

I TERREMOTI

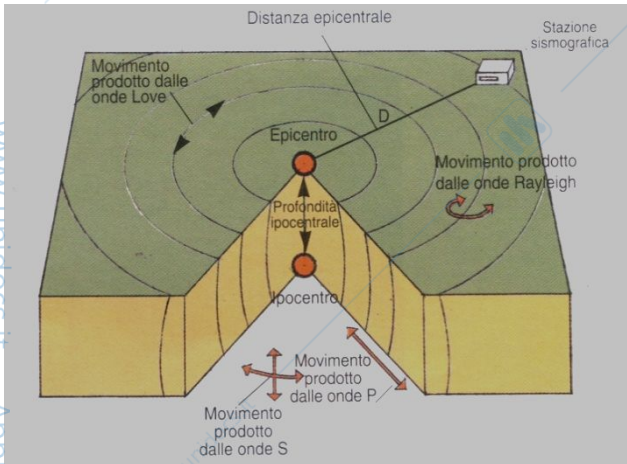
I "sismi" o "terremoti" sono un'altra **manifestazione di forze "endogene", ovvero interne alla Terra**. Essi consistono in una **improvvisa liberazione di energia** o più precisamente in una trasformazione

all'interno della terra di "energia potenziale" in "energia cinetica".

L'energia liberata si propaga nelle rocce e nel suolo sotto forma di impulso elastico, di "**onde sismiche**".

La propagazione inizia da un **punto all'interno della Terra**, detto "**ipocentro**" o "**fuoco del sistema**", mentre la sua **proiezione sulla superficie terrestre** viene chiamata "**epicentro**", punto nel quale si hanno i massimi effetti del sisma.

Gli ipocentri dei terremoti possono avere profondità diverse; in genere la maggior parte dei terremoti ha ipocentro inferiore ai 70 Km, quelli con ipocentro molto profondo non superano comunque i 700 Km di profondità.



A seconda della profondità dell'ipocentro un terremoto si distingue in:

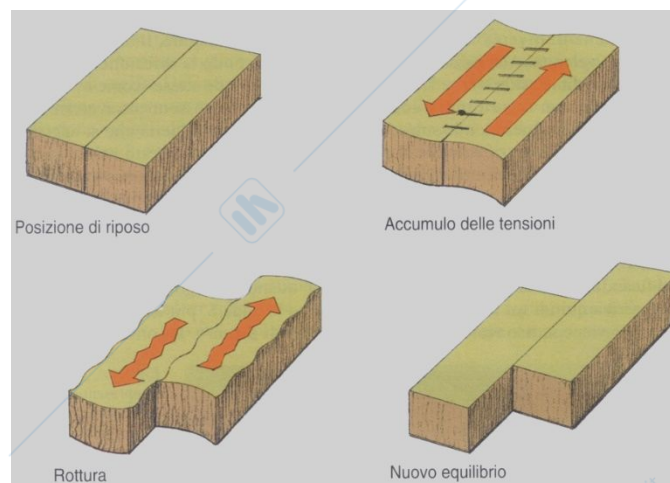
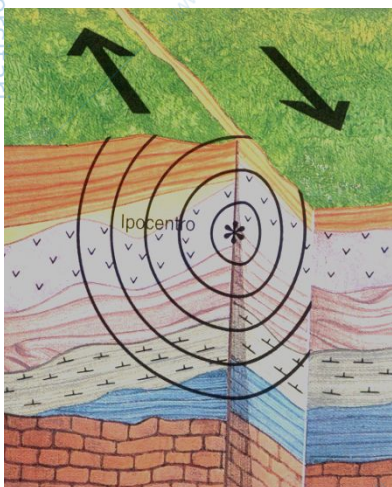
- **Superficiale**, con profondità ipocentrale tra 0 e 70 Km
- **Medio**, con profondità ipocentrale tra 70 e 300 Km
- **Profondo**, con profondità ipocentrale superiore a 300 Km

Le onde sismiche si propagano, a partire dall'ipocentro, in tutte le direzioni e arrivano tanto più lontano quanto più è stata elevata l'energia iniziale. Il terremoto si avverte quando le onde sismiche raggiungono la superficie.

In genere i terremoti sono causati da **-improvvisi movimenti** (per lo più slittamenti) di masse rocciose lungo una "faglia". Questi si verificano quando la roccia sui lati di una "faglia" viene messa in tensione per molto tempo a seguito di "stress" e "forze tettoniche" che si generano solitamente a causa dei movimenti reciproci delle numerose placche in cui è suddivisa la superficie terrestre.

Questa condizione provoca un accumulo di "energia potenziale" che raggiunto un "punto critico" si trasforma in "energia cinetica", liberandosi sotto forma di onde sismiche. Questo passaggio avviene attraverso lo slittamento lungo il "piano di faglia" delle rocce sui due lati, in opposta direzione.

Quando si è in presenza di una "**faglia trascorrente**", con movimento in direzione orizzontale, l'accumulo di tensione prima del rilascio di energia attraverso il terremoto, può perdurare anche per parecchi decenni e l'accumulo di energia potenziale è ridotto da piccole dislocazioni lungo il piano di faglia.



Un'altra causa è **movimenti di "magma" precedenti le eruzioni vulcaniche** (i sismi sono importanti "segnali" premonitori che permettono di fare previsioni sulla possibilità che si verifichi un'eruzione, consentendo

l'applicazione di "piani di emergenza e/o di evacuazione" delle aree a rischio), oppure nel "crollo di cavità sotterranee".

Come si valuta l'intensità dei terremoti

Per valutare l'"intensità" di un terremoto si utilizzano metodologie che **quantificano i sismi sulla base dei loro "effetti" su persone, edifici e terreno**: si tratta della famosa **"scala Mercalli-Cancani-Sieberg"**.

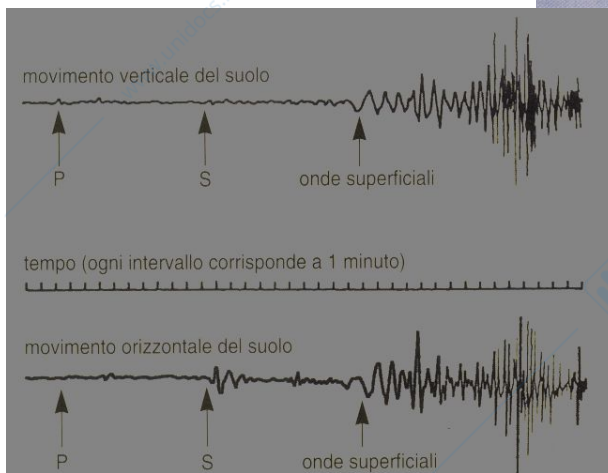
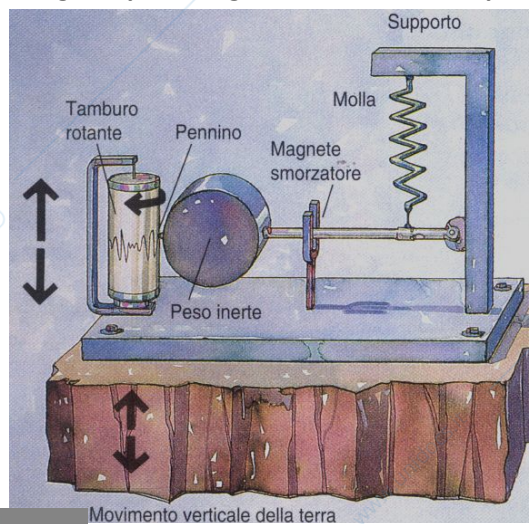
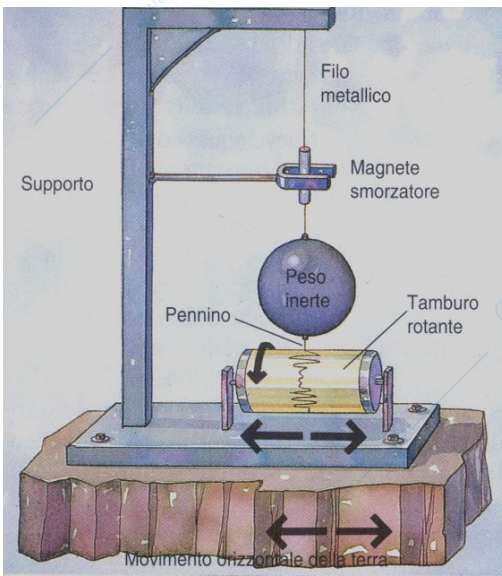
Altre si basano sulla **misurazione dell'energia ceduta da un terremoto, non tenendo conto dei suoi effetti su cose e persone**. Si tratta della **"scala Richter"** che **misura la "forza" del terremoto in base alla "magnitudo"** (misurata sulla base dell'ampiezza delle "oscillazioni" registrate a 100 Km dall'epicentro del terremoto) e deve il suo nome al sismologo che l'ha ideata nel 1935. I valori di "magnitudo" sono compresi tra 0 e 9, ma in realtà il valore 9 è un tetto massimo difficilmente superabile; infatti, l'incremento da un'unità Richter alla successiva (da 3 a 4 per esempio) è di 33 volte, e il valore più elevato mai riscontrato è quello del terremoto del Cile del 1960 (9,5 Richter), mentre il terremoto che nel 1976 ha colpito il Friuli (Italia Settentrionale) fu di magnitudine 6,1 e quello dell'Irpinia (Campania, Italia Meridionale) del 1980 fu di 6,5 Richter.

Le **"onde sismiche"**, la cui propagazione sino alla superficie terrestre dà luogo al terremoto, costituiscono la **propagazione in un mezzo (la roccia ed il suolo) di un impulso elastico**; per registrarne i percorsi e localizzare così "ipo-" ed "epicentro" di un terremoto si utilizzano dei particolari strumenti chiamati "sismografi" che registrano la componente orizzontale delle onde sismiche e quella verticale.

☐ (Sismografo per la registrazione della componente orizzontale)

(Sismografo per la registrazione della componente verticale) ↘

1.

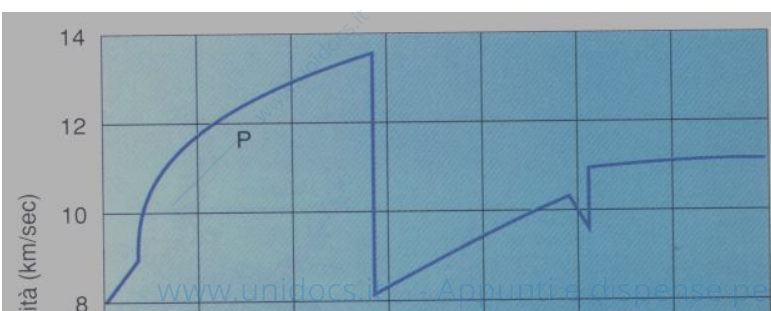


In entrambi il sostegno è solidale con il suolo per vibrare con esso in caso di sisma, mentre la massa sospesa ed il pennino sono collegati al sostegno ma rimangono in equilibrio statico per inerzia e sono in grado di registrare graficamente le vibrazioni del terreno, anche di lieve entità, sia nella componente orizzontale che in quella verticale.

Osservando un tracciato di "sismografo" relativo ad una scossa sismica è possibile distinguere diversi treni d'onda corrispondenti a diversi tipi di onde sismiche più precisamente si parla di **"onde P"**, **"onde S"** ed **"onde L"**.

Tracciato di "sismografo" o sismogramma", in ascissa sono riportati i valori rispetto al tempo, espressi in minuti, in

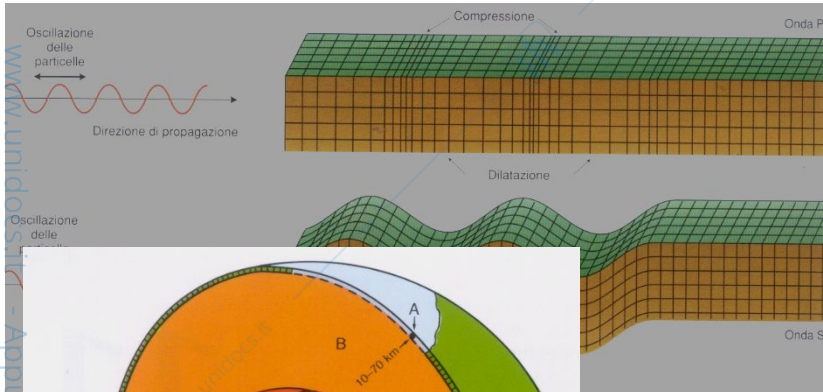
ordinata è riportata l'"ampiezza" delle vibrazioni registrate, ben differenziata per i diversi tipi di onda.



Le **"onde P" (onde primarie)** sono "onde longitudinali" che per prime arrivano in superficie e vengono registrate dal "sismografo" nel "sismogramma".

Provoca delle vibrazioni parallele alla direzione di propagazione ovvero delle serie alternate di compressioni e di dilatazioni, attraversano sia mezzi solidi che liquidi e la loro velocità di propagazione varia dai 5,5 ai 13 Km/sec a seconda del mezzo attraversato.

Le "onde S" ("onde secondarie") sono "onde trasversali" che arrivano in superficie in un secondo tempo e quindi vengono registrate dal sismografo dopo le "onde P".



Determina delle vibrazioni perpendicolari alla direzione di propagazione ovvero delle variazioni di forma dei mezzi attraversati. Le "onde S" attraversano mezzi solidi e la loro velocità di propagazione varia dai 4 ai 7 Km/sec a seconda del mezzo solido attraversato.

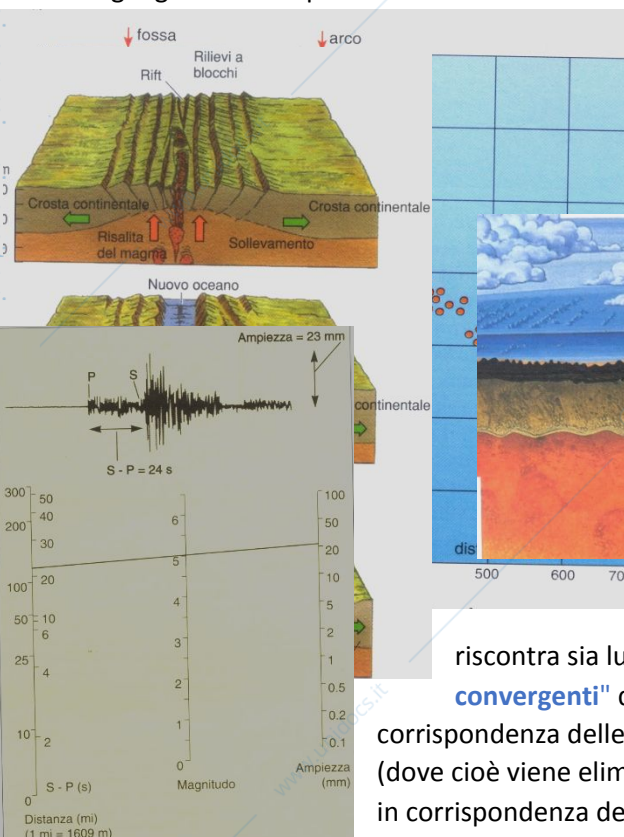
Le "onde L" o "onde superficiali" sono generate dalle "onde P" e dalle "onde S" una volta giunte in superficie, esse si propagano concentricamente sulla superficie terrestre a partire dall'epicentro;

sono più lente delle altre e la loro velocità è di circa 3 Km/sec.

Come si determina l'epicentro di un terremoto?

La posizione dell'Epicentro di un terremoto è rilevabile dall'analisi delle registrazioni di almeno 3 stazioni sismologiche. La differenza tra i tempi di arrivo delle onde P ed S aumenta con l'aumentare della distanza della stazione che ha fatto la registrazione dall'epicentro del terremoto. Se si riportano in carta dei cerchi con centro in ciascuna delle tre stazioni considerate e con raggio pari alla distanza calcolata, sulla base della differenza tra i tempi di arrivo delle onde P e delle onde S, tra ciascuna stazione e

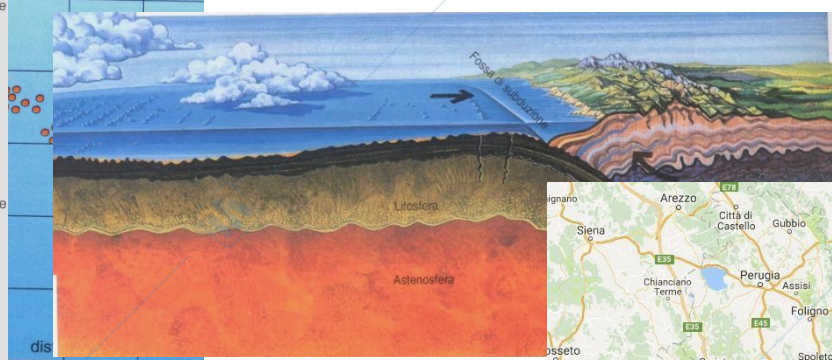
l'epicentro, si avrà che le tre circonferenze si intersecano in un punto che corrisponde alla localizzazione geografica dell'epicentro del terremoto.



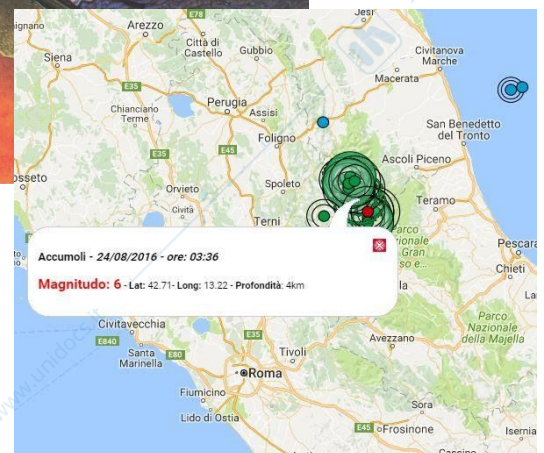
Distribuzione dei terremoti

Un'attività sismica frequente si rileva in corrispondenza di strette "fasce attive" corrispondenti ai margini delle "zolle litosferiche".

maggiore intensità dell'attività sismica si riscontra sia lungo i "margini convergenti" delle zolle in corrispondenza delle "zone di subduzione" (dove cioè viene eliminata crosta terrestre) sia in corrispondenza delle "fosse" oceaniche. Qui



1) La



si ha infatti un forte accumulo di tensione (e quindi di "energia potenziale") lungo il piano inclinato di contatto tra le due zolle (quella subdotta e quella lungo la quale avviene la subduzione. Questa tensione si scarica (ovvero l'energia potenziale si trasforma in energia cinetica) attraverso repentini slittamenti delle faglie che provocano sismi di magnitudine elevata. Questo meccanismo è alla base dei terremoti che si verificano localmente limitrofi a fosse ed archi vulcanici dell'Oceano Pacifico.

2) "**margini trasformati**" dove si verificano terremoti di intensità da modesta a forte (faglia di San Andreas in California) ed il sistema di faglie ad essa collegato, che nel 1906, causò a seguito di uno slittamento, il disastroso terremoto di S. Francisco.

3) "**margini divergenti**" (dove viene formata nuova crosta terrestre, ad esempio in corrispondenza dei "margini attivi" o "dorsali oceaniche"), dove la sismicità è in genere diffusa e poco profonda. A volte i terremoti possono verificarsi in zone continentali isolate lontane dalle fasce attive; è questo il caso dei terremoti causati da movimenti improvvisi di masse magmatiche o da crolli sotterranei.

Il rischio sismico

Tra i "rischi ambientali" dei terremoti, uno dei maggiori, associato ai terremoti di intensità più elevata con epicentro su un margine di zolla in subduzione, è costituito dai "**maremoti**" che si possono innescare proprio a seguito del sisma. Le

onde dei maremoti sono note con il termine giapponese di "tsunami".

Queste onde marine di grandi dimensioni (la loro altezza può raggiungere anche i 10 m) che devastano le coste causandovi estese distruzioni, sono **innescate**, oltre che da improvvisi crolli sottomarini, anche dal **sussultare del fondo marino nei pressi dell'epicentro di un sisma**.

Le onde si propagano nell'oceano secondo cerchi sempre più ampi e non sono riconoscibili in mare aperto. In prossimità delle coste le onde si manifestano in tutta la loro devastante potenza aggiungendo altri danni a quelli già causati dall'evento sismico che le ha innescate.

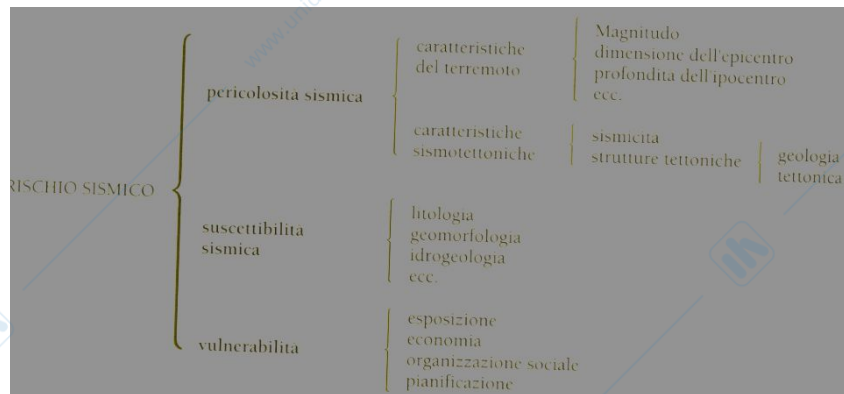
-I terremoti possono provocare gravi danni all'uomo ed alle infrastrutture. Sono stati molti gli eventi devastanti per intere popolazioni attribuibili a manifestazioni sismiche.

I "danni" che un terremoto può arrecare sono legati alla sua "intensità" ma influenzano anche altri "fattori" sia "fisici" che "antropici" (*natura del sottosuolo, presenza o no all'acqua* che può imbibire i suoli a tal punto da provocare il crollo degli edifici; *durata temporale manifestazione sismica* (scosse più lunghe o ripetute provocano chiaramente danni maggiori), *la qualità degli abitati, momento della giornata in cui l'evento si manifesta*).

Previsione e prevenzione

Sono state attivate delle fitte "reti di monitoraggio" volte a cogliere tutti quei segnali diagnostici utili al fine di determinare situazioni di pericolo e di preallarme di evento sismico. **Gli elementi monitorati** con continuità **sono le deformazioni che le masse rocciose subiscono nelle zone di accumulo della tensione** (il rilascio della quale andrebbe a causare un sisma), **le variazioni del livello del terreno** (causato da variazioni di volume delle rocce sottoposte a pressioni), **le concentrazioni di alcuni gas** (elio e radon) nelle acque di pozzi profondi poiché l'aumento delle fratturazioni della roccia conseguente ad accumulo di tensione ne provocherebbe un maggior rilascio. Vi sono poi altri segni premonitori di un terremoto, già noti agli antichi, come le variazioni del livello dell'acqua nei pozzi, fenomeni meteorologici anomali e comportamento inconsueto degli animali.

Il maggior successo nella previsione di un sisma si è avuto nell'Haicheng in Cina nel 1975, dove i segni premonitori furono individuati fin dal 1970, e la zona colpita venne evacuata 5 ore prima del sisma che



danneggiò il 90% degli edifici; grazie alla prevenzione si contarono solo poche vittime. Successivamente le previsioni non furono sempre così attendibili ed ancora molte sono state le vite perse a seguito dei terremoti. L'unica *soluzione sicura* sembra la *costruzione di edifici secondo criteri antisismici*; questa soluzione è molto costosa e non sempre applicata ed applicabile in tutti i paesi.

Il **territorio italiano** costituisce un'area in gran parte sismica: la penisola italiana si colloca infatti in un'area di "**orogenesi**" recente dove sono ancora **attivi i "fenomeni dinamici crostali"**. Il **Catalogo dei terremoti italiani del CNR (= Consiglio Nazionale delle Ricerche)** elenca un totale di 220 terremoti di intensità superiore al VIII grado della scala Mercalli; negli ultimi due millenni le vittime dei sismi in Italia sono state più di 450.000. Di tutto il territorio italiano le uniche zone dove **non risultano epicentri** di terremoti sono la **Sardegna e la Penisola Sorrentina**.

Tra gli eventi più devastanti del primo cinquantennio del XX secolo si ricordano: *il terremoto di Messina (Sicilia) del 1908*, che *accompagnato da un "maremoto"* distrusse la città e provocò un gran numero di vittime; *il sisma di Avezzano* (L'Aquila, Italia Centrale) del 1915 che toccò il grado XI della scala Mercalli ed **a seguito del quale furono formulate ed approvate norme di legge per la costruzione di edifici secondo criteri antisismici**. Queste norme **non vennero sempre applicate**.

Nel 1968 in Sicilia, nella Valle del Belice, si ebbe la distruzione di interi paesi (Ghibellina, S. Ninfa, Salaparuta); *nel 1976, in Friuli* (Italia Settentrionale), il sisma fu devastante ma forse **l'evento sismico più tragico in Italia della seconda metà del XX secolo si è avuto nel 1980 in Irpinia (Campania) e Basilicata a seguito del riattivarsi di una delle tante faglie dell'Appennino Meridionale**. Anche in questa occasione interi paesi vennero cancellati. Questo drammatico evento portò alla *costituzione del "gruppo nazionale per lo studio dei problemi inerenti alla difesa dai terremoti" ad opera del Consiglio dei Ministri*. Questo Gruppo di ricerca coordina gli studi volti alla *previsione di questi fenomeni*, mentre *l'applicazione delle "norme antisismiche" è stata delegata al Ministero dei Lavori Pubblici*.

Il **rischio sismico in Italia** è legato alla **possibilità o probabilità che si verifichi un evento sismico, alla vulnerabilità del sistema antropico** (un sisma anche forte in zone poco popolate o con edifici antisismici è meno dannoso di un sisma di intensità minore in zone densamente popolate o con strutture rurali o storiche non rinforzate secondo criteri antisismici).