

## Qui INGV

a cura di M. Cocco<sup>1</sup>, C. Meletti<sup>2</sup>, A. Rovelli<sup>1</sup>, M. Stucchi<sup>3</sup> ■

### Il mega-terremoto giapponese dell'11 marzo 2011; la questione degli eventi estremi

Il terremoto avvenuto il giorno 11 marzo al largo di Sendai, nella parte nord-orientale del Giappone, ha raggiunto uno dei massimi valori di magnitudo ( $M_W$  9.0) fra i terremoti registrati con strumenti negli ultimi cento anni ed è sicuramente l'evento di magnitudo maggiore mai registrato in quella zona sismogenetica. L'enorme quantità di dati geofisici e sismologici registrati, sia in termini di deformazioni della crosta terrestre che di scuotimento del terreno al passaggio delle onde sismiche, ha consentito di ricostruire la genesi del terremoto poche ore dopo l'evento, evidenziando la rottura di un "megathrust" sub-orizzontale le cui dimensioni sono all'incirca 400 x 250 km<sup>2</sup> nella zona di convergenza tra le placche.

Nonostante la distanza elevata della zona sorgente dalla costa (circa 100 km), i valori di accelerazione registrati hanno superato 2 g in numerose postazioni. A dispetto di questo, tuttavia, i maggiori disastri sono stati provocati dalle onde di tsunami, di altezza ben superiore a quelle previste dai sismologi giapponesi. Queste onde hanno devastato le città e i villaggi costieri e sono penetrate nella centrale nucleare di Fukushima, mettendo fuori uso i sistemi di raffreddamento dei reattori che pure erano stati spenti dai sistemi di "early warning". Sistemi analoghi hanno consentito sia di arrestare i treni ad alta velocità sia di allertare le autorità e la popolazione.

La tempestività ed il buon funzionamento dei sistemi di allerta, così come la sempre maggior diffusione delle tecnologie audiovisive, hanno consentito anche di disporre di un numero elevatissimo di immagini, filmati, ecc. che hanno raccolto in tempo reale aspetti finora mai visti di una catastrofe. In parallelo, i giapponesi stanno raccogliendo un numero impressionante di dati che contribuiranno a una conoscenza di grande dettaglio sia della genesi sia dell'impatto di questo evento sul territorio e sulla società.

L'eccezionalità del terremoto ha rilanciato con forza il problema delle dimensioni dell'evento di riferimento per le costruzioni antisismiche, per gli impianti speciali e per la preparazione della società nel suo complesso. Nella zona era atteso, con una probabilità del 99% in trent'anni, un terremoto forte, di magnitudo 8.2 – 8.3 al massimo; tale previsione era riportata nelle mappe ufficiali, negli istituti di ricerca, sui giornali e persino nei musei, quale quello che conserva per il pubblico la traccia nel terreno della faglia che ha generato il terremoto di Kobe del 1995 (vedi Fig. 1).

Ma il terremoto atteso considerato più pericoloso sarebbe dovuto originarsi in una diversa porzione della crosta, pur adiacente a quella dove si è verificato il terremoto dell'11 marzo. Diversi ricercatori di diversa estrazione (geologi, ingegneri, storici; Minoura et al., 2001) erano da tempo sulle tracce di un evento avvenuto nell'869, chiamato terremoto di Jogan. Partendo dalle tracce di uno tsunami che avrebbe lasciato depositi fino a 4 km nell'entroterra di Sendai, i ricercatori stimavano che tale tsunami sarebbe potuto essere stato prodotto da un terremoto di magnitudo superiore a 8.3, con possibile periodo di ricorrenza compreso fra 900 e 1100 anni. Tuttavia le evidenze di tale evento erano ancora oggetto di studio e non tali da essere adottate come riferimento da parte del governo giapponese e della compagnia che gestisce la centrale di Fukushima. In altre parole, se il recente terremoto fosse avvenuto tra un paio di anni, gli studiosi avrebbero forse avuto il tempo di rivedere la magnitudo massima attesa e quindi il rischio di un mega-tsunami in quell'area.

Da un punto di vista scientifico, a poche settimane da questo catastrofico terremoto, possiamo trarre alcune considerazioni generali, che ovviamente richiedono di essere validate quando tutti i dati disponibili saranno analizzati e interpretati. I sistemi di prevenzione sismica e di "early warning" hanno funzionato piuttosto bene, nonostante il terremoto

<sup>1</sup> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma

<sup>2</sup> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Pisa

<sup>3</sup> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Milano

Fig. 1  
Nojima Fault Preservation  
Pavillion, Kobe, Giappone  
(cortesia di C. Meletti).



fosse più forte di quello “di progetto”. Al contrario, lo tsunami è stato notevolmente più forte di quello atteso. Nella zona colpita l’evacuazione della popolazione era prevista per un’onda di maremoto superiore ai 3 metri. In molte zone, lo tsunami ha superato i 10 metri di altezza e l’inondazione ha devastato l’entroterra in alcuni casi per circa 10 km. I risultati preliminari sui processi alla sorgente che hanno generato il terremoto sembrano suggerire che il potenziale “tsunamigenico” di questo evento sismico è straordinario e che forse ci troviamo di fronte ad uno dei maggiori maremoti della storia.

La sensazione che in Giappone potessero verificarsi eventi estremi, superiori a quelli di “esercizio”, era comunque forte presso alcuni ricercatori. K. Ishibashi, sismologo di Kobe e studioso di terremoti del passato, nel 2003 aveva messo in guardia circa la possibilità di un “Catastrophic Multiple Disaster of Earthquake and Quake-induced Nuclear Accident Anticipated in the Japanese Islands” (Ishibashi, 2003), per il quale aveva coniato il termine di “Genpatsu-Shinsai”, ovvero “Nuclear power

plant Earthquake disaster”, sottolineando che tale evento avrebbe potuto causare danni non solo al Giappone ma a tutto il mondo.

Mentre i giapponesi cercano di ridurre la portata del disastro attuale, la ricerca e, soprattutto, le sedi decisionali si interrogano sulla necessità di ripensare le scelte in materia di riduzione del rischio; in particolare, se e come riferirsi agli eventi estremi, caratterizzati da una bassa probabilità di accadimento ma che, quando avvengono, determinano effetti largamente superiori a quelli attesi secondo le consuete scelte probabilistiche.

In conclusione va ricordato che i sismologi giapponesi si erano molto interessati alla vicenda del rinvio a giudizio dei partecipanti a una riunione della Commissione Grandi Rischi pochi giorni prima del terremoto del 6 aprile 2009 all’Aquila, al punto che nel gennaio scorso, inviarono in Italia, presso INGV, una ricercatrice dell’Earthquake Research Institute di Tokio per capire e studiare questa vicenda. Siamo a nostra volta curiosi di sapere se in Giappone verrà percorsa la stessa strada e chi, eventualmente, verrà rinviato a giudizio e con quali accuse.

### Bibliografia

K. Minoura et al. (2001) - The 869 Jogan tsunami deposit and recurrence interval of large-scale tsunami on the Pacific coast of northeast Japan. Journal of Natural Disaster Science, Volume 23, Number 2, 2001, pp. 83-88

K. Ishibashi (2003) - Genpatsu-Shinsai: Catastrophic Multiple Disaster of Earthquake and Quake-induced Nuclear Accident Anticipated in the Japanese Islands. 23<sup>rd</sup>. General Assembly of IUGG, 2003, Sapporo, Japan, <http://historical.seismology.jp/ishibashi/opinion/2011touhoku.html>