

Francesco Visini

# I terremoti non arrivano, tornano

## Viaggio nelle crepe dell'Appennino

**L**a prima ancestrale domanda di chi vive in Appennino è: “Perché accadono? Già. Perché i terremoti qui, più che altrove, devono essere parte integrante delle nostre vite?” La risposta è nella storia geologica, nel cammino che ha formato la nostra Terra e che senza sosta continua a plasmarla, rendendola impercettibilmente diversa domani e irriconoscibile tra qualche milione di anni. Milioni di anni è l'unità di tempo con la quale deve confrontarsi chi vuole conoscere la storia geologica del nostro Paese; un tempo che difficilmente si riesce a relazionare ai pochi secondi che tragicamente cambiano le nostre vite, ma che, in verità, rappresentano tutti un'unica grande storia sospesa tra guscio e mantello.

Quel che noi vediamo della Terra non è altro che la parte più superficiale di un sottile guscio esterno, la *crosta*, che ha uno spessore variabile tra i 5 e i 70 km ed avvolge completamente la parte sottostante, il *mantello*, il quale si estende fino a circa 3.000 km di profondità, dove inizia il nucleo esterno e poi, ancora più in profondità, il nucleo interno. Nel mantello, dove pressione e temperatura raggiungono valori tali da rendere in qualche modo duttili le rocce che lo compongono, si generano movimenti convettivi, ovvero enormi colonne di materiale caldo che risalgono verso l'alto e che, raffreddandosi, tornano in profondità, trascinando con loro la crosta sovrastante, lacerandola e creando delle gigantesche placche crostali. Circa 300 milioni di anni

Perché accadono?

La risposta è nella storia geologica, nel cammino che ha formato la nostra Terra e che continua a plasmarla

fa, questi movimenti generarono la formazione di un unico continente, la Pangea, circondato da un immenso oceano, la Pantalassa. In 70 milioni di anni, i continui moti convettivi del mantello hanno portato alla lacerazione della Pangea, invasa dalle acque oceaniche, e alla formazione di due super-continenti dai nomi mitici e leggendari: la Gondwana, alla quale apparteneva l'odierna Africa, e l'Eurasia, della quale facevano parte Europa e Asia. Non era ancora possibile distinguere l'Italia, ma in quell'epoca iniziavano già a delinearsi i profili della Sicilia e del blocco Sardo-Corso, mentre le uniche zone emerse, con aride pianure e brulli rilievi, erano una piccola parte della Toscana e la Sardegna, che si trovava sulla costa del continente europeo. Per il resto: scogliere, atolli corallini, piane di marea e paludi salmastre. I movimenti crostali portarono, 180-160 milioni di anni fa, alla separazione dell'America dall'Africa e alla nascita dell'Oceano Atlantico centrale. Africa ed Europa cominciarono così a staccarsi e il neonato Oceano ligure-piemontese segnò, separandoli, due nuovi margini continentali: l'Adria ad Oriente e la costa Europea ad Occidente. L'Adria comprendeva la maggior parte dei futuri territori italiani (in verità ancora nascosti sotto il livello del mare), mentre la Sicilia e la Sardegna erano dislocate sul margine africano. Per 50 milioni di anni l'Oceano ligure-piemontese continuò ad espandersi (raggiungendo la larghezza di 1.000 km) ma, a partire dal Cretaceo medio, qualcosa mescolò di nuovo le terre in gioco: Africa ed America iniziarono ad allontanarsi lasciando campo libero all'Atlantico meridionale. Inoltre, la rotazione antioraria dell'Africa spingeva l'Adria contro l'Europa così da schiacciare l'Oceano ligure-piemontese tra Africa ed Europa (che pian piano si avvicinavano) fino alla sua sparizione sotto il margine africano. Al suo posto, nasceva un nuovo paesaggio: la catena alpina. Ancora un centinaio di milioni di anni e, finalmente, la Corsica e la Provenza, facendo perno sul golfo di Genova e ruotando in senso antiorario, si distaccarono dall'Europa per portarsi verso la posizione attuale. Questo fenomeno provocò uno sprofondamento dei territori ad ovest del blocco Sardo-Corso e la conseguente formazione del Bacino Balearico e del Mar Ligure. Nel frattempo, la rotazione, comprimendo ed accumulando i materiali verso est, diede origine ad un'altra orogenesi, quella appenninica, e così nacquero gli Appennini. Ci vorrà ancora del tempo, non molto in realtà, prima dell'apertura del Mar Tirreno (per i geologi un vero e proprio oceano!), che porterà al compimento dell'attuale assetto geologico del nostro Paese. Ma arrivare ai giorni nostri non significa dire che le forze in gioco si siano fermate!

I movimenti delle placche tettoniche, che oggi siamo in grado di misurare con sofisticati sistemi geodetici nell'ordine di millimetri l'anno, continuano lungo tutto il nostro territorio, portando la catena appenninica a comprimersi, a sollevarsi e ad accavallarsi verso nord (con l'Appennino settentrionale in sovrapposizione sulla pianura padana) e verso est (portando l'Appennino centrale a sovrapporsi sulla placca adriatica). Nell'Appennino meridionale, questi movimenti compressivi sembrano essere decisamente minori. La zona ad est del-

la catena, ad esempio il Gargano, è invece interessata da movimenti laterali, generatisi in risposta al piegamento della crosta sulla quale si stanno accavallando gli Appennini. Il *fil rouge* che però accomuna tutto l'Appennino è la distensione che avviene principalmente lungo l'asse della catena. In queste aree la crosta, in risposta ai movimenti di accavallamento verso est e della sottostante flessurazione della placca adriatica, tende ad allargarsi. Il risultato di questi movimenti è sotto i nostri piedi, con la spina dorsale dell'Italia, gli Appennini appunto, sollevatisi in risposta a forze compressive e impresiositati di bacini intramontani, spesso bordati da queste faglie, tuttora attive e responsabili dei più forti terremoti del nostro Paese.

Ora, per collegare la storia geologica al terremoto, dobbiamo pensare che, a causa del costante movimento delle placche tettoniche, degli enormi sforzi si accumulano continuamente nelle masse rocciose. Quando gli sforzi raggiungono un livello critico, parte dell'energia accumulata si sprigiona sotto forma di onde sismiche, a partire da un punto ideale, chiamato *ipocentro*, tipicamente localizzato al di sopra di fratture preesistenti della crosta dette faglie. L'onda sismica parte dall'ipocentro e si propaga velocemente in tutte le direzioni; le onde prime viaggiano a circa 5km/s; le seconde, spesso responsabili dei danni maggiori, a circa 3km/s. Quando le onde prime, le quali viaggiando comprimono e dilatano il terreno, raggiungono la superficie terrestre, la fanno vibrare come il cono di un altoparlante, producendo quel boato caratteristico della zona epicentrale, proprio sulla verticale dell'ipocentro. I pochi secondi del terremoto sono, quindi, generati dal brusco rilascio dell'energia accumulata nel corso di secoli, lungo le faglie presenti nella crosta terrestre. Sebbene gli scorrimenti tendano a nucleare a svariati chilometri di profondità, gli effetti di questi movimenti possono arrivare in superficie: si tratta delle cosiddette *rottture cosismiche*, le cui conseguenze modificano la superficie dislocandola di centimetri o metri, nel caso dei terremoti più forti. Ma sono proprio questi movimenti, ripetuti nel corso di migliaia, milioni di anni, a plasmare il territorio, innalzando catene montuose, creando bacini e tenendo, di fatto, la terra in continua evoluzione.

Ed è questo il messaggio più importante, quello al quale non ci abitueremo mai: i terremoti non arrivano, tornano. I movimenti si ripetono. Quanto frequentemente un terremoto possa colpire una certa area è difficile da valutare. Tuttavia, l'assetto tettonico del nostro Paese fa sì che alcune zone siano più frequentemente a rischio (come la catena appenninica) rispetto ad altre aree (si veda la costa tirrenica, dove i terremoti sono più rari). Se pensiamo ad un'unica faglia, ad esempio la faglia responsabile del terremoto dell'Irpinia, lo studio dei terremoti del passato mostra come almeno altri 5 eventi di magnitudo pari a quella del 1980 fossero occorsi lungo la stessa struttura negli ultimi 15.000 anni. In effetti, il terremoto del 1980 può anche essere considerato l'inizio della paleo-sismologia in Italia, appunto lo studio dei terremoti pre-storici. Produsse un'evidente fagliazione superficiale

I terremoti non arrivano, tornano. I movimenti si ripetono. Quanto frequentemente un terremoto possa colpire una certa area è difficile da valutare

con spostamento fino a un metro dei due blocchi crostali, dando la possibilità agli scienziati di individuare la faglia e scavare delle trincee esplorative per individuare i movimenti cosismici del passato. Se per una singola faglia un terremoto di magnitudo superiore o uguale a 6 ha una ricorrenza di poche centinaia-migliaia di anni, un territorio come quello dell'Appennino meridionale, dove sono riconosciute decine di faglie attive, i tempi diventano più brevi. Il catalogo storico dei terremoti italiani riporta 17 eventi sismici di magnitudo maggiore o uguale a 6 in Appennino meridionale dal 1456, con un tempo di ritorno di poco meno di 40 anni; salgono a 28 se si prendono in considerazione magnitudo maggiori o uguali di 5.5. Questo solo in Appennino meridionale. Di ciascuno di questi avvenimenti, abbiamo le tracce nella storia delle nostre città: lapidi, scritti, testimonianze di danni, crolli, feriti e morti. La storia sismica, ossia la cronologia del danneggiamento dovuto ai terremoti passati, è parte integrante della storia di una località, o almeno dovrebbe esserlo. Sant'Angelo dei Lombardi, solo per citarne una, distrutta dal terremoto del 1980, era già stata pesantemente coinvolta dal terremoto del 1694, aveva subito pesanti danneggiamenti in occasione del terremoto del 1732 e danni nel 1950, oltre a numerosi avvertimenti di scosse telluriche durante gli ultimi due secoli.

La storia insegna, la scienza prepara, ma noi siamo pessimi studenti. Il 5 dicembre 1456 si verificò, alle 3 del mattino, con una magnitudo stimata di circa 7, uno dei terremoti più forti mai registrati in Italia. Il terremoto colpì soprattutto il Sannio e l'Irpinia con effetti devastanti nelle cittadine di Apice e Paduli. Danni importanti si registrarono anche ad Ariano, prossimo all'epicentro, nella Capitanata pugliese, e perfino a Napoli, dove crollò il campanile della chiesa di Santa Chiara e il cedimento della chiesa di San Domenico Maggiore, che dovette essere ricostruita. A meno di un mese di distanza, con una magnitudo simile a quella dell'evento precedente, si verificò un altro evento che interessò però un'area localizzata più a nord. Il terremoto produsse danni gravi nella zona del Matese, ad Isernia, Boiano, Campobasso e nell'intero Molise, con gli effetti più importanti a Frosolone, vicino all'epicentro, e Vinchiaturò, con risentimenti degli effetti che videro coinvolte anche alcune aree della Puglia. La tragica sequenza di eventi si concluse nel gennaio 1457, con un terremoto di magnitudo stimata intorno a 6.0 che colpì l'Abruzzo e, in particolar modo, il comprensorio delle Majella e del Gran Sasso. L'epicentro venne localizzato nei pressi di Tocco da Casauria e Caramanico, dove si registrarono gli effetti più gravi. Alla fine, la stima delle vittime dei terremoti superò, di gran lunga, le 20.000 persone.

Tra il 1456 e il 1857 altri eventi sismici devastanti interessarono il Meridione, ma il terremoto della Basilicata del 16 dicembre 1857 riveste senza dubbio un'importanza particolare (19.000 le vittime). Fu effettivamente uno dei più forti fino ad allora occorsi, considerato a quel tempo il terzo terremoto più grande e più dannoso osservato

in Europa (il primo in Italia), a tal punto da suscitare l'interesse della Royal Society of London che qui inviò una spedizione scientifica, guidata dall'ingegnere Robert Mallet, con lo scopo di studiare gli effetti del terremoto e progredire nello stato delle conoscenze della sismologia. Dell'infelice sorte toccata a Montemurro e agli altri comuni colpiti si occupò anche Charles Dickens sul periodico montemurrese «Dietro Le Mura». Fu uno dei primi terremoti per il quale esistono fotografie delle rovine dei comuni coinvolti dal sisma, ad opera di Alphonse Bernoud, fotografo della corte dei Borbone e successivamente di Casa Savoia.

Ed è ancora una volta l'Appennino meridionale, in tempi più recenti, lo scenario di un'altra grave calamità. «Ad un tratto la verità brutale ristabilisce il rapporto tra me e la realtà. Quei nidi di vespe sfondati sono case, abitazioni, o meglio lo erano». Così Alberto Moravia in *Ho visto morire il Sud* («L'Espresso», 7 dicembre 1980) restituisce l'immagine della cruda realtà di case e abitazioni distrutte in seguito al terremoto del 23 novembre 1980 che colpì la Campania centrale e la Basilicata centro-settentrionale. Caratterizzato da una magnitudo di circa 6.9 con epicentro tra i comuni di Teora, Castelnuovo di Conza e Conza della Campania, causò circa 3.000 morti, più di 8.000 feriti e 280.000 sfollati. Come tutti i terremoti citati in precedenza, anche questo fu dovuto a movimenti distensivi, estensionali, della crosta lungo l'asse della catena appenninica. Con il terremoto del 31 ottobre 2002, invece, si osservò un evento sismico diverso, di tipo trascorrente, che si verifica quando due blocchi crostali scorrono lateralmente lungo una faglia pressoché verticale, producendo solo minime dislocazioni lungo la verticale. Con una magnitudo 5.7 ed una seconda scossa di pari magnitudo il giorno seguente, il terremoto di San Giuliano è tristemente ricordato per aver causato il crollo di una scuola e per le vite spezzate di 27 bambini e della loro maestra.

E, qualche mese fa, la terra si è mossa ancora nel Centro Italia. Per molti inaspettatamente, per altri inevitabilmente. Pochi, anche stavolta, quelli che erano preparati. È successo prima ad Amatrice. Un terremoto come molti altri in Appennino: magnitudo 6, di tipo distensivo (come la geologia del luogo lasciava ipotizzare), a circa 7-8 km di profondità. Ma quel giorno, il 24 agosto, in realtà iniziava una sequenza che si sarebbe protratta a lungo, la cui evoluzione ha portato, appena due mesi dopo, il 30 ottobre, ad un evento di una magnitudo stimata di circa 6.5, ovvero al più forte terremoto degli ultimi 30 anni. Una sequenza sismica durante la quale sono stati registrati 5 terremoti con magnitudo maggiore o uguale di 5, 41 tra 4 e 5 e centinaia, migliaia di eventi di più piccola magnitudo (questo stando ai dati del 5 novembre 2016, quando la sequenza è ancora in corso).

Eppure nessuno ricordava quello che secoli prima era accaduto. È così: il tempo del terremoto ci sfugge, perché è più lungo della nostra memoria individuale, mentre dovrebbe far parte della nostra memoria nazionale. Forse il dolore che accompagna questi avvenimenti dram-

**Il tempo del terremoto  
ci sfugge, perché è  
più lungo della nostra  
memoria individuale,  
mentre dovrebbe far  
parte della nostra  
memoria nazionale**

matici invita inconsciamente a dimenticare, ma dimenticare, troppo spesso, vuol dire essere impreparati al suo ritorno. È un intervallo veloce come un soffio, eppure vissuto in apnea da chi lo subisce. È il tempo di un respiro a lungo trattenuto che all'improvviso rompe e irrompe nella quotidianità. È il fiato della madre Terra, l'*esalazione secca* per gli scienziati, che si manifesta attraverso fenomeni naturali differenti: il vento sopra la terra, il terremoto nella terra, il tuono nelle nuvole. E a ritmare le lancette di tutto ciò un tempo che, appunto, ci sfugge perché lontano, incomprensibile, primitivo, non-umano. È il tempo della Terra.

Ma non si muove solo la Terra. Anche la scienza si muove. Dal 1906, anno in cui il sismologo Reid formulò la "teoria del rimbalzo elastico", a seguito delle osservazioni sulle deformazioni del terremoto di San Francisco dello stesso anno, la sismologia e la geologia hanno fatto enormi progressi. Le strutture tettoniche responsabili dei forti terremoti sono, presumibilmente e in buona parte, conosciute ed individuate. La statistica applicata allo studio dei tempi di ritorno propone metodologie robuste per prevenire il fenomeno sismico. Se da una parte la ciclicità e la magnitudo dei terremoti sono un qualcosa di imprevedibile, dall'altra la prevenzione è possibile. In effetti, quello che gli scienziati possono fare, e fanno, è valutare in termini probabilistici lo scuotimento atteso in un certo luogo in un dato intervallo di tempo. Non c'è modo di dire quando e dove avverrà il prossimo terremoto. C'è bisogno di accettare il fatto che avverrà e assicurarsi che le nostre abitazioni siano state costruite bene, seguendo le indicazioni fornite dagli esperti. Solo allora potremo iniziare a dirci preparati e a limitare, magari azzerare, il numero delle vittime.

L'uomo si è da sempre interrogato sulle cause dei terremoti. Sono stati invocati dèi, animali mitologici, venti sotterranei e pianeti lontani. Ma erano tempi lontani, o no? Dicerie e credenze, fatalismo e rassegnazione che, a ben guardare, ci accompagnano ancora oggi. Si arriva sempre impreparati al prossimo terremoto: la storia geologica insegna che essi inevitabilmente avvengono; la scienza studia gli scuotimenti attesi; ma, troppo spesso, si preferisce inseguire ciarlatani di varie categorie, soprattutto all'era di Internet. *Sotto i nostri piedi. Storie di terremoti, scienziati e ciarlatani* del sismologo Alessandro Amato (Codice, Torino 2016) è, a mio avviso, un'ottima guida per chi volesse viaggiare attraverso la storia dei terremoti e dei tentativi di prevederli e districarsi nel fitto groviglio di scienza e pseudoscienza. Amato fa conoscere ai lettori quel terreno dove gli scienziati, dopo ogni terremoto, sono costretti a muoversi; un terreno *scivoloso*, dove la spiegazione scientifica è spesso guardata sottocchi perché alla fine spunta sempre qualcuno che il terremoto lo aveva già previsto.

\* Francesco Visini è ricercatore all'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, L'Aquila.