

Qui INGV

Daniela Pantosti¹, Raffaele Azzaro¹, Paolo Marco De Martini¹, Marco Moro¹, Rosa Nappi¹, Stefano Pucci¹ ■

EMERGEO: un gruppo di lavoro INGV per lo studio degli effetti geologici cosismici

Il gruppo di lavoro EMERGEO dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia è nato in modo spontaneo in occasione del terremoto in Molise del 2002 per l'esigenza di molti ricercatori dell'Ente di raccogliere in modo sistematico, e rendere fruibili alla comunità scientifica, le osservazioni riguardanti gli effetti geologici di superficie prodotti da terremoti di $M > 5.5$ (cosiddetti "cosismici"), che avvengono sia sul territorio nazionale che nell'area mediterranea. Questa esigenza nasceva dal fatto che, al pari dei dati strumentali e macrosismici, l'analisi degli effetti geologici cosismici (Figure 1 e 2) permette di avere informazioni sulla sorgente sismogenetica che ha generato il terremoto stesso. La possibilità, in tempi moderni, di integrare la descrizione geologica del terremoto con le informazioni strumentali (sia sismologiche che geodetiche) è una opportunità unica per ricostruire il campo di deformazione permanente sulla geologia e sulle forme del paesaggio

(registrazioni geologiche) indotto dai terremoti medio-forti. Inoltre lo studio degli effetti cosismici è utile a validare e rafforzare il metodo di investigazione paleosismologica che si basa sul riconoscimento e analisi delle registrazioni geologiche dei terremoti del passato (Figura 3) per valutarne età, dimensioni, caratteristiche geometriche e cinematica. Proprio per la sua capacità di studiare i terremoti nella geologia, e quindi anche del periodo preistorico, negli ultimi decenni la paleosismologia è divenuta una disciplina fondamentale che si integra con la sismologia strumentale e storica nella ricostruzione della storia sismica.

L'osservazione e il rilievo sistematico degli effetti geologici dei terremoti ha comunque una valenza molto più ampia sia per fini di protezione civile che per le amministrazioni locali, ed è di utile applicazione sia nell'immediato post-terremoto che in chiave di pianificazione territoriale di medio e lungo periodo. Infatti la conoscenza delle aree potenzialmente soggette a effetti quali fagliazione superficiale, frane,



Figura 1
Fagliazione superficiale prodotta dal terremoto di Duzce (Turchia) nel 1999.

Figura 2
Liquefazione prodotta dal terremoto dell'Emilia del 2012 in prossimità dell'abitato di San Carlo (FE).

Figura 3
Trincea paleosismologica attraverso la faglia Ovindoli-Pezza in Abruzzo. La trincea espone depositi lacustri (limi chiari) e suoli scuri dislocati da faglie normali. I depositi più antichi, al di sotto del suolo più basso, sono fagliati di una entità maggiore del pacco di depositi al di sopra, pertanto si riconoscono due episodi di fagliazione superficiale preservati nella sezione esposta.

¹ Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - <http://emergeo.ingv.it/>

crolli, inondazioni, liquefazioni è uno strumento di prevenzione essenziale nelle scelte di gestione dell'emergenza post-terremoto (soprattutto per la pianificazione degli interventi di ricostruzione) e dovrebbe divenire uno strumento da utilizzare a priori nelle politiche di prevenzione.

EMERGEIO è stato costituito con decreto del Presidente INGV (n. 135 del 18.06.2003) e dal 2010 è inserito tra le attività che l'INGV svolge in Emergenza nell'ambito della convenzione DPC-INGV. EMERGEIO è un gruppo di lavoro trasversale alle Sezioni INGV e attualmente include ricercatori/tecnologi e tecnici INGV esperti di geologia del terremoto o comunque in grado di contribuire all'intervento in emergenza con le proprie competenze professionali. La partecipazione è volontaria ed è coordinata da un Comitato di Coordinamento composto da personale delle sedi di Roma, Napoli e Catania che si interfaccia con i contatti di sede presenti su tutto il territorio nazionale. Il gruppo EMERGEIO si è organizzato secondo un protocollo operativo che è stato recentemente aggiornato e integra i risultati emersi dalla verifica a posteriori dei recenti interventi in emergenza del gruppo, con le necessità di informazione del Dipartimento di Protezione Civile e con il veloce avanzamento tecnologico sia nel campo delle comunicazioni che in quello dell'acquisizione dei dati. Il nuovo protocollo e tutta la documentazione relativa alle attività Emergeo sono disponibili al sito <http://emergeio.ingv.it/>.

In caso di emergenza sismica (ma anche per maremoti e fratturazione in ambiente vulcanico), EMERGEIO si attiva in seguito all'allerta immediata via SMS che parte dalla sala operativa INGV. Dopo una fase istruttoria in sede in cui vengono raccolti dati, cartografia e informazioni pre-esistenti viene organizzata la logistica, vengono definite le squadre di rilevatori in partenza, viene aperta una pagina WEB dedicata all'intervento e aperta la Banca dati GIS che ospiterà tutte le osservazioni. Entro 48 ore le squadre dei rilevatori, sempre coadiuvati da personale in sede, avviano la raccolta dati sul terreno attraverso rilievo sistematico e sopralluoghi accurati per l'acquisizione di informazioni sulle deformazioni cosismiche in superficie (fagliazione e macrodeformazione superficiale, effetti permanenti sulla morfologia del terreno, fenomeni di liquefazione, frane, potenziali fenomeni di instabilità), vengono anche verificate segnalazioni dirette della popolazione o ricevute tramite il questionario <http://www.haisentitoilterremoto.it/emergeio.html>, e quando possibile, viene effettuato anche un rilievo da aereo, rilievo LiDAR o aerofotogrammetrico. Il rilievo delle deformazioni cosismiche si avvale anche dell'ausilio delle osservazioni satellitari e in particolar modo del dato DInSAR, che

fornisce, in tempi relativamente brevi, fondamentali informazioni sull'andamento della deformazione cosismica in superficie.

I dati vengono raccolti attraverso tablet, smart-phones e strumentazione di campagna, inviati in sede, e inseriti nella Banca Dati GIS EMERGEIO (*Emergeo Working Group*, 2012). La fase di raccolta dati e relativa diffusione è chiaramente la più delicata e lunga, e richiede un sistema di raccolta, organizzazione e distribuzione del dato complesso ma in grado di garantire la qualità del dato e la proprietà.

Durante l'emergenza i dati vengono diffusi attraverso rapporti speditivi pubblicati sulla pagina WEB EMERGEIO e un sistema WEB-GIS che contiene livelli di informazioni a diverso dettaglio che sono resi disponibili a seconda dell'utenza.

La diffusione del dato con tutti gli attributi a fine emergenza avviene dopo la pubblicazione da parte di EMERGEIO di un rapporto finale redatto da tutti i partecipanti all'intervento entro 12 mesi dalla fine dell'emergenza. Successivamente i dati sono pubblici, chiaramente con il riconoscimento della paternità EMERGEIO.

Visto il coinvolgimento di EMERGEIO alle attività che INGV svolge in emergenza nell'ambito della convenzione INGV-DPC, il gruppo partecipa alle esercitazioni organizzate sul territorio nazionale (Eurosot, Nord-Est 2013, Twist, ecc.) per mettere a punto procedure operative e di comunicazione tra i vari gruppi di intervento.

Le emergenze in cui EMERGEIO è stato fortemente coinvolto sono:

- Sequenza sismica dell'Emilia maggio 2012
- Terremoto dell'Aquila del 6 aprile 2009;
- Maremoto di Stromboli 30.12.2002;
- Terremoto del Molise 31.10.2002.

I risultati delle diverse esperienze sono pubblicati in lavori scientifici (es. *Emergeo Working Group*, 2013, *Emergeo Working Group*, 2012; *Emergeo Working Group*, 2010) da cui hanno tratto spunto approfondimenti e nuovi sviluppi. Tra i più recenti, e di immediato uso per la pianificazione territoriale è certamente il rilievo di dettaglio delle faglie attive nella zona epicentrale della valle dell'Aterno (Pucci et al., 2014) e della loro potenziale interazione con infrastrutture, centri industriali, zone ad espansione residenziale ecc. (Figura 4 - Civico et al., 2014). La conoscenza della potenziale capacità di questi elementi tettonici di produrre fagliazione superficiale è stata appresa con il terremoto dell'Aquila del 2009, durante il quale pochi centimetri di dislocazione lungo la faglia di Paganica hanno prodotto la rottura dell'acquedotto principale del Gran Sasso (con pressioni di esercizio di 16 atm.) e ci permette una lettura diversa del territorio e della sua storia sismica (Cinti et al., 2011). Similmente, con

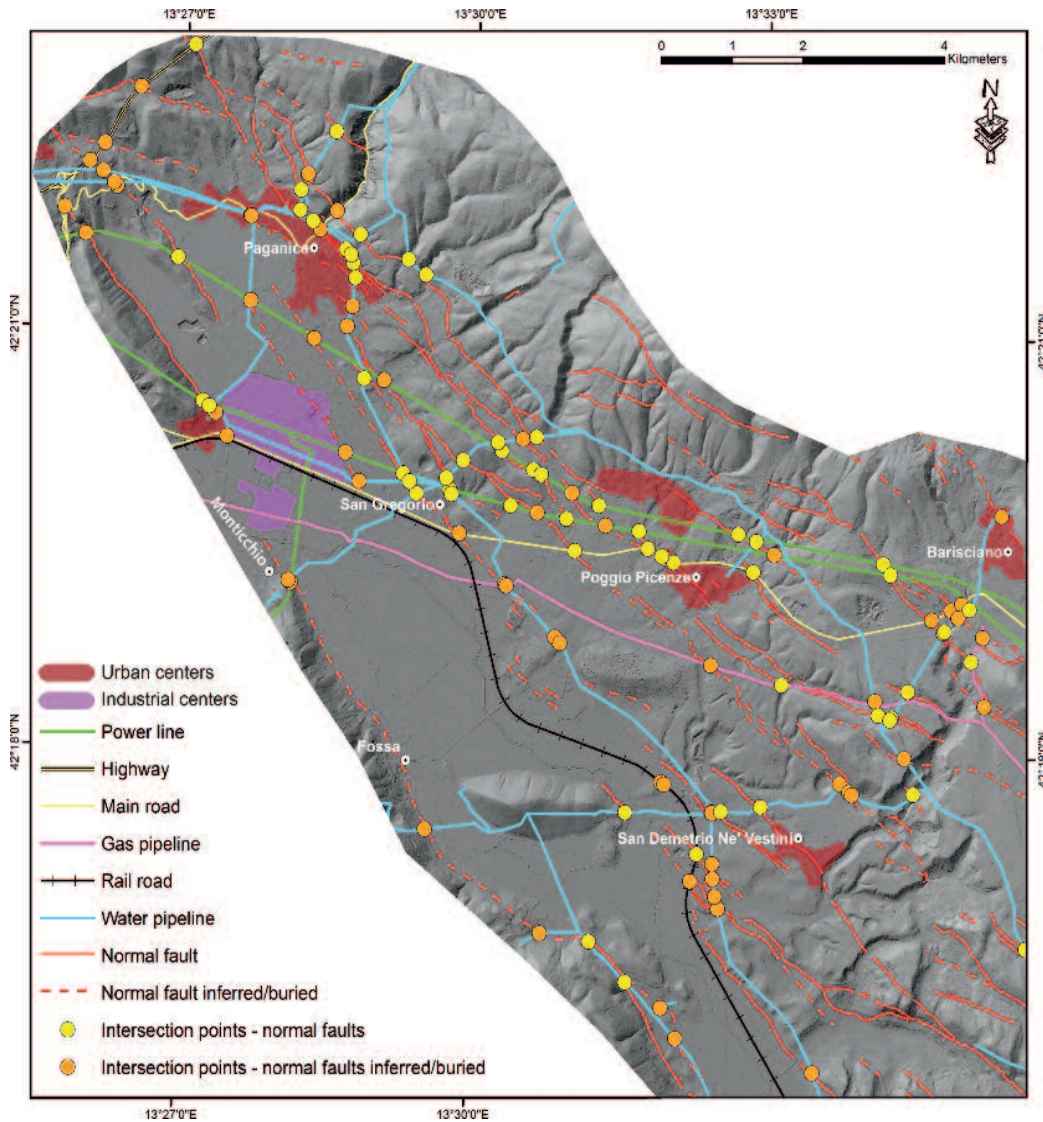


Figura 4
 Mappa delle faglie attive nella Media Valle dell'Aterno e potenziali incroci con le principali infrastrutture (cerchietti gialli/arancioni) (da Civico et al., 2014).

la sequenza Emiliana del 2012, che è stato l'unico caso negli ultimi secoli a produrre effetti di liquefazione così diffusi e ben documentati, abbiamo appreso come caratterizzare i siti ad alta potenzialità di liquefazione all'interno di pia-

nure alluvionali, potenzialità che varia notevolmente anche nel giro di poche decine di metri e dipende fortemente dalla geomorfologia e stratigrafia locale (Figura 5 - *Emergeo Working Group*, 2013; De Martini et al., 2014).

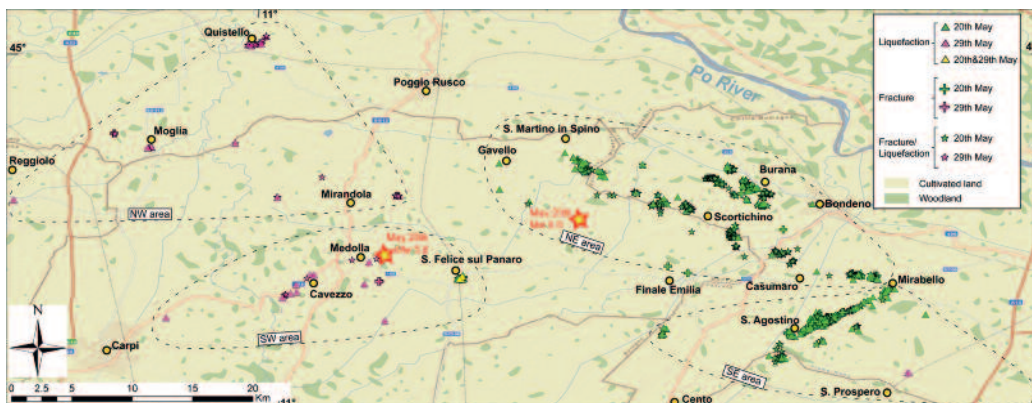


Figura 5
 Mappa degli effetti geologici cosmici prodotti dagli eventi del 20 e 29 maggio 2012 in Emilia. I diversi colori e simboli indicano il tipo di effetto e l'evento che lo ha prodotto (da Emergeo Working Group, 2013).

Bibliografia

- Cinti F.R., Pantosti D., De Martini P.M., Pucci S., Civico R., Pierdominici S., Cucci L., Brunori C.A., Pinzi S., Patera A. (2011) - Evidence for surface faulting events along the Paganica fault prior to the 6 April 2009 L'Aquila earthquake (central Italy), *J. Geophys. Res.*, 116, B07308, doi:10.1029/2010JB007988.
- Civico R., Pantosti D., Pucci S., De Martini P.M. (2014) - The contribution of airborne LiDAR data to the assessment of surface faulting hazard for lifelines crossing active faults: an example from the Central Apennines, Italy. *Engineering Geology for Society and Territory - Volume 5, Urban Geology, Sustainable Planning and Landscape Exploitation* (IAEG XII Congress, September 15-19, 2014, Torino, Italy).
- De Martini P.M., Alfonsi L., Brunori C.A., Campagnoli P., Cinti F.R., Civico R., Cucci L., Gambillara R., Livio F., Michetti A.M., Molisso F., Pantosti D., Pinzi S., Pucci S., Ticozzi E., Venuti A. (2014) - Geological and geophysical approaches for the definition of the areas prone to liquefaction and for the identification and characterization of paleoliquefaction phenomena, the case of the 2012 Emilia epicentral area, Italy. *Engineering Geology for Society and Territory - Volume 5, Urban Geology, Sustainable Planning and Landscape Exploitation* (IAEG XII Congress, September 15-19, 2014, Torino, Italy).
- Emergeo Working Group (2013) - Coseismic geological effects associated with the Emilia earthquake sequence of May-June 2012 (Northern Italy), *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13, 1-13, doi:10.5194/nhess-13-1-2013
- Emergeo Working Group (2012). Technologies and new approaches used by the INGV EMERGEO Working Group for real-time data sourcing and processing during the Emilia Romagna (northern Italy) 2012 earthquake sequence, *ANNALS OF GEOPHYSICS*, 55, 4, 2012; doi: 10.4401/ag-6117, www.earth-prints.org/bitstream/2122/8279/1/EMERGEO_2012AG.pdf
- EMERGEO Working Group (2010) - Evidence for surface rupture associated with the Mw 6.3 L'Aquila earthquake sequence of April 2009 (central Italy), *Terra Nova*, doi: 10.1111/j.1365-3121.2009.00915.x, www.earth-prints.org/bitstream/2122/5966/1/2010terranova.pdf
- Pucci S., Villani F., Civico R., Pantosti D., Del Carlo P., Smedile A., De Martini P.M., Pons-Branchu E., Gueli A. (2014) - Quaternary geology of the Middle Aterno Valley, 2009 L'Aquila earthquake area (Abruzzi Apennines, Italy), *Journal of Maps*, DOI:10.1080/17445647.2014.927128