione verso i canali di formazione primaria dei cittadini del futuro, una capillare opera di informazione che sia esaustiva, e che al tempo stesso rifugga dal catastrofismo gratuito che spesso caratterizza i mass-media.

Questo libro, ripubblicato e integrato dieci anni dopo il terremoto che colpì l'Umbria e le Marche il 26 settembre 1997, è frutto di una iniziativa congiunta del Dipartimento della Protezione Civile e dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Dedicato a lettori curiosi e attenti, non necessariamente esperti di sismologia o di tecniche costruttive antisismiche, il libro racconta la storia dei terremoti di una vasta parte di territorio appenninico tra l'Umbria meridionale e le Marche (fig. 1). La narrazione intreccia aspetti della complessa storia sismica di questa parte dell'Italia con numerosi aspetti della sua storia civile, politica e sociale, partendo dalle epoche più remote per giungere a quel fatidico 26 settembre 1997.

Tutto era cominciato il 4 settembre 1997, quando con i primi notiziari della mattina gli italiani appresero dagli organi di informazione che nella notte una scossa di magnitudo 4.4 (M_L) aveva colpito la zona di Colfiorito, una piccola località al confine tra le province di Perugia e Macerata. Il terremoto aveva causato qualche danno in antichi casolari in muratura che contornano la Piana di Colfiorito, un ampio altipiano posto lungo il crinale dell'Appennino e noto fin dall'antichità per essere una delle vie di collegamento tra il cuore dell'Umbria e la costa adriatica; tuttavia nessuno dei non numerosi edifici di costruzione recente esistenti nella zona sembrava aver riportato lesioni preoccupanti. Quella scossa diede avvio a un vero e proprio periodo sismico in scala ridotta, con un centinaio di repliche (quelle che i giornalisti comunemente chiamano "scosse di assestamento"), che si spinsero fino a Nocera Umbra verso nord-ovest, e fino a Sellano e Preci verso sud-est. Di lì a pochi giorni anche queste repliche finirono e la popolazione tirò un sospiro di sollievo, sia perché chi abita in quella zona è abituato a piccole scosse che avvengono di quando in quando, sia perché, in fondo, la zona di Colfiorito sembrava essere stata baciata dalla fortuna, essendo uscita indenne dalle due crisi sismiche che hanno colpito in tempi recenti l'Umbria e le Marche: quella di Norcia e dell'alta Valnerina del 19 settembre 1979, e quella di Gubbio e Valfabbrica del 29 aprile 1984. Chi poi conosceva già un po' di storia della regione poteva essere a conoscenza del fatto che anche in passato la zona di Colfiorito era stata "risparmiata" da grandi distruzioni sismiche. A partire dal 1703 e poi ancora nel 1719, 1730, 1747, 1751 e 1799, una impressionante sequenza di forti terremoti aveva seminato distruzione e morte lungo il crinale appenninico che separa l'Umbria dalla parte più meridionale delle Marche. Durante questi cento anni di terremoti e distruzioni la Piana di Colfiorito, che come oggi era caratterizzata da una densità abitativa bassissima rispetto agli adiacenti fondovalle dei fiumi Topino e Nera, si era trovata come nell'occhio del ciclone, una specie di isola tranquilla in un mare in tempesta, e aveva risentito solo marginalmente di questi eventi distruttivi. La Natura però, generalmente, non è incline a concedere favori ed esenzioni a chi abita nelle zone più calde dell'attività geodinamica, quale è tutta

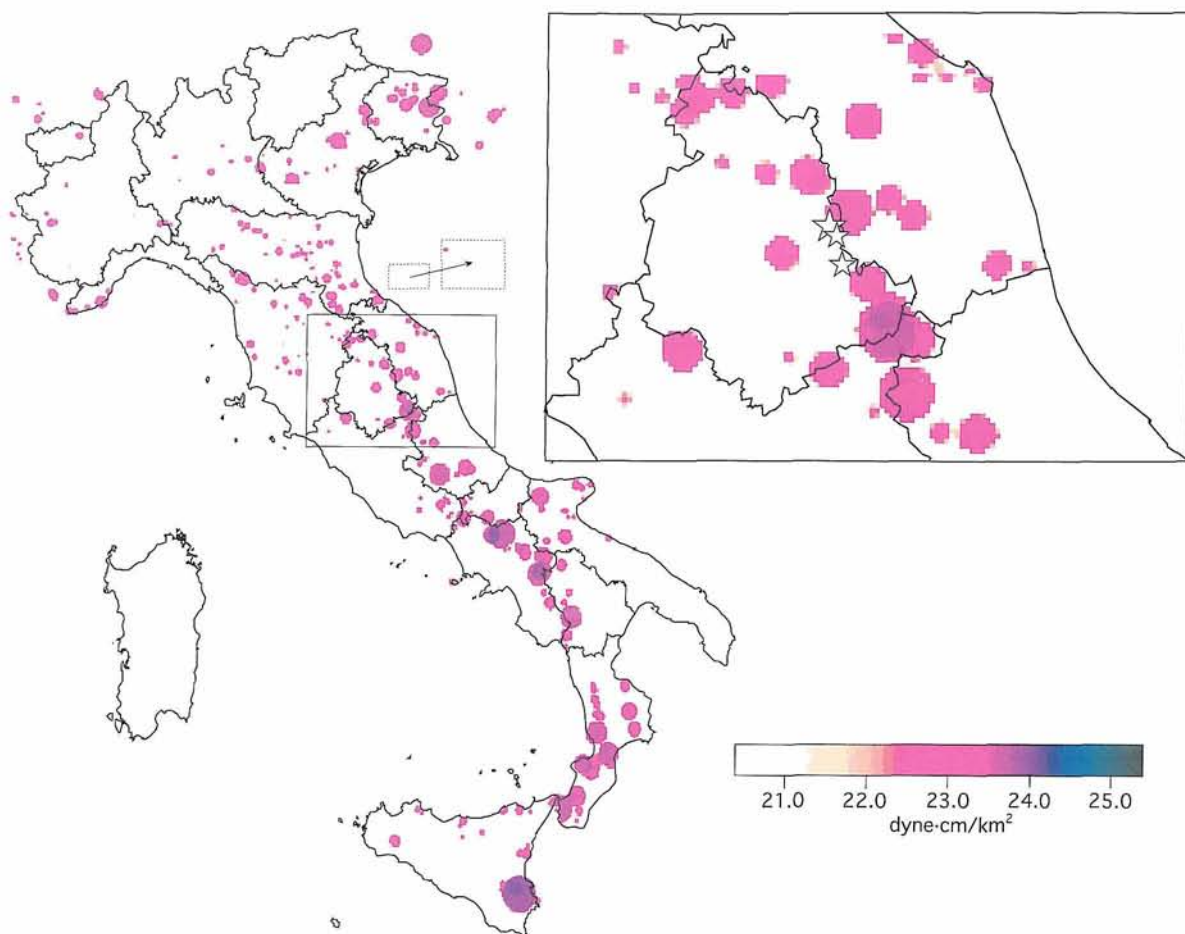


Fig.2 Questa mappa rappresenta la *densità di rilascio di energia sismica* delle diverse zone d'Italia a partire dall'anno 1000. L'immagine sottolinea la diversità dello stile del rilascio tra Italia meridionale e Sicilia da un lato, dove la sismicità è più concentrata e più distruttiva, e il resto della penisola (comprendendo anche la zona dei terremoti del settembre-ottobre 1997), dove i terremoti sono più piccoli e dispersi. Il riquadro sulla destra mostra un ingrandimento della zona umbro-marchigiana, in cui è riportata anche la localizzazione delle tre scosse principali della sequenza del 1997 (si veda testo).

la dorsale appenninica dalla Liguria alla Sicilia, Piana di Colfiorito inclusa. I ricercatori ne sono ben consapevoli, e in effetti la "tranquilla" Piana di Colfiorito era già stata osservata come una possibile anomalia in un quadro di sismicità, quella dell'intero Appennino umbro-marchigiano, notoriamente distruttiva e tuttavia ben compresa e giustificata dalle conoscenze sulla geodinamica della nostra penisola.

Purtroppo questa condizione di "attenzione" da parte della comunità scientifica non ha potuto spingersi al di là del semplice sospetto, sia perché situazioni analoghe si riscontrano in diverse zone dell'Italia, sia perché la nostra capacità di percepire l'imminente accadimento di un terremoto a partire dai dati che i nostri strumenti e le nostre analisi forniscono è, come tutti sanno o dovrebbero sapere, ancora molto limitata. Ed è per questo che abbiamo vissuto con particolare amarezza la crisi sismica che sarebbe poi iniziata il 26 settembre: amarezza dovuta non solo alla tragedia che si stava consumando davanti ai nostri occhi, ma anche e forse soprattutto per non aver intuito subito con chiarezza e in modo diretto che l'Umbria e le Marche stavano per essere colpite da una nuova e grave crisi sismica.

Quello che è successo in Umbria e nelle Marche nel 1997 riassume a perfezione quello che sembra essere il "destino" dei sismologi: se guardano in avanti, si amareggiano perché le loro analisi sembrano sempre vaghe e c'è sempre qualcosa che avrebbero potuto capire prima o meglio; se guardano indietro, ai terremoti del passato (anche recentissimo), allora riescono a capire, ricostruire processi, cogliere sistemati-

cità, e magari fare "previsioni a posteriori" di eventi ormai passati. Quello dei sismologi sembra dunque essere un percorso professionale frustrante nel primo caso, e inutile nel secondo caso, ma non è così: al contrario, guardare a ciò che è già accaduto è la strada da seguire. A differenza di altri settori della Fisica, che basano le loro fondamenta sulla capacità di organizzare e riprodurre infinite volte un determinato esperimento, la Geofisica, ovvero lo studio della Terra e delle sue manifestazioni, non può scegliere "quando", "come" e "dove" organizzare un esperimento. I terremoti che avvengono sotto i nostri occhi, o che sono avvenuti dieci anni fa, o anche due secoli fa, sono l'occasione sperimentale; che consente di capire quali forze generano i terremoti, come e quanto forti saranno quelli del futuro, quali località ne verranno colpite, dove ci potremo aspettare i danni più forti: in poche parole, il "dove" e il "come". E forse un giorno sarà possibile ipotizzare il "quando", che è poi la fonte delle nostre amarezze ma anche l'obiettivo più difficile da raggiungere. Questo "quando", tuttavia, se da un lato potrebbe salvare vite umane, che è un diritto prioritario, dall'altro non potrebbe evitare del tutto i crolli e le distruzioni.

Questo libro illustra uno degli strumenti principali attraverso cui si realizza questa indagine retrospettiva sulle caratteristiche della sismicità di una determinata regione. Per comprendere la struttura di dettaglio del libro, i criteri di selezione e catalogazione dell'informazione riportata e le diverse possibili chiavi di lettura, il lettore potrà fare riferimento al capitolo che segue. Qui ci limitiamo a raccomandare di rilevare gli elementi comuni e le sistematicità che possono emergere da uno studio storico così condotto, di tentare di cogliere come i terremoti di oggi e di ieri siano parte di un'unica storia naturale, e di osservare come la maggiore o minore gravità degli effetti dei terremoti dipendano strettamente dall'intrecciarsi di questa storia naturale con la storia della società che abita quel territorio. Ma affinché questo confronto sia pienamente attuabile è necessario dapprima richiamare alcuni concetti fondamentali del processo sismico e di come esso può essere quantificato.

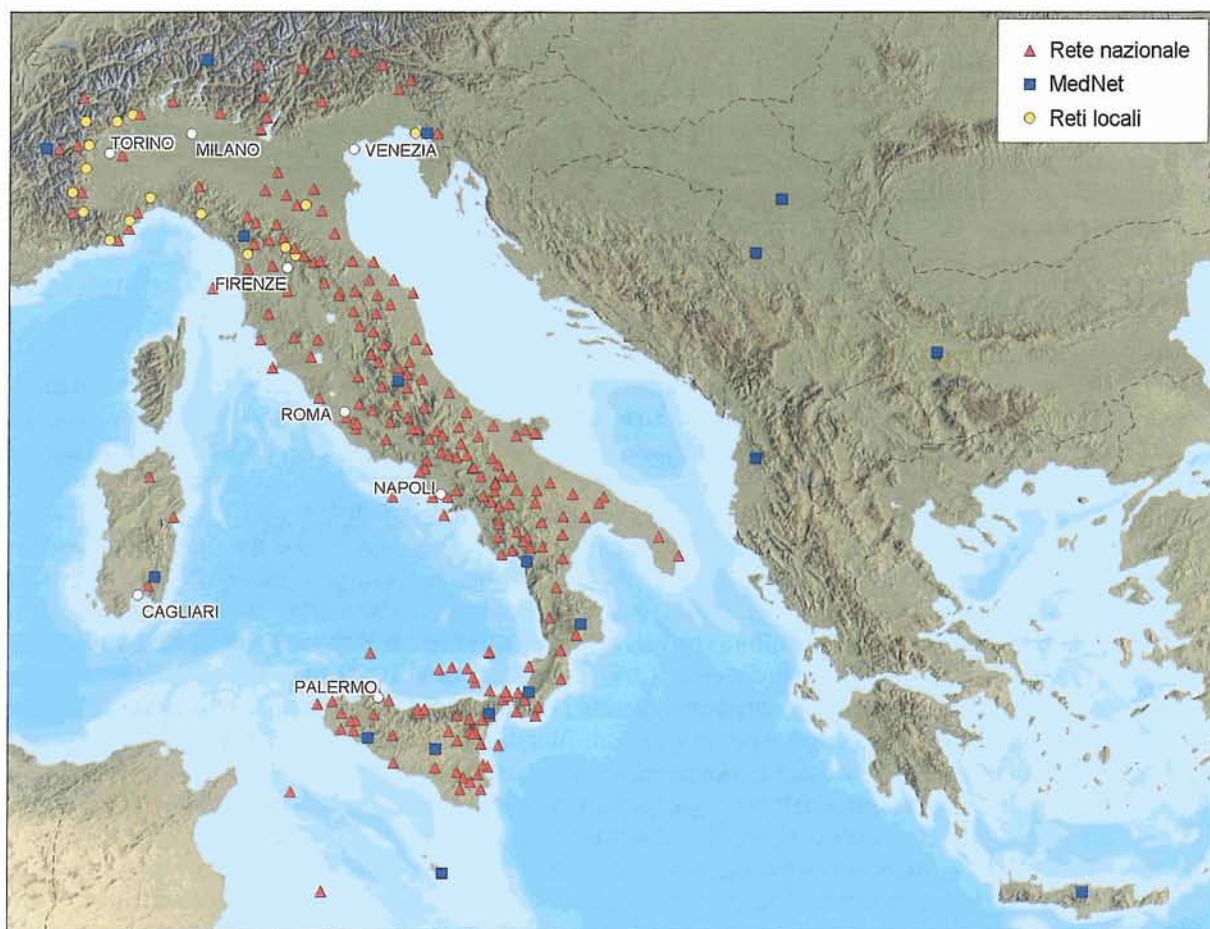
Che cos'è un terremoto?

Un terremoto può essere definito come l'atto conclusivo di un lungo e incessante processo di accumulo di deformazione delle rocce che formano la parte più esterna della Terra. L'energia che determina questa deformazione proviene dai grandi processi dinamici o, più propriamente, tettonici (dal greco *tektonikós*, che indica un legame con l'arte di edificare), che si sviluppano all'interno del nostro pianeta e lo coinvolgono nella sua globalità. Il guscio esterno della Terra, a sua volta, è come un mosaico di "tessere" irregolari per dimensioni e forma, che i geofisici chiamano "placche". Le placche si spostano spinte dalla dinamica interna del pianeta, dinamica che in ultima analisi è responsabile della produzione dell'energia necessaria per scatenare i terremoti, dare vita ai vulcani e generare catene montuose e fosse oceaniche. Gli effetti di questi spostamenti sono particolarmente evidenti nei punti di contatto tra placche, e l'Appennino, stretto tra la placca Africana e quella Eurasiatica, è uno di questi punti nevralgici del pianeta. In queste particolari regioni del globo, la deformazione della porzione più superficiale e "fragile" della crosta terrestre determina uno stato di instabilità che, raggiunta una certa soglia, non consente ulteriori accumuli di sforzo. La Natura tende sempre ad andare verso uno stato di stabilità e, dal momento che l'accumulo di deformazione tra placche adiacenti è un processo che agisce senza sosta, per liberare periodicamente l'energia in eccesso si serve di un meccanismo di cui noi vediamo solo gli effetti tangibili sotto forma di scuotimento: il terremoto, che in pratica è il risultato di una frattura, o faglia, che si propaga nelle zone crostali divenute instabili. Una volta creatasi, ogni faglia diviene la sede preferenziale in cui si libera l'energia della regione in cui la faglia stessa si trova, perché l'energia che serve per rimobilizzare una frattura esistente è sempre minore di quella necessaria per generarne una nuova. A ogni ciclo di carico e scarico dell'energia è associato un terremoto, le cui dimensioni sono grossolanamente funzione delle dimensioni della faglia stessa, definita in questo caso "faglia sismogenetica".

Il terremoto è quindi una manifestazione di un processo che coinvolge l'evoluzione della parte più esterna della superficie terrestre. Ne consegue che, di tutta l'energia che viene rilasciata in maniera pressoché istantanea durante un terremoto, solo una parte viene impiegata per generare le onde sismiche responsabili dello scuotimento del terreno e dei danni conseguenti, mentre il resto deforma in modo permanente l'ambiente circostante: un evento sismico è in grado di abbassare, innalzare o spostare orizzontalmente

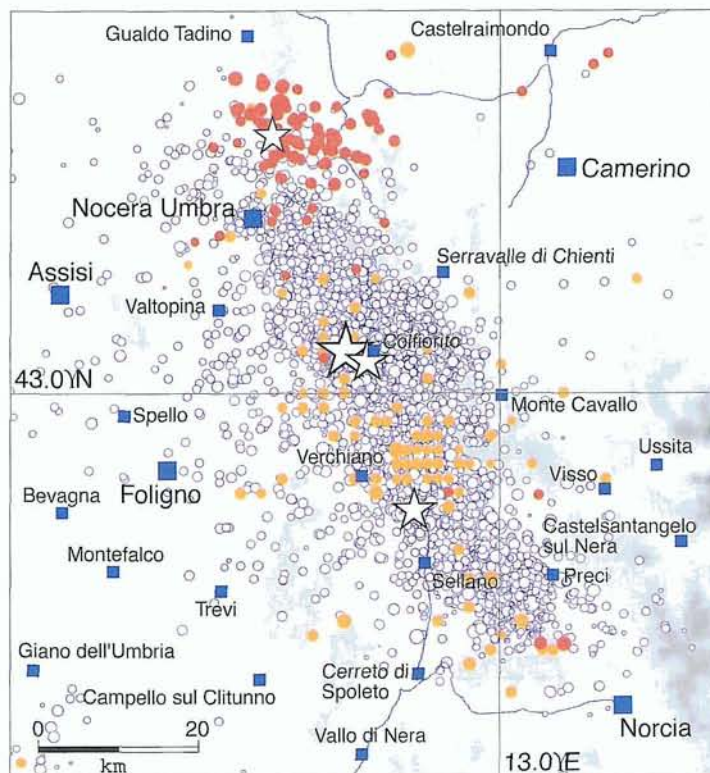
te di qualche decimetro o di qualche metro parti della crosta terrestre che, a seconda della magnitudo del terremoto, possono estendersi per decine o centinaia di chilometri quadrati. Questa deformazione altera lo stato di sforzo delle parti di crosta contigue alla faglia attivata, che così, in un certo senso, “trasmette informazioni” alle faglie attive circostanti, piccole o grandi che siano. Potremmo definire questo processo come il modo in cui le faglie “comunicano” tra di loro, cedendo o ricevendo una certa quantità di sforzo. Questa percentuale di sforzo, per così dire “aggiunto” su una faglia da un terremoto avvenuto su una faglia adiacente, si somma allo sforzo tettonico che con continuità carica tutte le faglie sismogenetiche che già esistono in una certa porzione di crosta, e può quindi portare ad ulteriori scosse. È intuitivo che questo “sforzo aggiunto” avrà tanto maggiore effetto quanto la faglia che ne viene caricata è piccola, e questo spiega perché ogni grande terremoto viene sempre seguito da una miriade di scosse tanto più numerose quanto più sono piccole, che sono appunto le repliche. La zona colpita dai terremoti del settembre-ottobre 1997 ne è un ottimo esempio: in sei mesi furono registrate oltre ottomila repliche, ma solo un migliaio furono sentite dalla popolazione e forse una ventina causarono ulteriori danni alle abitazioni.

Fig.3 Distribuzione attuale delle stazioni sismiche che contribuiscono alla localizzazione e parametrizzazione dei terremoti che avvengono nel territorio italiano. Le stazioni appartengono alla rete nazionale gestita dall'INGV e ad alcune reti locali gestite da: Università di Genova, Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste, Regione Emilia Romagna, Regione Toscana e Regione Friuli Venezia Giulia. Queste reti operano in stretta sinergia e rispondono ad esigenze di protezione civile e di ricerca. Completa il quadro la rete mediterranea MedNet, anch'essa gestita dall'INGV in collaborazione con diverse istituzioni di ricerca Euro-mediterranee. Questa rete, costituita da strumentazione ad alto contenuto tecnologico, è dedicata prevalentemente a ricerche avanzate sui terremoti maggiori. Negli anni della sequenza sismica umbro-marchigiana la rete sismica nazionale contava circa 90 stazioni, mentre oggi ne conta oltre 200. Occorre precisare che tale evoluzione non è solo quantitativa, ma anche qualitativa: infatti in questi anni è stato significativamente incrementato anche il valore tecnologico della strumentazione sismica.



È molto difficile prevedere se una faglia sismogenetica è prossima al raggiungimento delle condizioni di innesco della frattura, e nel caso in cui questo avvenisse, se e quali faglie adiacenti verranno attivate dal suo movimento. Se questi parametri fossero facilmente stimabili avremmo in mano la chiave per prevedere i terremoti. Purtroppo però tutte queste valutazioni dipendono strettamente dalla conoscenza dell'energia totale accumulata nel tempo, più quella eventualmente aggiunta da terremoti avvenuti precedentemente nelle aree circostanti (anche molti secoli prima!), nonché dalla conoscenza delle caratteristiche delle rocce della zona sismica. Oggi possiamo stimare questi parametri con ampia approssimazione, ma certo non misurare direttamente, visto che nessuno ancora ha inventato un modo per rendere accessibili rocce sepolte a 5, 10, 20 chilometri di profondità. Possiamo misurare con una certa accuratezza gli aspetti cinematici dei processi geodinamici che causano l'accumulo di energia nella crosta terrestre, in altre parole la direzione e l'intensità relativa degli sforzi, ma ci è preclusa la conoscenza del valore assoluto dell'energia immagazzinata nella zona sismica che ci interessa. Ne consegue che non ne conosciamo nemmeno il livello di deformazione, e quindi la maggiore o minore vicinanza temporale alla frattura. In conclusione, nessuno al mondo è oggi in grado di prevedere i terremoti osservando direttamente i processi di accumulo di deformazione, anche se siamo in grado di seguire con grande precisione l'evoluzione di una zona sismica in attività. Da quanto detto deriva che un'importante chiave di lettura di questo libro: se un settore di crosta si è rotto producendo un terremoto in epoca relativamente recente, che in termini geologici può voler dire negli ultimi due o tre secoli, si può ragionevolmente ritenere che oggi esso non abbia ancora raggiunto uno stato di deformazione tale da far temere un nuovo forte terremoto. Viceversa, una zona sismica che non ha liberato energia per molti secoli, potrebbe "presto" divenire sede di un terremoto. Una zona sismica che si trova in queste condizioni viene chiamata *lacuna sismica*, anche se naturalmente l'accuratezza con cui ci è possibile stimare il significato della parola "presto" è quella tipica dei processi geologici: anni, decenni, o forse secoli. Come accennato in precedenza, e come apparirà più chiaro dalle descrizioni e dalle immagini proposte nelle pagine successive, la definizione di lacuna sismica sembra descrivere perfettamente la condizione in cui si trovavano le zone colpite dalla sequenza sismica umbro-marchigiana prima del 4 settembre 1997.

Fig.4 Distribuzione delle scosse principali e minori della sequenza iniziata nel settembre 1997 (inclusendo tutte le scosse avvenute fino alla fine di aprile 1998). Procedendo da nord-ovest verso sud-est, le quattro stelle identificano la scossa del 3 aprile 1998 (M_L 5.0), quella delle ore 11:40 del 26 settembre 1997 (M_L 5.8), quella delle ore 02:33 dello stesso giorno (M_L 5.6), e quella del 14 ottobre 1997 (M_L 5.5). Con cerchietti bianchi sono riportati tutti i terremoti (scosse premonitriche e repliche) avvenuti tra il 4 settembre 1997 e la fine di febbraio 1998, in grigio le repliche del marzo 1998 e in nero quelle dell'aprile 1998.

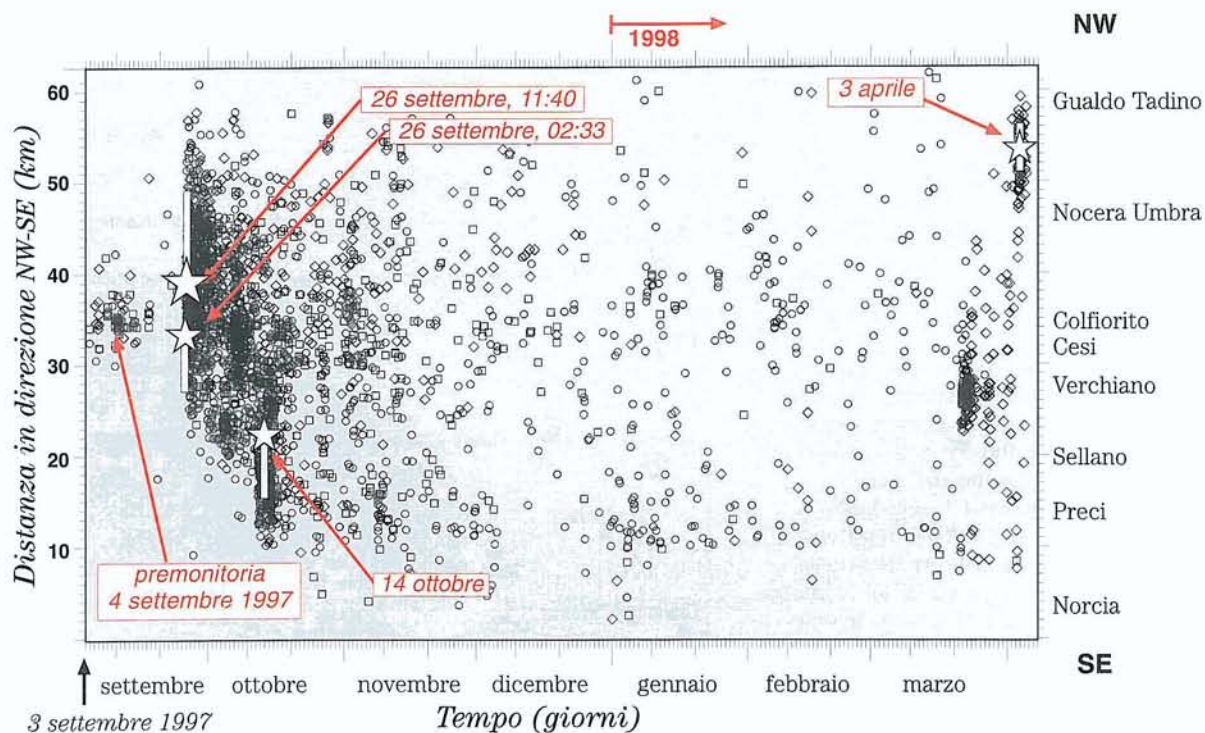


“Misurare” i terremoti

Come si è visto, le tecniche di cui disponiamo attualmente non ci consentono di misurare direttamente i processi di accumulo di deformazione tettonica e i parametri caratteristici della sorgente sismica. Ci si deve accontentare di misurare, ovviamente solo a posteriori, il risultato ultimo di questi processi di accumulo, ovvero i terremoti. Ma anche misurare e paragonare tra loro i terremoti, soprattutto quelli del passato, non è facile. I sismologi, che naturalmente hanno come obiettivo primario l'oggettività e la riproducibilità delle misure, cercano di valutare l'energia liberata e usano diversi parametri fisici più o meno sofisticati. Viceversa, coloro che “subiscono” un terremoto, o che sono chiamati a valutarne l'impatto, sono preoccupati, comprensibilmente, solo dai danni prodotti, ovvero dall'intensità del terremoto, e spesso introducono nelle valutazioni elementi di soggettività. Ulteriori ambiguità nascono dal fatto che il quadro di danno, classificato attraverso i gradi della scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg, comunemente usata in Italia: per una descrizione delle diverse scale degli effetti tuttora in uso si veda il capitolo che segue), non dipende solo dalle caratteristiche intrinseche della sorgente sismica, ma da almeno due altri importanti fattori. Il primo è, ovviamente, la qualità delle costruzioni colpite; l'altro è rappresentato dalle caratteristiche del suolo in cui gli edifici affondano le loro fondamenta. In alcuni casi, e più spesso di quanto si creda, queste caratteristiche possono rendere più severa la sollecitazione sismica, causando danni anche in edifici ben costruiti.

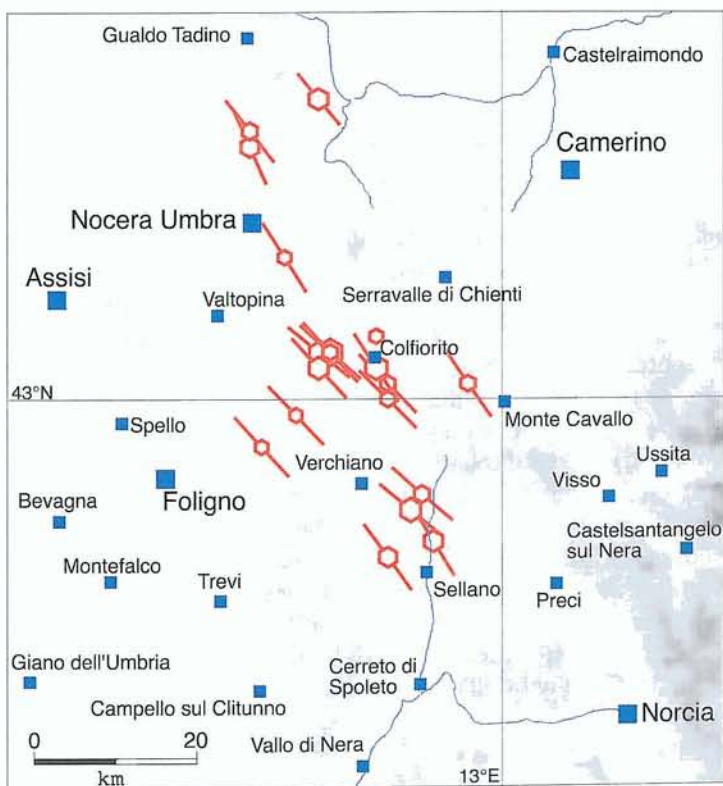
Anche la determinazione della grandezza di un terremoto attraverso la sua magnitudo può dar luogo a sorprese e malintesi. Esistono infatti molte definizioni della magnitudo, ognuna con i suoi meriti e le sue limitazioni, e nello scegliere l'una o l'altra sono talora gli stessi sismologi che, involontariamente, contribuiscono a generare confusione nella determinazione della forza di un terremoto appena avvenuto. I valori riportati in questo testo sono quelli della cosiddetta magnitudo locale (M_L), che più si avvicina alla definizione originale di Richter. Nei rapporti con la Protezione Civile durante le crisi sismiche, invece, si tende

Fig.5 Terremoti in Umbria dal 4 settembre 1997 al 3 aprile 1998: andamento spazio-temporale della sequenza del 1997-98 lungo una sezione parallela all'Appennino. Le stelline e le linee bianche verticali associate a queste identificano rispettivamente i quattro eventi più importanti della sequenza (si veda anche la Fig.4) e la lunghezza delle faglie sismogenetiche che ne sono state responsabili.



a usare un altro tipo di magnitudo, la magnitudo-durata (M_D), perché è di più facile determinazione e consente quindi una maggiore tempestività di informazione con una bassissima probabilità di errore. La magnitudo-durata è una quantità un po' rozza e fa giustamente storcere il naso ai sismologi più raffinati: ad esempio, in termini di magnitudo locale (M_L), la scossa che ha dato l'avvio alla sequenza sismica umbro-marchigiana, quella delle ore 02:33 di mattina del 26 settembre, è risultata più piccola di quella che è avvenuta poche ore dopo alle ore 11:40, mentre in termini di magnitudo-durata le due scosse appaiono pressoché equivalenti, come è testimoniato anche dalla somiglianza dei loro effetti sul territorio. Questo non crea alcun problema per gli interventi di Protezione Civile, ma può generare malintesi con gli organi di informazione; anche perché da alcuni anni i sismologi hanno iniziato a usare un terzo tipo di magnitudo, detta magnitudo-momento (M_W), che è calcolata direttamente e rigorosamente a partire dal valore dell'energia effettivamente rilasciata, cosa resa oggi possibile dagli sviluppi della moderna sismologia. Per lo stesso terremoto la M_W tende ad essere leggermente più grande della M_L : la M_W della scossa delle ore 11:40, ad esempio, risulta essere stata pari a 6.0, contro una stima della M_L pari a 5.8. Tutte queste considerazioni possono apparire puramente accademiche, ma possono invece diventare critiche per chi si occupa di terremoti in un Paese ad elevata sismicità e densamente popolato come l'Italia. Un'informazione imprecisa può generare problemi gravi. Un caso tipico è la confusione fra stima della magnitudo Richter e dell'intensità per uno stesso terremoto. Molti, ma purtroppo non tutti, sanno che la magnitudo misura l'energia rilasciata attraverso i dati strumentali, mentre l'intensità è prevalentemente una scala di effetti, dunque non sarebbe possibile stabilire fra di loro relazioni univoche su basi fisiche. Tuttavia, analizzando molti terremoti del recente passato di cui è stata stimata con strumenti l'energia liberata sotto forma di onde sismiche, cioè la magnitudo, e per i quali è nota la distribuzione del danno, è stato possibile trovare una relazione empirica che lega le due grandezze. Questa relazione ci consente di utilizzare i valori di intensità per valutare una magnitudo-momento piuttosto accurata anche per i terremoti avvenuti prima dell'epoca strumentale, che possono così essere analizzati in maniera più omogenea rispetto agli eventi recenti. La tabella di pagina 24 mostra i valori di magnitudo che sono stati calcolati per tutti gli eventi trattati in questo libro. La stessa relazione, una volta determinata la magnitudo con strumenti moderni, ci consente di stimare il massimo livello di danno atteso per un dato terremoto, anche

Fig.6 Orientamento delle faglie sismogenetiche responsabili dei 19 terremoti più forti della sequenza del 1997-98. I simboli esagonali indicano le dimensioni relative delle diverse scosse. Si noti l'omogeneità delle direzioni di rottura, che nel complesso descrivono una tendenza di questo settore dell'Appennino a estendersi in direzione NE-SO.



se solo una ricognizione diretta nelle zone colpite può consentire di stabilire i valori puntuali dell'intensità degli effetti effettivamente raggiunta. Alla fine del libro, il lettore curioso e interessato può trovare per ogni terremoto qui presentato gli elenchi delle località valutate con i gradi di intensità MCS e altri parametri.

Uno sguardo ai terremoti del futuro: "filosofia" della prevenzione e della ricerca

Da quanto si è detto, consegue che di terremoti ce ne saranno ancora nell'area colpita nel 1997. Fra dieci, trenta, cento anni, altre sequenze sismiche forse simili a quella iniziata il 26 settembre 1997, colpiranno le stesse zone o zone immediatamente adiacenti. La propensione di una regione a generare terremoti più o meno forti e la stima dell'impatto territoriale, che tali terremoti possono avere, costituiscono la pericolosità sismica di quella regione, e i relativi studi formano un settore applicativo della sismologia, che in un certo senso fa da ponte tra le ricerche sulla sismicità a carattere esclusivamente scientifico e le necessità della pianificazione territoriale.

Ma come si valuta la pericolosità sismica? Quali sono gli ingredienti principali di questa analisi? Come si diceva all'inizio di questa Prefazione, per "capire" la sismicità di una regione e valutarne la pericolosità sismica dobbiamo guardare al passato e ciò è vero particolarmente in Italia, dove è conservato un patrimonio storico-documentario eccezionalmente ricco, già molto esplorato da questo punto di vista, ma non ancora in modo esaustivo. Potremmo "ribaltare" idealmente la storia sismica passata su quella futura; questo probabilmente non ci consentirebbe di prevedere puntualmente i singoli grandi terremoti e i loro effetti, ma certamente ci darebbe un'idea complessiva del rischio a cui andiamo incontro. Quindi, una prima risposta a queste domande la si trova proprio in questo libro. I dati emersi dalla ricerca storica rappresentano un patrimonio prezioso che va utilizzato come elemento fondamentale per capire la sismicità che accadrà in futuro in questa area. Per chiarire meglio questi concetti apparentemente vaghi diamo un'occhiata a quello che il libro ci dice sulla sismicità della regione circostante la Piana di Colfiorito. Si è già accennato al fatto che l'insieme dei terremoti qui descritti suggerisce che questa zona per secoli abbia rappresentato una lacuna sismica circondata da zone molto attive, anche se tale attività in alcuni casi è dovuta a terremoti molto antichi e per questo assai meno documentati. Nel 1279 un forte terremoto colpì una zona che si può far coincidere con l'estremità nord-orientale del settore attivato nel 1997, mentre nel 1328 un altro forte terremoto colpì la zona posta poco oltre il suo limite meridionale. Quest'ultimo terremoto causò centinaia di vittime e distruzioni a Norcia, Preci e Sellano, centro quest'ultimo colpito nuovamente dalla scossa del 14 ottobre 1997 (M_L 5.5). A sua volta il terremoto che è avvenuto nei pressi di Gualdo Tadino il 3 aprile 1998 ha interessato proprio l'estremità settentrionale del settore attivato nel 1997, estendendolo per altri 5 chilometri verso nord-ovest e arrivando a lambire l'area colpita dai terremoti del 1747 e del 1751. Cambiando contemporaneamente sia la scala temporale di osservazione sia le energie in gioco, si può verificare che il confronto con i terremoti già accaduti si applica anche all'osservazione della sismicità recente. Tra il 1975 e il settembre 1997 la Rete Sismica dell'Istituto Nazionale di Geofisica registrò alcune decine di migliaia di terremoti sparsi su tutto il territorio nazionale. Nell'area interessata dalla sequenza umbro-marchigiana, tuttavia, durante questo periodo la sismicità è stata modesta, mentre ai suoi margini si sono osservate zone caratterizzate da concentrazioni di piccoli terremoti.

L'analisi congiunta di queste semplici osservazioni suggerisce che la faglia sismogenetica responsabile del terremoto del 1328 dovrebbe trovarsi immediatamente a sud-est di quella che ha generato la scossa del 14 ottobre 1997, la più meridionale di quelle attivate nell'ambito dell'intera sequenza. A sua volta, la parte centrale della struttura sismogenetica attivata con le forti scosse del 26 settembre 1997 non sembra aver generato terremoti almeno negli ultimi 700 anni, se si trascurano piccoli terremoti localizzati in specifici settori della struttura. Infine, la sua parte più settentrionale sembra chiudersi appena a sud-est dell'area colpita dai terremoti del 1747 e 1751, senza apparenti e significative soluzioni di continuità che invece si ritrovano verso nord-ovest, tra questa stessa area e quella interessata dal terremoto di Gubbio e Valfabbrica del 1984.

Quale conclusione possiamo trarre? Essendosi ormai sostanzialmente “riempito” lo spazio lasciato libero tra i grandi terremoti storici di questa parte dell’Appennino, è lecito ritenere che nei prossimi decenni o secoli le zone colpite nel 1997 potranno contare su un periodo di relativa tranquillità, e che poi successivamente le parti si invertiranno. Questo, ovviamente, non esclude che queste zone possano subire danni a causa di terremoti avvenuti in zone limitrofe, come spesso è successo in passato. Anche per questo è fondamentale che in futuro i sismologi si sforzino di mettere in evidenza altri settori della catena appenninica che possono risultare “in ritardo” con la sismicità attesa, e quindi ipotizzare almeno per grandi linee dove avverranno i prossimi terremoti.

La delimitazione delle “lacune sismiche” come criterio-guida per interventi di prevenzione fu una delle linee portanti dell’azione di Franco Barberi, responsabile della Protezione Civile all’epoca del “terremoto infinito”, come i mass-media definirono la sequenza sismica del 1997-98. A distanza di dieci anni ricordiamo le difficoltà che egli dovette superare nelle ore immediatamente successive alla scossa della notte del 26 settembre, nei mesi di quell’autunno-inverno e nella primavera del 1998, quando la forte scossa di Gualdo Tadino del 3 aprile precipitò nuovamente la popolazione nel panico, proprio mentre sembrava che il peggio fosse passato. Furono mesi di tensione, di lavoro e di difficoltà burocratiche, ma anche di innovazione e di nuove prospettive: una di queste fu il forte legame che si instaurò tra il mondo della ricerca e il sistema nazionale di Protezione Civile, oggi indispensabile punto fermo nelle strategie di prevenzione, di cui anche questo libro, ripresentato ora nella seconda edizione più curata e integrata da nuovi dati, riteniamo sia un risultato positivo.

Guido Bertolaso

Capo del Dipartimento della Protezione Civile

Enzo Boschi

Presidente dell’Istituto Nazionale
di Geofisica e Vulcanologia

27 settembre 2007

Si ringraziano Alessandro Amato, Massimo Cocco, Andrea Morelli e tutti i ricercatori dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia che nel 1997-98 hanno raccolto, elaborato e studiato i dati relativi alla sequenza sismica umbro-marchigiana, trasformandola nel terremoto più analizzato e meglio compreso della storia sismica italiana.