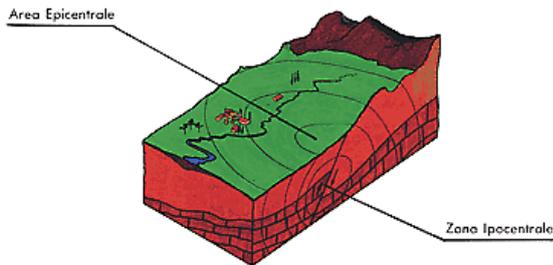


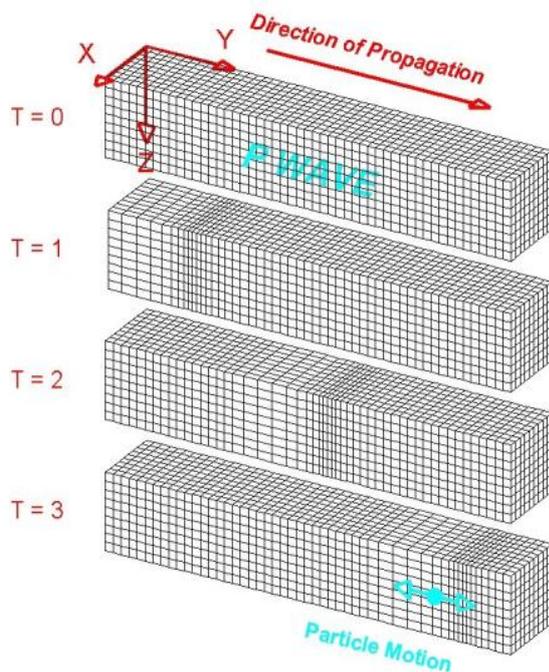
## Cosa sono i Terremoti

Una delle manifestazioni più imponenti della dinamica endogena del pianeta sono i terremoti o sisma. Essi sono improvvisi movimenti della crosta terrestre provocati dallo spostamento di masse rocciose poste a profondità variabili originati in un punto all'interno della terra che prende il nome di IPOCENTRO che può

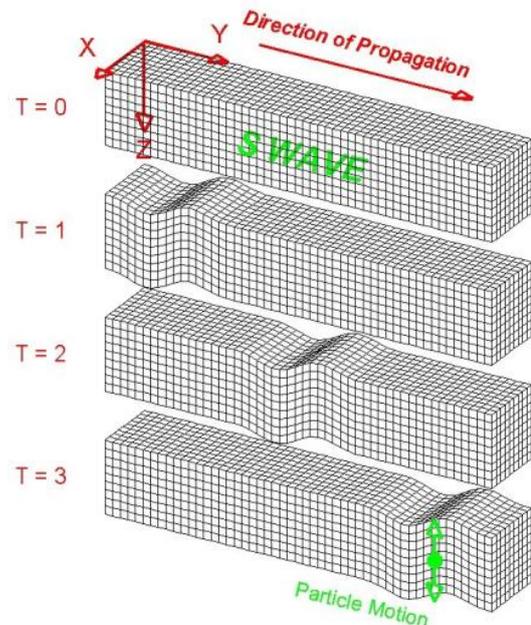


trovarsi ad una profondità che varia da pochi chilometri fino anche a 700 Km. ; la proiezione dell'ipocentro sulla superficie terrestre prende invece il nome di EPICENTRO. Questo è il punto in cui si avverte il terremoto con la maggiore intensità. Quando avviene un terremoto l'energia accumulata dalle rocce si libera in parte sotto forma di onde sismiche che si propagano all'interno della terra dette "onde di volume". Esse si distinguono in:

- **Le Onde P:** (o Primarie) sono le più veloci. Esse si propagano come le onde sonore nell'aria. In sostanza, al loro passaggio, le rocce si comprimono e si dilatano continuamente. Questo tipo di onde viaggiano sia nei solidi che nei liquidi. (fig. sotto)



- **Le Onde S:** (o Secondarie) viaggiano più lentamente delle "P". Le Onde S non causano variazioni di volume al loro passaggio. Questo tipo di onde viaggiano attraverso i solidi ma vengono assorbite dai liquidi. (fig. sotto)

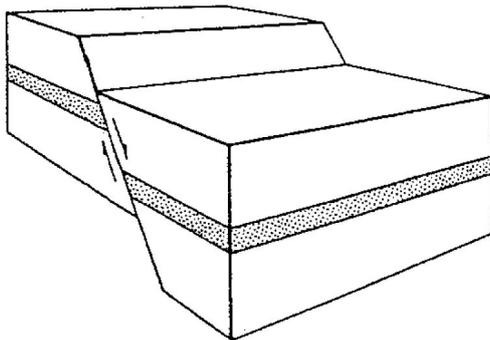


Come si può notare da queste immagini la propagazione delle onde sismiche avviene sia verticalmente che orizzontalmente provocando la rottura del terreno. Di solito queste rotture, ed i conseguenti spostamenti, si hanno lungo linee preferenziali chiamate faglie. La faglia altro non è che una frattura della roccia e la superficie più o meno inclinata lungo la quale avviene il movimento dei due blocchi di roccia è detta piano di faglia.

Le faglie sono essenzialmente di tre tipologie:

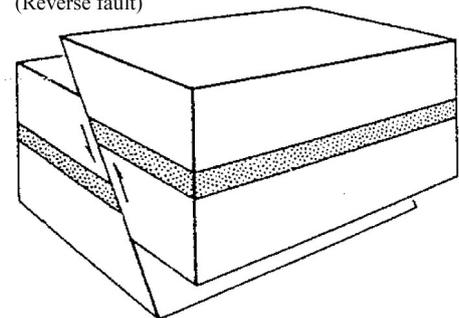
- **Faglia normale o diretta:** In questo tipo di faglia, c'è uno scivolamento del terreno al disopra della parete di faglia rispetto all'altro. (i due blocchi di roccia si allontanano l'uno rispetto all'altro). (fig. 1)
- **Faglia inversa:** In questo tipo di faglia, il blocco roccioso al disopra della parete di faglia sale rispetto all'altro. (i due blocchi di roccia spingono l'uno verso l'altro). (fig. 2)
- **Faglie trascorrenti:** In questo caso, i due blocchi di roccia scorrono uno di fianco all'altro. Considerando il senso di movimento relativo della faglia, si parlerà di faglia trascorrente destra o trascorrente sinistra. (fig. 3)

Faglia normale o diretta  
(Normal fault)



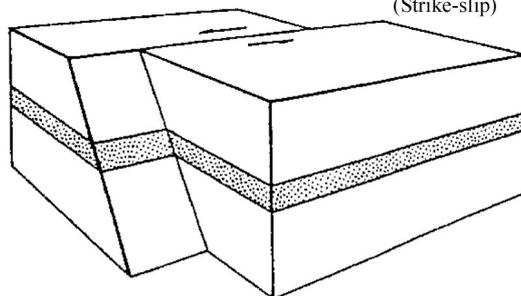
(fig. 1)

Faglia inversa  
(Reverse fault)



(fig. 2)

Faglia trascorrente  
(Strike-slip)



(fig. 3)

Esiste una quarta tipologia di faglia che risulta essere la concomitanza delle tre sopra elencate cioè trascorrente normale e trascorrente obliqua.

## Come si misurano i terremoti

Misurare un terremoto non è una cosa semplice in quanto dipende da diversi fattori (coordinate ipocentro sisma e l'energia liberata all'ipocentro).

Ad oggi vi sono due metodi di misura:

- a) **Scala Mercalli**, dal nome dello scienziato Giuseppe Mercalli (1897) che l'ha ideata, con la quale misuriamo magnitudo o energia del terremoto. **Essa misura l'intensità del terremoto** basandosi su effetti macrosismici (danni a persone e manufatti) ed è quindi una misura molto imprecisa, in quanto i danni rilevati, dipendono anche dalle caratteristiche delle strutture, dalla densità abitativa, dall'importanza artistica di determinati edifici e da altre variabili indipendenti dal terremoto stesso;
- b) **Scala Richter**, dal nome dello scienziato Charles Richter (1935) che l'ha ideata, **con la quale misuriamo l'effetto di un terremoto** basandosi su effetti macrosismici. Essa prevede un confronto matematico tra i tracciati sismici rilevati in più stazioni nel mondo e una campione posta a 100 Km. dall'epicentro. Con questo sistema è stato possibile calcolare l'effettiva potenzialità liberata dai vari terremoti

## SCALA MERCALLI

LIV.	EFFETTO	DEFINIZIONE
0	Strumentale	Sisma molto lieve non percepito dalle persone.
2	Leggerissima	Percepito da persone in riposo nei piani superiori delle case o solo nelle immediate vicinanze.
3	Leggera	Percepito nelle case con oscillazione di oggetti appesi vibrazioni simili al passaggio di autocarri leggeri .
4	Mediocre	Oscillazione di oggetti appesi, movimento di porte e finestre, tintinnio di vetri, vibrazione di vasellami.
5	Forte	Spostamento o rovesciamento di piccoli oggetti instabili, movimento di imposte e quadri, sveglia di persone dormienti, fermata, avviamento, cambiamento del passo di orologi a pendolo.
6	Molto forte	Rottura di vetri, piatti, vetrerie, caduta dagli scaffali di libri ed oggetti, spostamento di mobili, barcollare di persone in moto screpolature di intonaci deboli .Sisma distruttivo su un' area > 20 Km <sup>2</sup>
7	Fortissima	Tremolio di oggetti sospesi, difficile stare in piedi, rotture di mobili. Danni alle murature, rotture di comignoli deboli situati sui tetti. Caduta di intonaci, mattoni, pietre, tegole, cornicioni. Formazione di onde sugli specchi d'acqua. Piccoli smottamenti e scavarnamenti in depositi di sabbia e ghiaia. Forte suono di campane. Risentito dai guidatori di automezzi.
8	Rovinoso	Danni a murature, crolli parziali. Caduta di stucchi e di alcune pareti in muratura. Rotazione e caduta di camini, monumenti, torri, serbatoi elevati. Risentito nella guida di automezzi, rottura di rami di alberi,

		variazioni di portata o temperatura di sorgenti o pozzi. Crepacci nel terreno e sui pendii ripidi.
9	Disastrosa	Panico generale, distruzione di murature, gravi danni ai serbatoi, rottura di tubazioni sotterranee, rilevanti crepacci nel terreno.
10	Distruttrice	Distruzione di gran parte delle murature e delle strutture in legname, con le relative fondazioni. Distruzione di alcune robuste strutture in legname e di ponti, gravi danni a dighe, briglie, argini, gran di frane. Traslazione orizzontale di sabbie e argille sulle spiagge e su regioni piane. Rotaie debolmente deviate.
11	Catastrofica	Rotaie fortemente deviate, tubazioni sotterranee completamente fuori servizio.
12	Ultracatastrofica	Distruzione pressoché totale. Spostamento di grandi masse rocciose. Linee di riferimento deformate, oggetti lanciati in aria.
<p><i>I danni variano notevolmente in funzione della distanza dall'epicentro, dalla natura del terreno e dal tipo di materiali usati nella <u>costruzione degli edifici</u>.</i></p>		

## SCALA RICHTER

LIV.	CARATTERISTICHE
0	Sisma molto lieve
2,5÷3	Scossa avvertita solo nelle immediate vicinanze
4-5	Può causare danni localmente
5	L'energia sprigionata è pari a quella della bomba atomica lanciata su Hiroshima nel 1945
6	Sisma distruttivo in un'area ristretta 10 Km <sup>2</sup> di raggio
7	Sisma distruttivo in un'area di oltre 30 Km <sup>2</sup> di raggio
7-8	Grande terremoto distruttivo magnitudo del terremoto di S. Francisco del 1906
8,4	Vicino al massimo noto energia sprigionata dalle scosse 2 x 10 <sup>25</sup> ergs
8,6	Massimo valore di magnitudo noto, osservato tra il 1900 e il 1950, l'energia prodotta dal sisma è tre milioni di volte superiore a quella della prima bomba atomica lanciata su Hiroshima nel 1945

## Tsunami

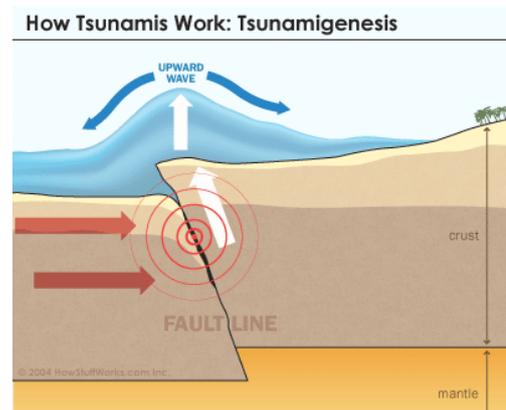
“Tsunami” è una parola giapponese che significa **onda nel porto**. Nel passato gli tsunami venivano anche chiamati **onde di marea** e **onde di mare sismiche**. Entrambe le terminologie non sono corrette. Gli tsunami non sono infatti connessi alle maree (che sono il risultato dell’influenza gravitazionale di corpi extraterrestri), anche se il grado di impatto di uno tsunami sulla linea di costa dipende dal livello della marea al momento in cui lo tsunami colpisce. Anche il termine onde di mare sismiche non è corretto in quanto esso implica un meccanismo di formazione degli tsunami legato ai terremoti, e questo non è sempre il caso in quanto gli tsunami possono essere generati anche da frane, eruzioni vulcaniche, caduta di meteoriti.

Uno tsunami è un’onda di acqua, caratterizzata da una lunghezza d’onda molto grande, generata da una improvvisa importante dislocazione del fondo marino associata con un forte terremoto, una grande frana sottomarina, un’esplosione vulcanica. La natura improvvisa del fenomeno e la sua dimensione lo rendono estremamente pericoloso per le comunità costiere.

Come tutte le onde, anche gli tsunami sono caratterizzati da lunghezza d’onda, ampiezza d’onda, altezza d’onda, frequenza (o periodo) e velocità (Fig.4).



(Fig.4)



(Esempio generazione Tsunami)

L'**altezza d’onda** è la distanza tra il punto più alto e il punto più basso dell’onda.

La **lunghezza d’onda** è la distanza tra due punti posti in uguale posizione sull’onda (per esempio le creste o le fosse). La lunghezza d’onda delle onde oceaniche “normali” è dell’ordine dei 100 metri, quella degli tsunami arriva a 200 km.

L'**ampiezza d’onda** si riferisce all’altezza dell’onda sulla linea di mare calmo (in genere = 1/2 della lunghezza d’onda).

**Frequenza (o periodo)** è il tempo necessario al passaggio di una intera lunghezza d’onda da un punto stazionario.

La **velocità** delle normali onde oceaniche ha valori di 90 km/ora, mentre gli tsunami possono raggiungere velocità 10 volte maggiori. Ovviamente, la velocità di un’onda è uguale alla lunghezza d’onda divisa per il periodo:  $V = l/P$ .

## Come si generano gli tsunami

Nel bacino del Pacifico si verificano, in media, un paio di tsunami distruttivi per anno e un grande, catastrofico tsunami ogni 10-12 anni. Molti di questi sono il risultato di terremoti, ma all'origine di uno tsunami ci può essere qualsiasi fenomeno capace di provocare lo spostamento di porzioni importanti del fondo marino: eruzioni vulcaniche, frane, esplosioni sottomarine, impatto di meteoriti.

**Terremoti** – I terremoti con epicentro in mare o in aree costiere possono causare la formazione di tsunami inducendo spostamenti significativi del fondo marino. La dimensione del terremoto e' in genere legata alla magnitudo del terremoto, ma e' molto importante il senso del movimento, in quanto gli tsunami sono per lo più generati da spostamenti verticali (sollevamento o sprofondamento). Movimenti di tipo trascorrente (con piano di faglia verticale) hanno minore capacità di generare maremoti e, in linea di principio, questi sono associati solo ai terremoti con meccanismo focale di faglia normale o inversa.

**Eruzioni vulcaniche** – I vulcani subaerei che si trovano lungo le zone costiere e i vulcani sottomarini possono indurre la formazione di tsunami in diversi modi. Le eruzioni esplosive di vulcani subaerei possono comportare la formazione e lo scorrimento di colate piroclastiche e colate di fango di grandi dimensioni il cui ingresso in mare può comportare lo spostamento rapido di masse d'acqua consistenti. La formazione di tsunami sarà più probabile nel caso di collassi strutturali del vulcano (sprofondamenti calderici dopo grandi eruzioni esplosive) o di grandi valanghe di detrito sul tipo di quella che ha segnato l'inizio dell'eruzione del Monte St Helens (USA) nel 1980.

**Frane** – Movimenti franosi di qualsiasi origine, purché di grandi massa e velocità, soprattutto quando interessano specchi d'acqua relativamente chiusi (baie, laghi), sono capaci di generare tsunami.

**Esplosioni sottomarine** – Gli esperimenti nucleari effettuati dagli USA nelle isole Marshall negli anni 40 e 50 generarono modesti tsunami.

**Impatto di meteoriti** – Non sono conosciuti esempi osservati o storicamente riportati di tsunami generati dall'impatto di meteoriti, ma gli studi geologici hanno dimostrato che l'impatto di un asteroide sulla punta della penisola dello Yucatan alla fine del Cretaceo abbia prodotto gigantesche onde di tsunami i cui depositi sono stati ritrovati ben all'interno del continente lungo tutto il golfo del Messico.

## Intensità di uno tsunami

Per stabilire l'intensità di uno tsunami si usa la scala Sieberg-Ambraseys, introdotta nel 1927 da August Sieberg e poi modificata da Nicholas Ambraseys nel 1962, che è adottata nei cataloghi europei e che viene qui riprodotta.

1. Molto debole. Onde deboli registrate solo dai mareografi.
2. Debole. Le onde sono notate solo dagli abitanti costieri che hanno esperienza di fenomeni marini. Vengono notate generalmente solo su spiagge molto basse.
3. Abbastanza forte. Osservabile quasi ovunque. Inondazione di spiagge basse e piatte. Piccole barche vengono trascinate sulla spiaggia. Danni lievi alle strutture che si trovano sulla costa. Negli estuari c'è inversione della corrente e risalita del mare lungo l'alveo dei fiumi.
4. Forte. Inondazione della costa fino a una certa profondità. Leggera erosione alla base di strutture esposte. Argini e banchine sono danneggiati. Sulla costa le strutture leggere subiscono danni rilevanti, ma sono danneggiate anche le strutture più solide. Imbarcazioni grandi e piccole trascinate a terra o portate al largo. Le coste vengono ricoperte di detriti trascinati dalle onde.
5. Molto forte. Completa inondazione della costa per una certa profondità. Moli e strutture solide vicino al mare danneggiati. Le strutture leggere sono distrutte. Forte erosione dei terreni coltivati. Le coste sono

ricoperte di detriti e di pesci. Ad eccezione delle grandi navi, tutte le altre imbarcazioni sono trascinate a terra o portate al largo. Forti onde di marea ("bore" in inglese e "mascaret" in francese) risalgono gli estuari. Cantieri portuali danneggiati. Persone muoiono annegate. Onde di maremoto sono accompagnate da un forte boato.

6. Disastroso. Distruzione parziale o completa delle opere costruite dall'uomo, fino a distanza considerevole dalla linea di costa. Inondazione fino a grandi distanze dalla costa. Grandi navi molto danneggiate. Alberi sradicati o spezzati. Si contano molte vittime.



**(Sciara dell'isola di Stromboli che provocò una piccola onda anomala sulle coste della Sicilia tirrenica)**



**(Tsunami in Indonesia 2004)**