# Un fenomeno naturale

La crosta terrestre è formata da rocce che a volte, vedremo perché, si rompono all'improvviso liberando un sacco di energia. Il terremoto non è altro che questo! L'energia, infatti, si diffonde dal punto della rottura sotto forma di onde: un po' come quelle che si allargano a cerchio attorno al punto in cui un sasso è stato gettato nell'acqua di uno stagno. Solo che queste scuotono il terreno, con possibili gravi danni alle cose, agli edifici e alle persone.

Il terremoto è un fenomeno naturale, come le alluvioni e le eruzioni vulcaniche: ma è molto più rapido sia delle alluvioni che delle eruzioni: dura al massimo qualche minuto. Questa velocità, però, non ci deve ingannare: le condizioni per generare un terremoto si preparano nel corso di secoli o millenni... Il tempo che occorre per accumulare tutta quella pericolosissima energia.

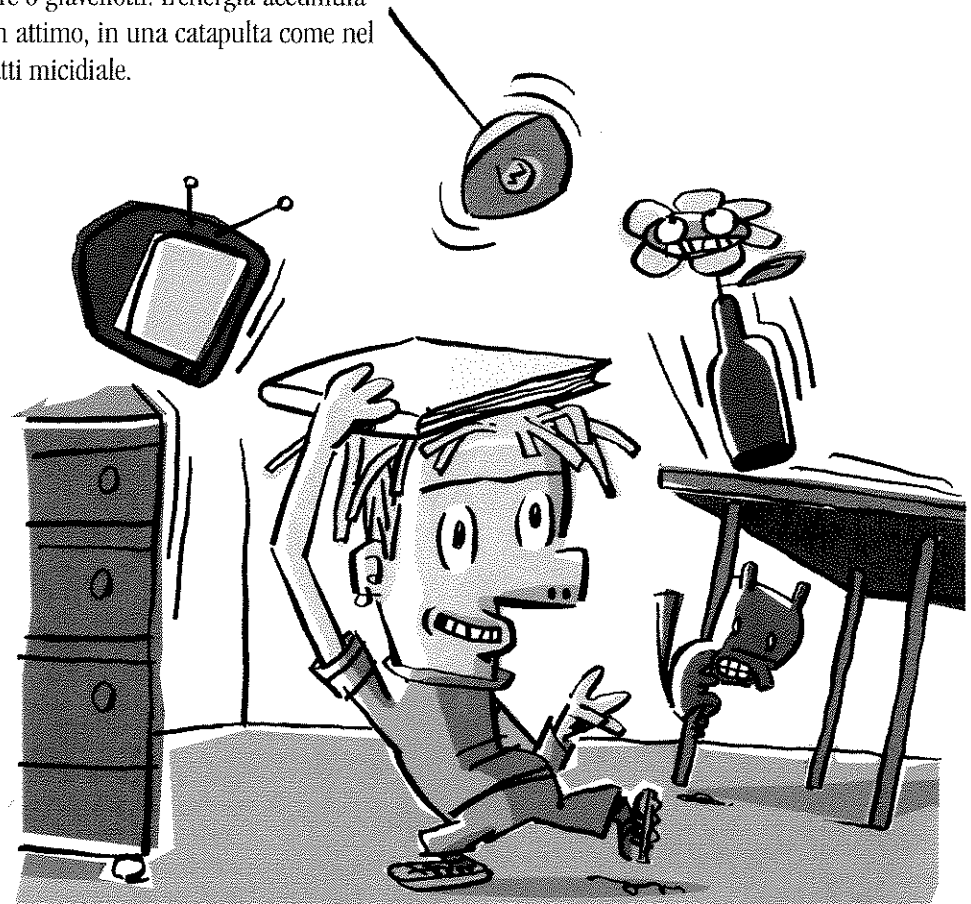
È un po' come avveniva, per farsi un'idea, con le catapulte usate nelle battaglie dell'antichità e nel Medioevo: occorrevano diversi minuti per caricarle, ma poi scattavano in un istante scagliando a lunga distanza pietre o giavellotti. L'energia accumulata lentamente e liberata in un attimo, in una catapulta come nel sottosuolo, può diventare infatti micidiale.

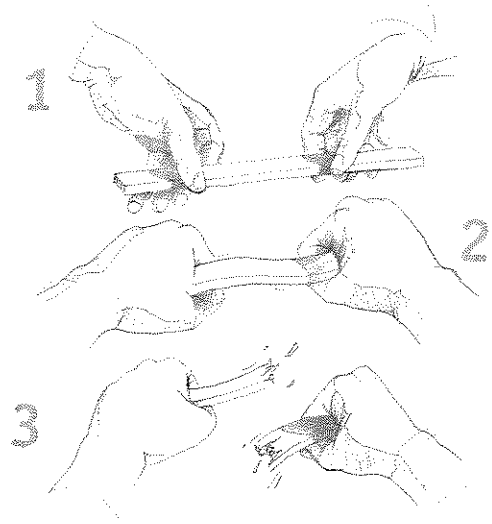


## l'Italia dei terremoti

| data | intensità MCS |
|---|---|
| **3 gennaio 1117** | **IX** |

Un forte terremoto colpisce la Pianura Padana e la valle dell'Adige, preceduto da un evento avvertito soprattutto in Germania. I danni più gravi si registrano a Verona, ma crolli si hanno in numerose località della Pianura Padana. Il terremoto è avvertito in un'area molto vasta e viene ricordato da innumerevoli fonti del tempo.






**Ho detto "immaginate"!**
Tutto sommato, non c'è bisogno di effettuare questo esperimento: basta un po' di fantasia, e sicuramente ne avete da vendere!
Così non rischiate di farvi male con qualche scheggia...

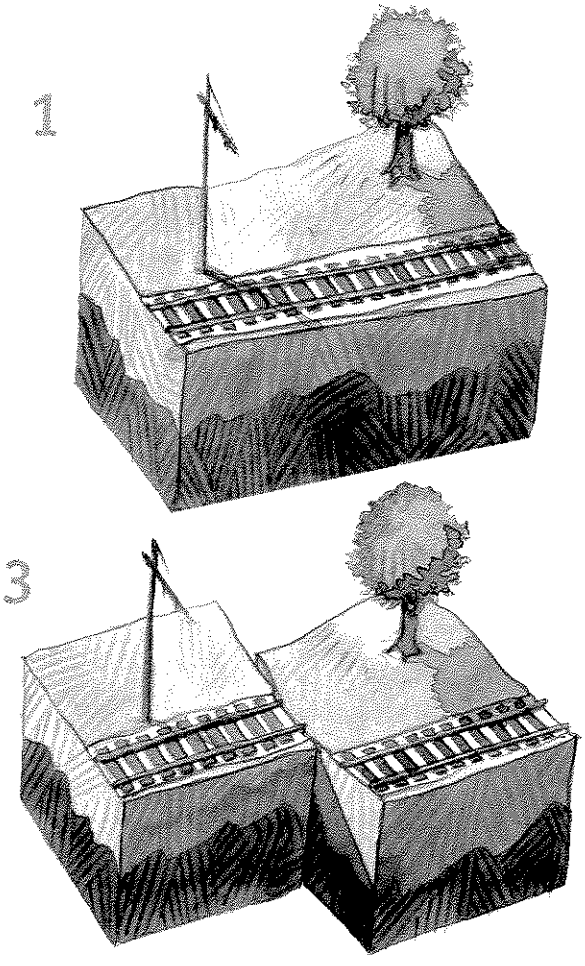
# Un esperimento... da non fare!

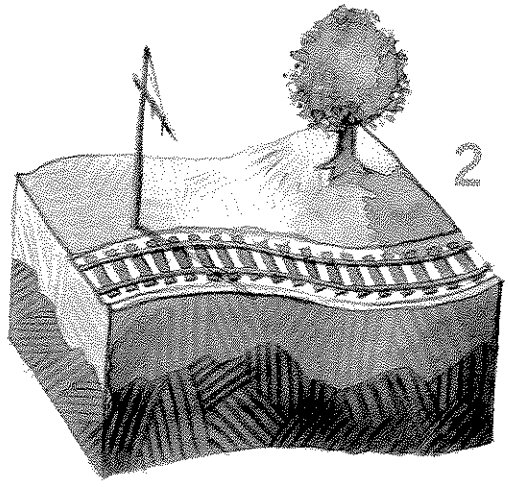
Immaginate di prendere un'assicella di legno. Immaginate poi di afferrarla con le mani e di provare a piegarla.

A seconda della forza che ci mettete e della qualità del legno, quando lasciate andare l'assicella può succedere che essa torni più o meno come prima: si dice allora che ha un "comportamento elastico". Proprio come gli elastici che infatti, per quanto li tiriate, una volta lasciati andare tornano sempre della stessa lunghezza.

Ma può anche succedere che la vostra assicella resti deformata, e magari anche un po' rovinata: si dice allora che ha un "comportamento plastico", perché la forza cui la sottoponete ne modifica l'aspetto.

Infine, se insistete con maggior intensità per un po' di secondi, può accadere che all'improvviso l'assicella non regga più e si spezzi, liberando un bel po' di energia: tanto che, per il contraccolpo, rischiate di sentire dolore alle braccia o di fare un bel salto all'indietro!




**Povere rocce**
Le rocce della superficie terrestre sono un po' come la nostra assicella di legno: vengono infatti sottoposte a forze potentissime che possono deformarle o, esattamente come accade all'assicella, portarle alla rottura.

# Quando è troppo, è troppo...

Gran parte della crosta terrestre è costantemente soggetta a movimenti. Vanno in direzione orizzontale, per fare un esempio, le spinte che milioni di anni fa hanno staccato la Corsica e la Sardegna dalla costa francese e spagnola fino a spingerle pian piano nella loro attuale posizione in mezzo al mare.

Vanno in direzione verticale, invece, i "bradisismi" che da millenni fanno alzare o abbassare il livello del terreno a Pozzuoli e sono collegati all'attività vulcanica della zona.

Sottoposte a queste spinte, le rocce possono avere un "comportamento elastico", e tornare alla forma originaria quando non sono più soggette a pressione. Oppure, se le forze sono meno potenti ma si mantengono per lunghissimo tempo, gli strati di roccia possono avere un "comportamento plastico" e deformarsi, mostrando tutta una serie di piegamenti e corrugamenti: se ne possono vedere di spettacolari nelle regioni montuose. Oppure ancora, se la forza subita è insopportabile, le rocce possono spezzarsi all'improvviso rilasciando di colpo tutta l'energia accumulata: è proprio la liberazione di questa energia a dare origine ai terremoti.

## l'Italia dei terremoti

| data | intensità MCS |
|---|---|
| **4 febbraio 1169** | **X** |

Il terremoto colpisce violentemente la Sicilia orientale; il catanese e il siracusano subiscono gravissime distruzioni; 15.000 le vittime segnalate dalle fonti.

**Terremoti a puntate**

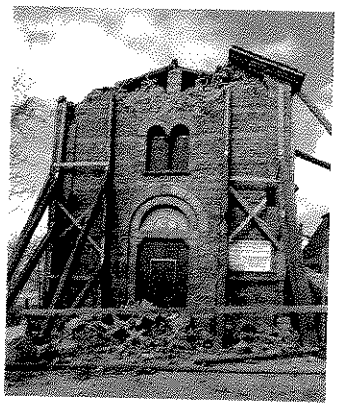
I terremoti, di solito, non sono episodi isolati. Talvolta vengono preceduti da piccoli eventi, e sono quasi sempre seguiti da numerose repliche che possono interessare una superficie di parecchie migliaia di chilometri quadrati. Il tipo di repliche e il modo in cui si susseguono dipendono dalle caratteristiche della zona in cui si verifica il terremoto. In Umbria e nelle Marche, ad esempio, fra il 1997 e il 1998 sono state registrate migliaia di scosse, alcune centinaia delle quali furono avvertite dalla popolazione.




**utti uguali o ce n'è uno più forte?**

e sequenze sismiche possono essere di due tipi.

i parla di "periodo sismico" se si distingue un evento principale più forte degli altri, magari preceduto da qualche recursore e seguito da una serie di repliche che di solito diventano sempre più deboli e rare.



**Non sempre è una catastrofe**
Una chiesa distrutta dal terremoto che ha colpito l'Umbria nel 1997. Si stima che ogni anno sul nostro pianeta avvengano circa un milione di terremoti: quasi uno ogni mezzo minuto! Per fortuna si tratta quasi sempre di fenomeni debolissimi, di cui la gente non si accorge nemmeno. Quelli abbastanza forti per essere registrati dagli appositi strumenti, detti "sismografi", sono oltre 400.000 all'anno.



### l'Italia dei terremoti

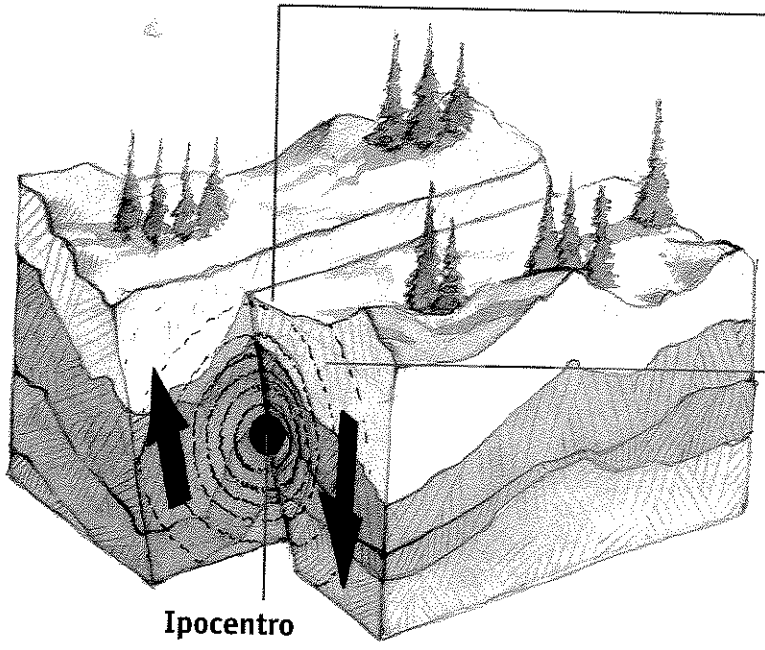
| data | intensità MCS |
|---|---|
| **30 aprile 1279** | **X** |
| Interessa l'Appennino umbro-marchigiano; molti edifici crollano o vengono danneggiati. Molte le vittime a Camerino e a Nocera Umbra. | |

# I terremoti: una grande rottura!

Come abbiamo visto, i terremoti sono causati da una rottura delle rocce: la frattura che si crea viene chiamata "faglia" e può essere lunghissima. Quella del terremoto dell'Alaska del 1964, per esempio, era lunga 600 chilometri: come da Roma alla punta più lontana della Val d'Aosta. La faglia del terremoto che ha colpito l'Irpinia e la Basilicata nel 1980 era lunga 40 chilometri.

La frattura avviene sottoterra, ma talvolta può essere visibile anche in superficie. In questo caso possiamo vedere che le rocce ai suoi lati si muovono di parecchi metri: nel terremoto dell'Alaska, uno dei due blocchi di rocce è finito dieci metri più in alto dell'altro. Nel terremoto di Irpinia e Basilicata, in alcuni punti il dislivello creatosi tra i due blocchi era di un metro.

Lo spostamento, anziché verticale, può essere orizzontale: nel terremoto di San Francisco del 1906, per esempio, i due blocchi si sono spostati di sei metri scorrendo in due direzioni opposte. La faglia che si è creata era di 480 chilometri: per farsi un'idea, è poco meno della distanza in linea d'aria fra Trieste e Ventimiglia, ai due estremi delle coste italiane.



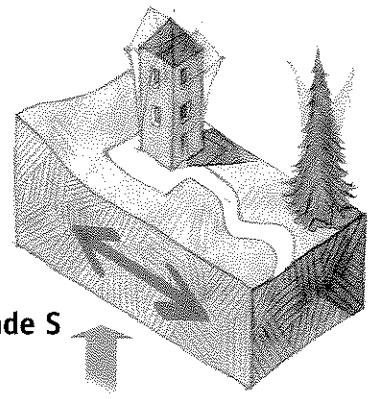

**Ipocentro ed epicentro**
Il punto in cui ha origine la frattura della crosta terrestre si chiama "ipocentro" del terremoto e si trova nel sottosuolo. Il punto della superficie terrestre direttamente sopra di esso si chiama "epicentro" ed è di solito il posto in cui si verificano gli effetti più gravi.

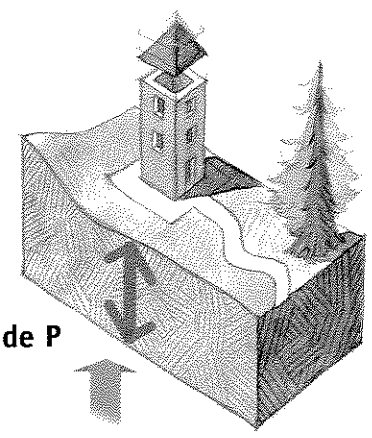
# Arriva la scossa

Una parte dell'energia liberata dalla rottura delle rocce si propaga dall'ipocentro attraverso la Terra, sotto forma di onde che scuotono la superficie del nostro pianeta. La fanno tremare con tutte le persone e gli edifici che ci sono sopra, causando danni più o meno gravi: questi scrolloni sono detti "scosse sismiche". Ci sono vari tipi di onde, più o meno pericolose. Le più veloci sono le onde "longitudinali", che fanno oscillare la materia nella stessa direzione in cui si propaga l'energia: le rocce e i liquidi si comprimono e si dilatano. Sono le prime a essere avvertite, per cui si chiamano anche "onde P".

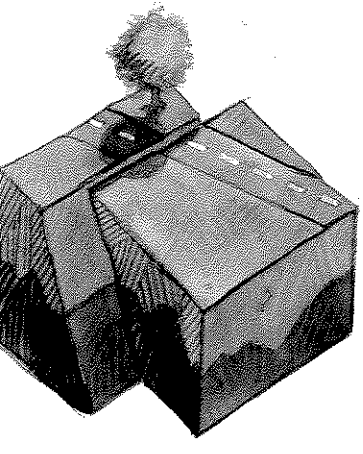
Le onde "trasversali" sono invece quelle che fanno ballare il terreno in una direzione perpendicolare a quella in cui si propagano. Si trasmettono solo nei solidi e si chiamano anche "onde S" perché essendo più lente arrivano per seconde e possono fare molti più danni delle altre.

Le onde "superficiali" si propagano solo lungo la superficie terrestre e non attraverso i liquidi: arrivano per ultime perché sono le più lente. Si chiamano "onde L" perché uno dei loro scopritori era il signor Love. Anch'esse, talvolta, possono causare danni significativi.

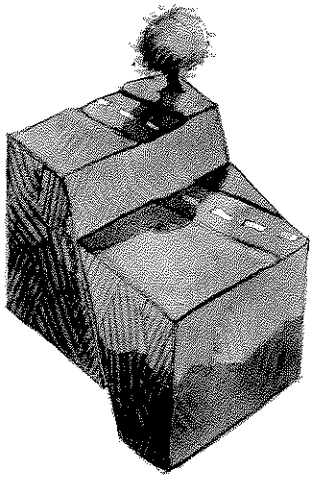


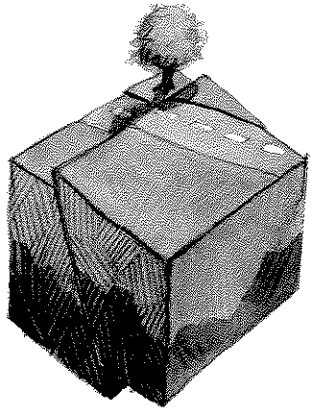

**Onde pericolose**
All'epicentro, le onde di un terremoto provengono dal basso; in questo caso le onde P che sono longitudinali fanno "ballare il terreno" in su e in giù. Le onde S sono trasversali e scuotono il suolo in orizzontale.



**Faglia trascorrente**



**Faglia normale**



**Faglia inversa**

**Si fa presto a dire faglia...**
Le faglie possono essere di vari tipi. Se i due blocchi di roccia che si formano con la spaccatura scorrono orizzontalmente, in direzioni opposte, si parla di una "faglia trascorrente". Ma il movimento può essere anche verticale. Immaginate la faglia come un taglio diagonale nello strato di roccia: un blocco sarà in parte sovrapposto all'altro. Se il blocco che sta sopra tende

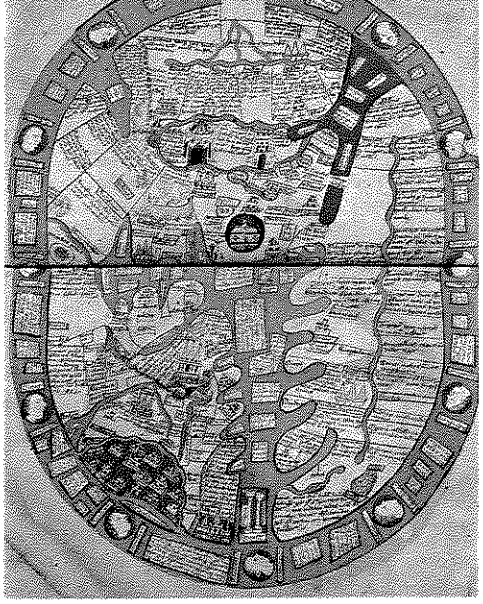
# La terra è un supplì

Forse vi sembrerà strano, ma la nostra cara vecchia Terra ha molte cose in comune con un supplì. Ebbene sì: a pensarci sembra un po' una di quelle piccole, squisite palline di riso al sugo, farcite di mozzarella e poi impanate e fritte.

Innanzitutto, le assomiglia per il fatto di non essere sferica: chi fabbrica i mappamondi li fa tondi come palloni, perché è più semplice, ma in effetti la Terra è di forma irregolare e leggermente schiacciata sui poli. Inoltre, la Terra è fatta di strati concentrici. Se tagliate a metà un supplì vi accorgerete che all'esterno ha una crosta sottile, all'interno uno strato di soffice riso e al centro un nucleo di mozzarella. Allo stesso modo, la Terra è formata da tre strati principali: all'esterno ha una crosta di roccia molto rigida, di composizione diversa sotto gli oceani rispetto alle terre emerse; poi c'è uno strato spesso di rocce più duttili, ricche di silicio, ferro e magnesio, che si chiama "mantello"; infine, al centro della Terra c'è un nucleo molto denso, presumibilmente di ferro e nichel.




**Era tosto, Eratostene...**
Già nel III secolo a.C. Eratostene di Cirene misurò la circonferenza della terra, studiando le ombre in luoghi diversi disposti sullo stesso meridiano: ottenne un totale di 39.375 chilometri, contro i 40.076,592 chilometri che oggi sappiamo essere la misura esatta. Aveva praticamente indovinato la circonferenza intera viaggiando solo per un cinquantesimo di essa: un vero drago! Ma su cosa succedesse all'interno della terra le ipotesi erano molto più imprecise. Aristotele diceva che i terremoti erano causati da venti imprigionati in canali sotterranei; proprio questi venti incendiavano filoni di zolfo e carbone presenti



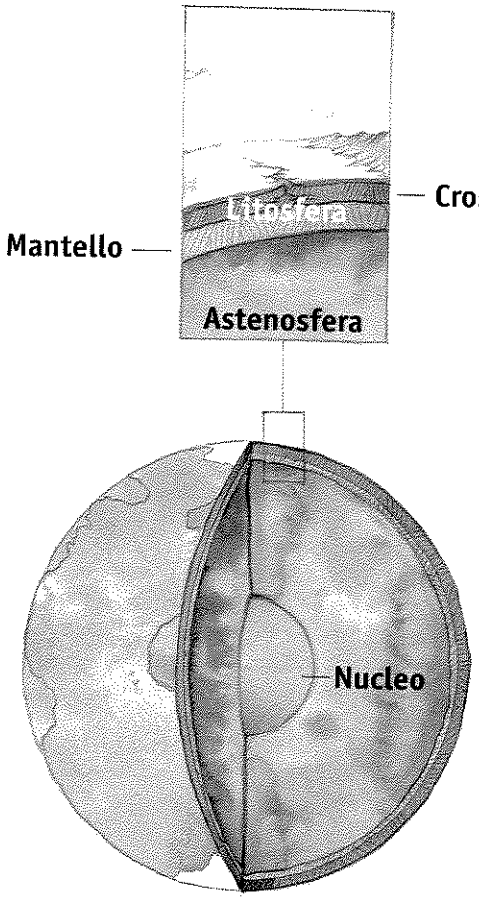
**Un pianeta in forma!**
Nell'antichità si pensava che la Terra fosse piatta oppure a forma di scatola, di colonna o perfino di ostrica (così credevano i Babilonesi). Ma i primi marinai osservarono che le navi, allontanandosi, sparivano oltre l'orizzonte, e già nel VI secolo a.C. i pitagorici affermarono che la Terra è sferica. Molti, però, non ne erano troppo convinti, come si può vedere in questo mappamondo del XIII secolo.
A dare una dimostrazione del fatto che la Terra fosse rotonda fu la nave Vittoria di Magellano, che tra il 1519 e il 1522 fece il giro del mondo; il navigatore portoghese però non visse abbastanza da completare il viaggio.



## l'Italia dei terremoti

| data | intensità MCS |
|---|---|
| **1 dicembre 1328** | **X** |

Fortissimo terremoto in Valnerina;
i danni maggiori si hanno nel territorio di Norcia,
dove alcune località vengono distrutte.




## Uno strato dentro l'altro

Per semplificare abbiamo diviso la Terra in tre strati principali, ma a voler essere precisi ciascuno di essi è a sua volta diviso in più parti dalle caratteristiche diverse. Il nucleo è formato da uno strato interno e uno esterno. Il nucleo interno è solido, ha una densità 13 volte più alta di quella dell'acqua e un raggio di circa 1200 chilometri: è quindi poco più grande della luna. Il nucleo esterno, invece, ha le caratteristiche di un liquido e uno spessore di 2200 chilometri.

Il mantello è un po' lo strato di riso della Terra-supplì: è spesso circa 2900 chilometri, fra la crosta terrestre e il nucleo-mozzarella. Lo strato del mantello, posto tra i 70 e i 400 chilometri circa di profondità, è chiamato "astenosfera" (dal greco *asthenés*, che significa "debole"). Pur essendo fatta di rocce, l'astenosfera si comporta come un fluido, ed è malleabile come la plastilina (forse per la presenza di piccole porzioni di roccia fusa).

Più all'esterno, l'ultima porzione di mantello e la soprastante crosta terrestre prendono il nome di "litosfera" (dal greco *lithos*, che significa "pietra") perché sono dure... come la roccia. La litosfera varia il proprio spessore di luogo in luogo, proprio come la crosta terrestre: quest'ultima, che è la parte più esterna del nostro pianeta, è spessa 30-40 chilometri sotto i continenti ma a volte anche meno di 10 sotto i fondali oceanici.

**Grazie ai terremoti...**
Studiare l'interno della Terra non è facile, dal momento che nessuno c'è mai stato: ma alcune informazioni molto utili le possiamo ricavare proprio dai terremoti. Osservando come cambia bruscamente la velocità delle onde sismiche a seconda della profondità, si può dedurre quali siano i diversi strati che formano la Terra e quali caratteristiche abbiano. Come quando si picchiano le dita su un muro, e dal rumore si capisce se sotto l'intonaco c'è una pietra, un mattone o un punto vuoto...



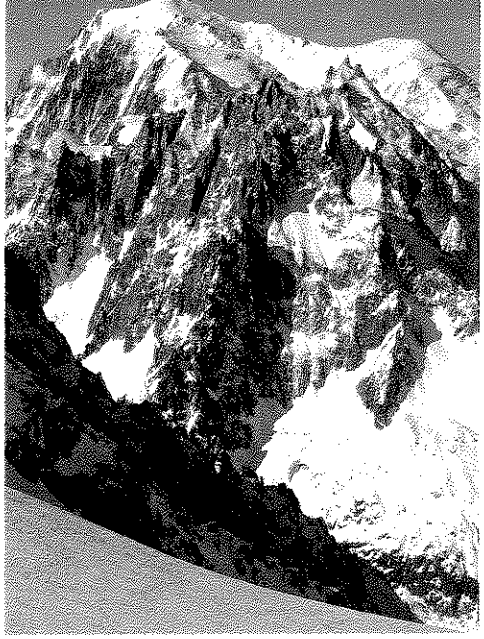

**Un geoide è... un geoide!**
Nel 1735 Charles Marie de La Condamine e Pierre Louis Moreau de Maupertuis dimostrarono che la Terra è quasi sferica, a appiattita ai poli e più gonfia all'equatore. Per essere precisi, non si può dire che la Terra sia una sfera: si dice invece che è un "geoide". E in effetti il "geoide" è una forma geometrica assolutamente irregolare, che segue grosso modo la superficie del globo terrestre. Insomma, usando questa parola finiamo per dire che la Terra è a forma di Terra! Bella scoperta, direte voi...

# Come una pentola che bolle

Oltre al fatto di essere a strati, c'è un'altra cosa in comune tra la Terra e un supplì: a volte, se non state attenti, la mozzarella al centro del supplì è così calda da ustionarvi la lingua! E anche il nucleo terrestre è caldissimo: parliamo di oltre 6000 gradi. Se tenete presente che a 38 gradi avete un gran febbrone e a 100 l'acqua bolle, immaginatevi un po' che inferno c'è laggiù...

Non si sa esattamente se per colpa del contatto con un nucleo così arroventato, o grazie al calore liberato da reazioni nucleari che avvengono all'interno della Terra, il mantello si riscalda e in molti punti fonde. Il materiale fuso tende a salire verso l'alto, spingendo in basso quello più freddo: si hanno così dei "moti convettivi". Il nome è complicato, ma capire di cosa si tratta è semplice: pensate a quello che succede in una pentola di pasta dove l'acqua che sta in fondo, a contatto con il fuoco, si riscalda e tende a salire trascinando la pasta, mentre la sua spinta fa affondare l'acqua più fredda della superficie.

Nel caso del mantello terrestre accade la stessa cosa. Questi moti convettivi profondi sono il motore della litosfera, suddivisa in placche che si sfregano, si scontrano o si staccano galleggiando sulla parte fluida del mantello.



**Tempi geologici!**
Benché gli spostamenti delle placche siano impercettibili, causano conseguenze notevoli, come la formazione di catene montuose. Certo, ci vuole un po' di tempo: qualche milione di anni...

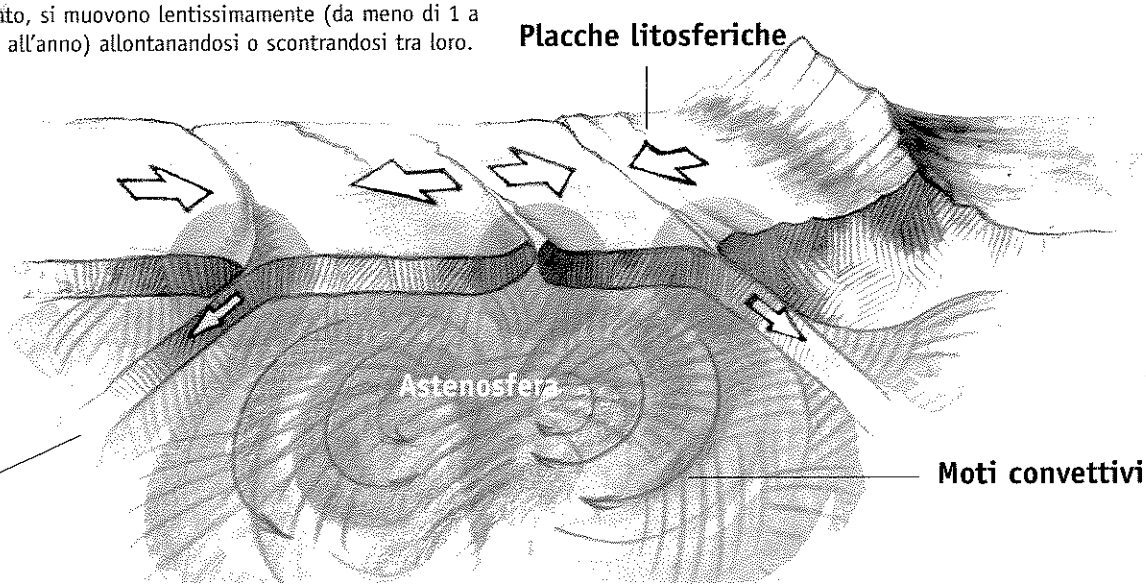


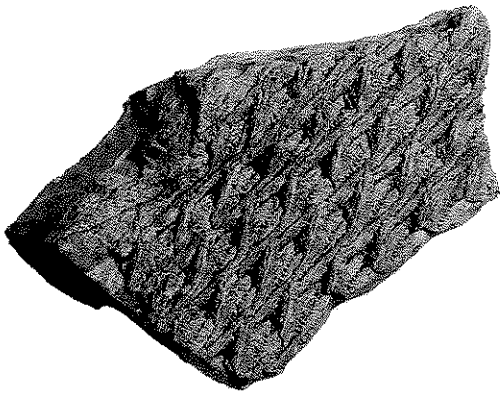
## l'Italia dei terremoti

| data | intensità MCS |
|---|---|
| **9 settembre 1349** | **X** |

È uno dei più importanti terremoti dell'Appennino centro-meridionale. I danni più gravi e le vittime si hanno in due aree distinte: al confine tra Aquilano e Valle del Salto, e nella zona tra Isernia e Cassino.

**I moti convettivi**
I moti convettivi profondi provocano la rottura della litosfera e la formazione delle placche che, soggette a forze di spinta e trascinamento, si muovono lentissimamente (da meno di 1 a 15 centimetri all'anno) allontanandosi o scontrandosi tra loro.





**Tanti indizi a conferma**
La presenza di fossili identici in miniere di carbone europee e nordamericane conferma che i continenti erano in origine uniti tra loro. Altri indizi di ciò vengono dalla natura delle stesse rocce su bordi di continenti diversi, dalla direzione dei campi magnetici, dai segni di una stessa glaciazione trovati in India, Sud America, Sudafrica, Australia e Antartide.

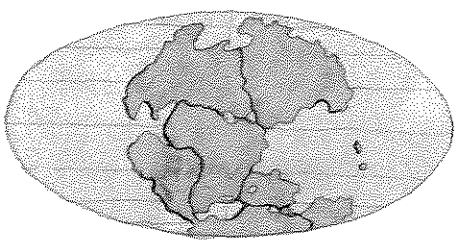
# Dalla Pangea ai nostri continenti

Ogni continente della Terra se ne sta bello attaccato sopra la sua placca, e si muove con lei. Come se le placche fossero grandi zattere che li trasportano in giro, galleggiando sull'astenosfera.

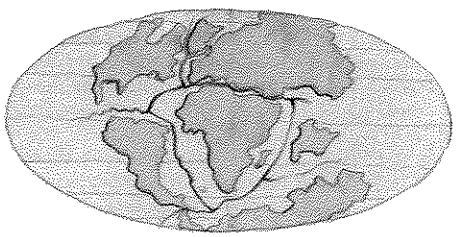
A guardare bene la forma dei continenti, ci si rende conto che si potrebbero incastrare l'uno con l'altro come i pezzi di un puzzle. Per esempio, la grossa "spalla" del Sud America in cui si trova il Brasile si incastra bene nella curva sud-occidentale dell'Africa formata da Ghana, Nigeria, Camerun, Congo, Angola...

L'idea che i continenti non fossero immobili nel tempo si fece strada nella prima metà del Novecento, grazie alle geniali intuizioni del tedesco Alfred Wegener, note come la teoria della "deriva dei continenti". Fu lui a sostenere che 200 milioni di anni fa esisteva un solo blocco di terra emersa, chiamato Pangea, che poi si è spezzato dando origine ai vari continenti, i quali sono scivolati pian piano nei posti che occupano oggi: ma si muovono ancora, e tra qualche milione di anni l'aspetto della Terra sarà ancora diverso.

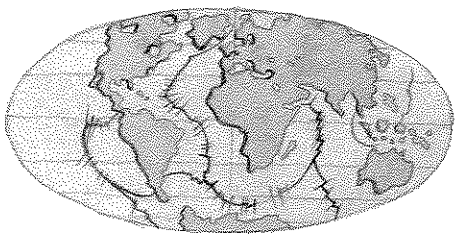
Negli anni Sessanta, la scoperta dell'espansione dei fondali oceanici ha reso evidente il meccanismo della deriva continentale. Oggi la maggior parte degli scienziati ritiene la "teoria delle placche" o "tettonica globale" la spiegazione migliore a molti fenomeni del nostro pianeta.



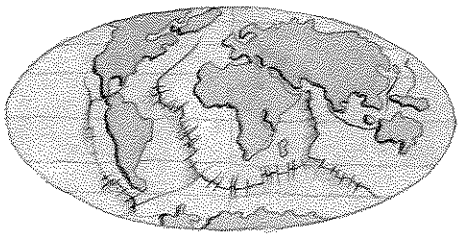
**200.000.000 anni fa**



**65.000.000 anni fa**



**oggi**





## l'Italia dei terremoti

| data | intensità MCS |
|---|---|
| **5 dicembre 1456** | **XI** |

È il terremoto più forte dell'Italia centro-meridionale. L'evento principale si ha nella notte del 5 dicembre, ed è seguito da numerose repliche. L'area gravemente danneggiata, compresa tra l'Abruzzo, il Molise, la Basilicata e la Campania, è vasta tanto da far pensare all'attivazione contemporanea di più strutture sismogenetiche.
Le vittime sono almeno 12.000.

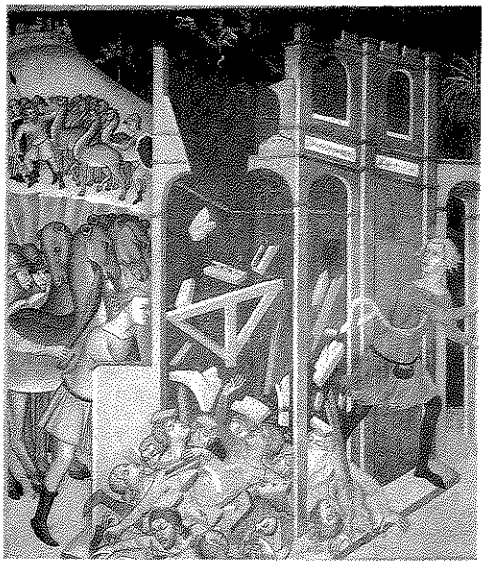
**Continenti alla deriva**
Le immagini qui riportate indicano le posizioni dei diversi continenti

# Vulcani e terremoti, cuginetti terribili

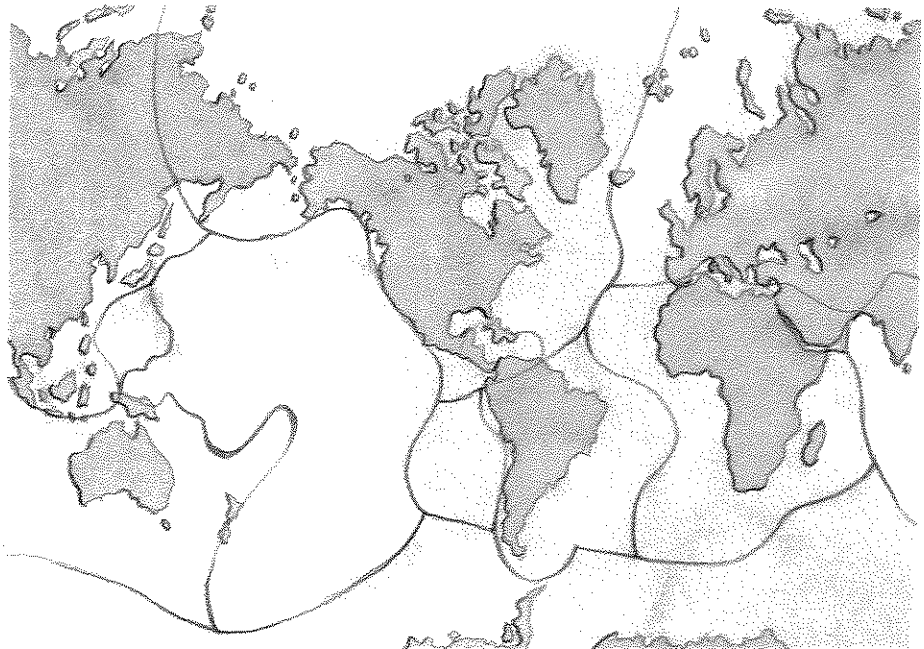
Le placche in movimento possono allontanarsi, scontrarsi o sfregarsi tra loro. Nel punto in cui le placche si scontrano, la crosta si alza formando catene montuose come le Alpi o l'Himalaya; il bordo di una placca può anche finire sotto un'altra, e andare a fondersi in zone dell'astenosfera dette "di subduzione", come in Giappone. A volte, invece, le placche si muovono strisciando l'una contro l'altra, come in California e in Turchia.

Sia i vulcani che i terremoti sono conseguenze di questi allontanamenti, scontri e strofinamenti. I terremoti avvengono infatti quasi tutti lungo i bordi delle placche. Di solito hanno luogo all'interno della crosta terrestre, a una profondità massima di 30 chilometri: si parla allora di "terremoti superficiali" e possono essere i più dannosi. Nelle zone di subduzione si possono avere anche "terremoti profondi", fino a 700 chilometri sotto la superficie, che fanno meno danni ma si sentono su aree molto più ampie.

L'Italia si trova nel punto in cui convergono la placca africana e quella euroasiatica. Si tratta di un punto particolarmente complesso, poiché lungo i loro bordi la litosfera si è ulteriormente fratturata in microplacche.



**Quando la gente ci va di mezzo**
Questo affresco del XIV secolo mostra i terribili effetti di un terremoto. Almeno due miliardi di persone vivono in zone a rischio sismico: circa un terzo della popolazione mondiale. Sul numero delle vittime nel passato non abbiamo dati certi; sappiamo però che nel XX secolo sono state circa un milione e mezzo, di cui quasi un decimo in Italia.



**Se il terremoto si fa sentire**
Abbiamo già detto che, del milione di terremoti che si verificano annualmente, solo pochi si possono avvertire: ma ce ne sono almeno 120 all'anno forti quanto quello dell'Irpinia e Basilicata del 1980, e almeno una ventina come quello di Messina del 1908 che ha causato 80.000 vittime. Per fortuna i terremoti avvengono soprattutto in mare o in zone poco abitate, come si può intuire osservando la