

# LEZIONE - 5

# I TERREMOTI



**UNIVERSITÀ DELLA TERZA ETÀ**  
**"Gian Piero Profumi"**  
**ANNO ACCADEMICO 2017-2018**

# TERREMOTO - DEFINIZIONE

(Lat. terrae motus «movimento della terra»)

- ❖ **Seguito di scosse, originatesi da un punto più o meno profondo della crosta terrestre per effetto di fenomeni di natura tettonica o vulcanica, che imprimono un movimento a carattere vibratorio a una zona più o meno estesa della superficie terrestre.**
  - ***Terremoto Sussultorio***, caratterizzato da vibrazioni dirette approssimativamente secondo la **verticale** del luogo d'osservazione.
  - ***Terremoto Ondulatorio***, caratterizzato da vibrazioni in senso **orizzontale**.
  
- ❖ (fig.) **Di persona (specialmente bambino) irrequieta e vivace, che mette tutto sottosopra. "quel ragazzo è un vero t. "**
  
- ❖ (fig.) **Sconvolgimento, mutamento radicale.**

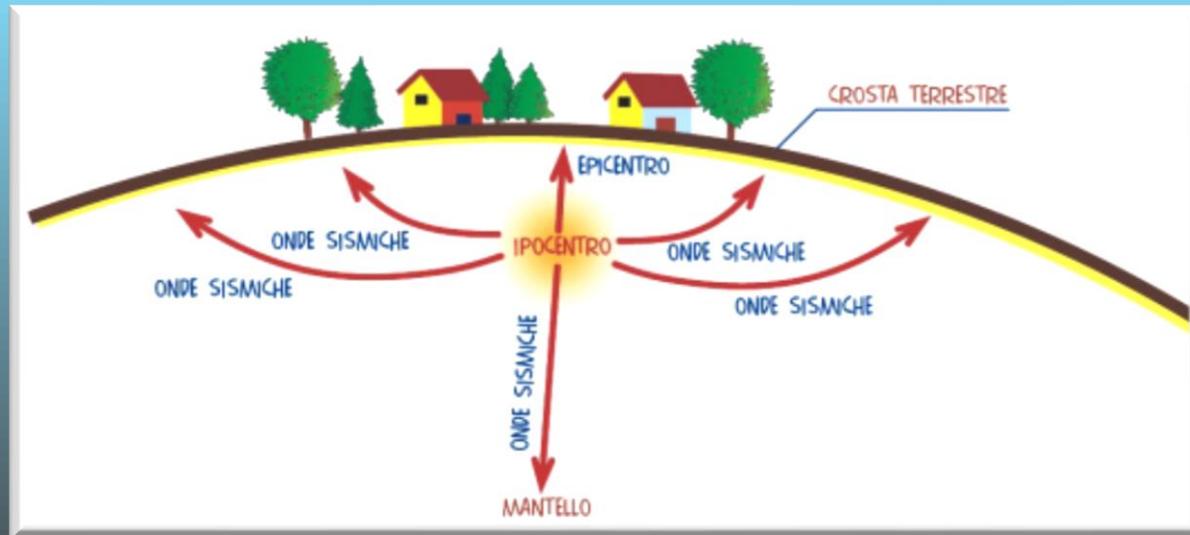
# **ALTRO CHE FENOMENO SPORADICO...!**

- ❖ **In tutta la Terra si verificano circa 1 milione di terremoti mediamente ogni anno!**
- ❖ **... quindi circa 1 ogni 30 secondi !!!**
- ❖ **Per fortuna solo qualche migliaio è abbastanza forte da essere percepito dall'uomo, gli altri sono percepiti solo a livello strumentale.**
- ❖ **Tra questi solo qualche decina è in grado di provocare danni consistenti.**
  
- ❖ **Nel 2016 in Italia 53000 terremoti.**
- ❖ **Nel 2017 in Italia ci sono stati 44459 eventi sismici, in media uno ogni 12 minuti.**

La **SISMOLOGIA** (dal greco **seismos** = terremoto e **logos** = parola) è quella parte della **Geofisica** che studia i movimenti improvvisi dell'interno della Terra, ovvero i **Terremoti**.

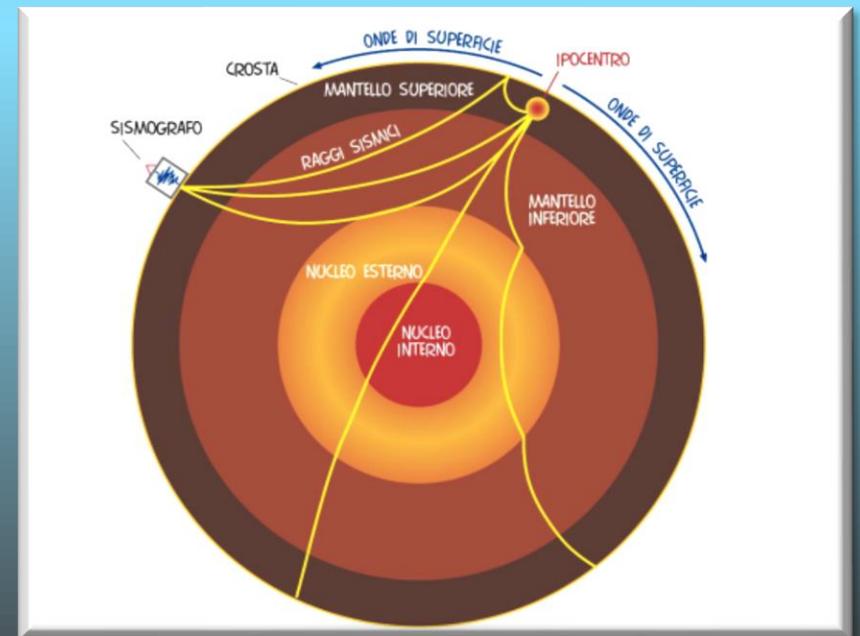
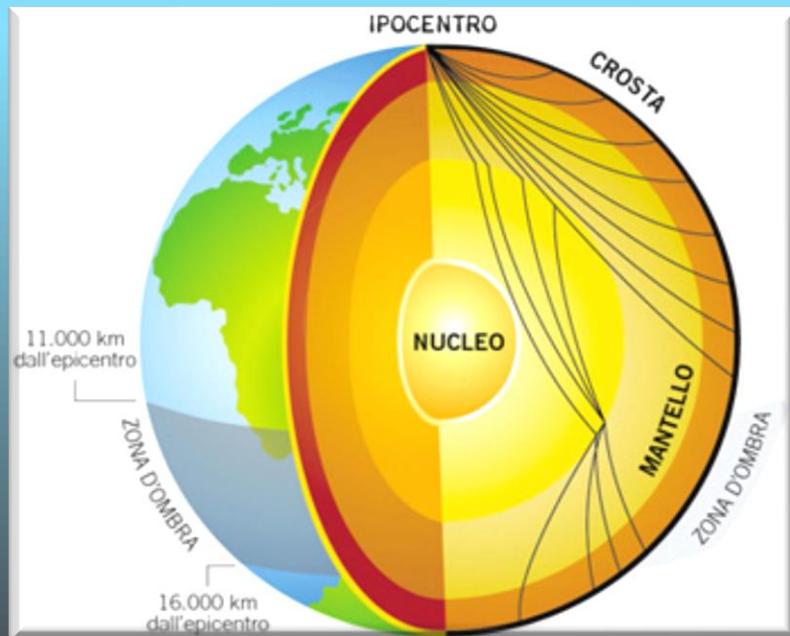
Un terremoto si manifesta come moto vibratorio del terreno che ha origine in un punto più o meno profondo della Terra (**ipocentro o fuoco del terremoto**) da cui si sprigionano onde sismiche o elastiche, e per questo può essere definito anche scossa sismica.

La **GEOFISICA** studia il comportamento fisico della Terra nei suoi tre ambienti (solido, liquido e gassoso).



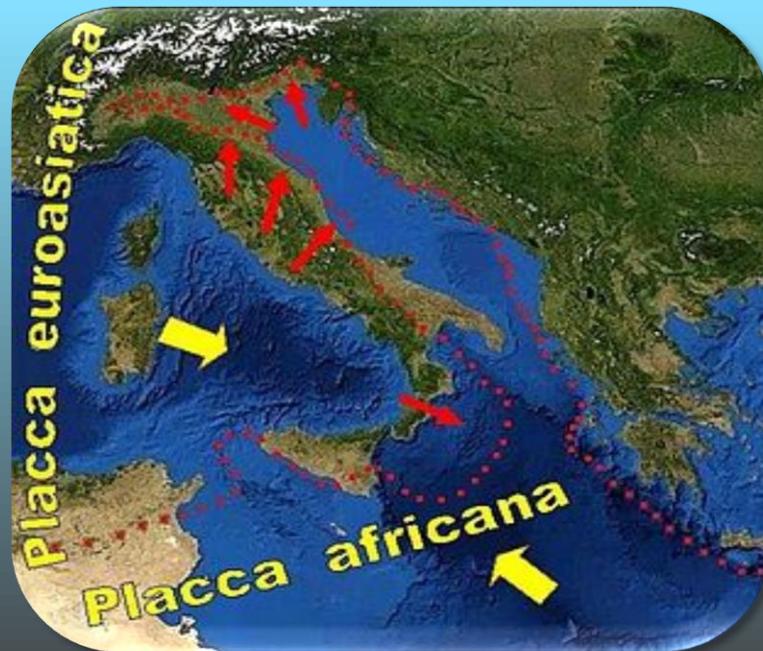
**L'intensità e la vastità degli effetti di un terremoto dipendono strettamente dalla profondità dell'ipocentro, dall'energia liberata e dalle caratteristiche geologiche dell'area interessata.**

**Oltre a produrre effetti sull'uomo e sull'ambiente, le onde elastiche, generate dai terremoti, (ma anche dalle esplosioni artificiali) costituiscono la principale fonte di informazione utilizzabile per lo studio dell'interno della Terra (così come i raggi X si utilizzano per l'esame degli organi interni del corpo umano).**

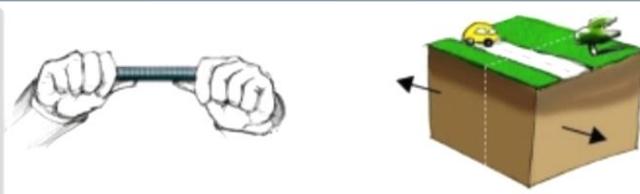


Le rocce che formano la crosta e il mantello sono sottoposte a **sforzi**, detti sforzi tettonici, che sono il risultato dei **movimenti reciproci delle grandi placche** in cui è suddiviso lo strato più superficiale della Terra.

Tali **sforzi** sono **massimi** nelle regioni poste in prossimità dei **confini - margini tra le placche**, come l'Italia ed in generale tutta l'area Mediterranea, e **minimi all'interno delle placche stesse**, come nel Canada, nell'Europa centrale, Africa e Australia.



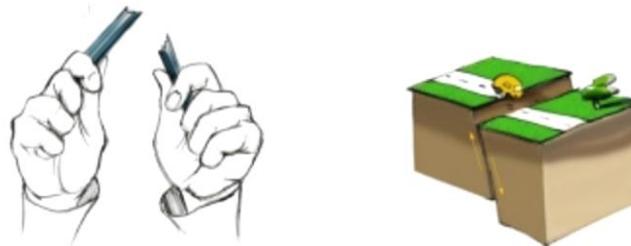
# PERCHÉ AVVENGONO I TERREMOTI



*Situazione di quiete: le forze all'interno della crosta sono in equilibrio.*



*L'equilibrio si altera: le rocce, a causa degli sforzi, si deformano.*



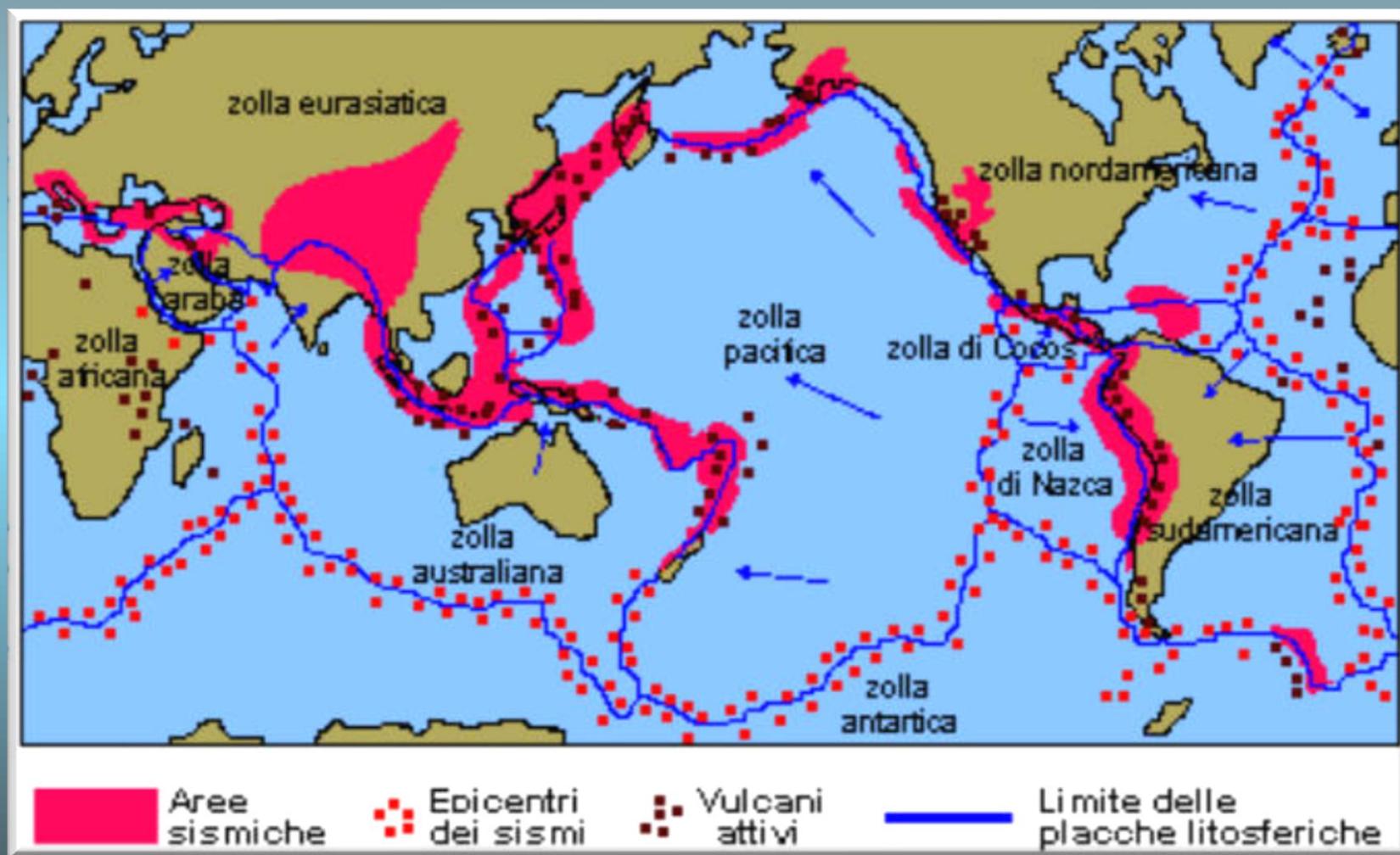
*Il terremoto! Lo sforzo accumulato diventa insostenibile per le rocce che si spezzano, provocando delle deformazioni permanenti.*

# DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DEI TERREMOTI:

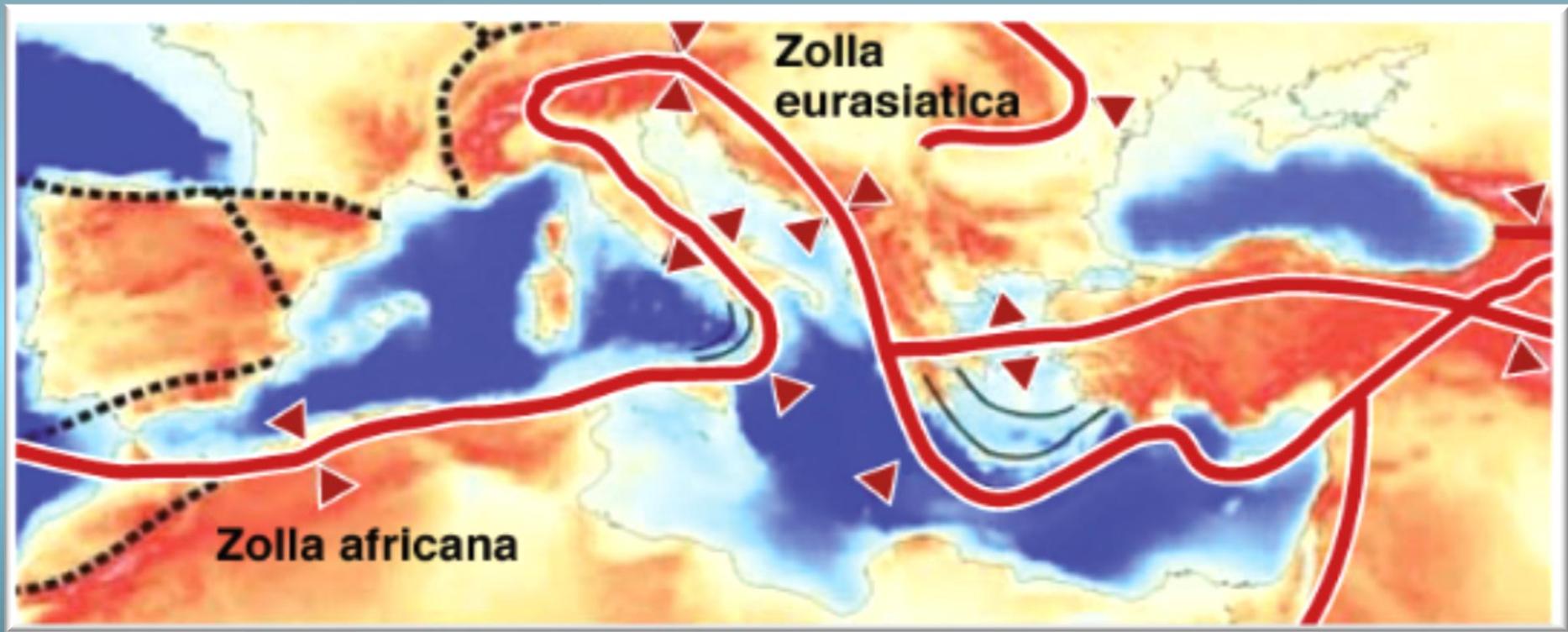
- **Dorsali Oceaniche:** sismicità significativa con ipocentri superficiali;
- **Fosse Oceaniche del Pacifico:** sismicità più intensa e ipocentri distribuiti su di una superficie ideale che scende in profondità fino ai 700 Km (superficie o piano di *Benioff*);
- **Catene montuose** di formazione recente: sismicità forte, ipocentri non oltre i 100 km di profondità.

**Terremoti vulcanici o tremori:** vibrazioni del suolo prodotte dal movimento del magma in risalita (Campi Flegrei – Pozzuoli).

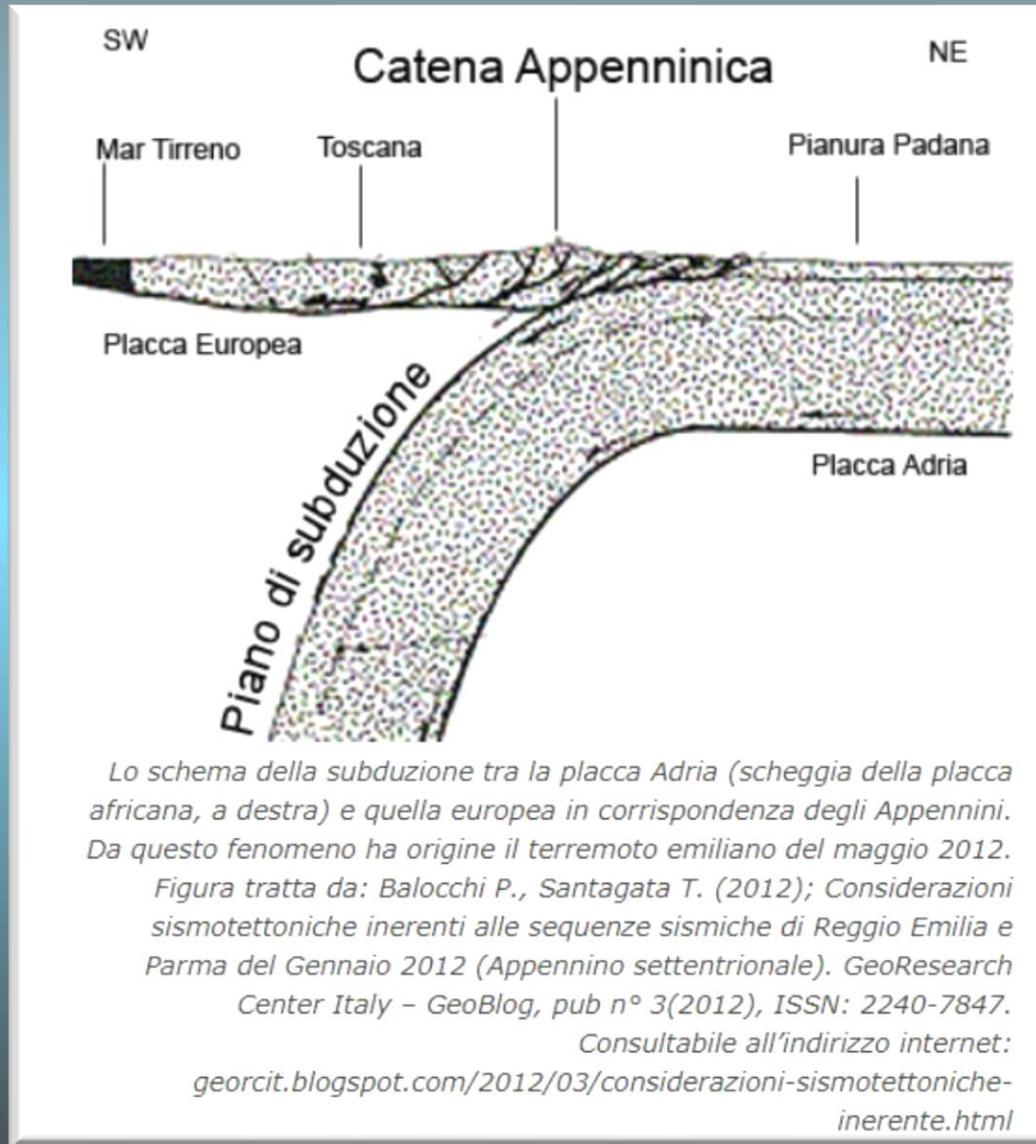
# UBICAZIONE DEI TERREMOTI E PLACCHE



# LE PLACCHE NEL MEDITERRANEO

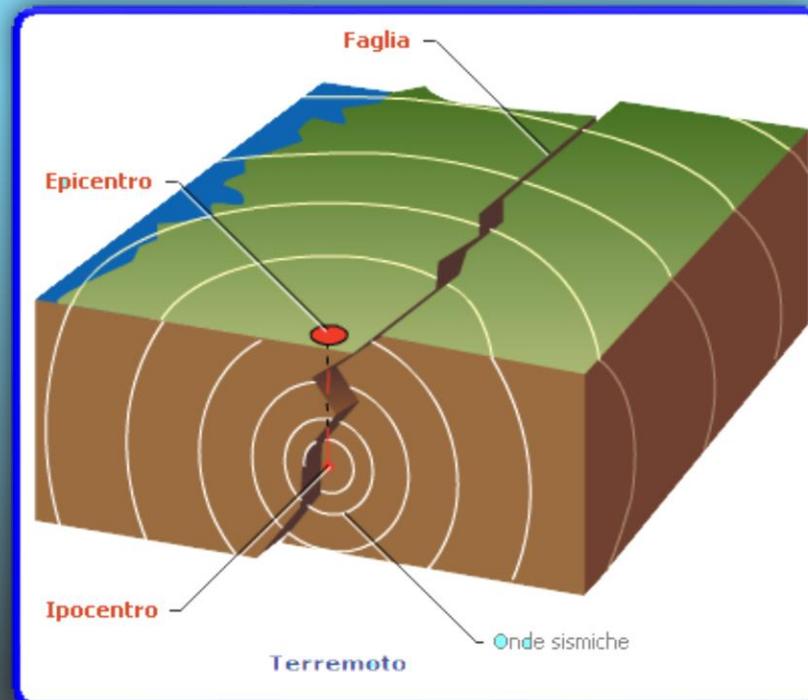


# LE PLACCHE NELL'APPENNININO



**L'IPOCENTRO** è il punto all'interno della Terra dove ha inizio la fratturazione e lo scorrimento dei blocchi rocciosi. La rottura provoca il **rilascio dell'energia accumulata**.

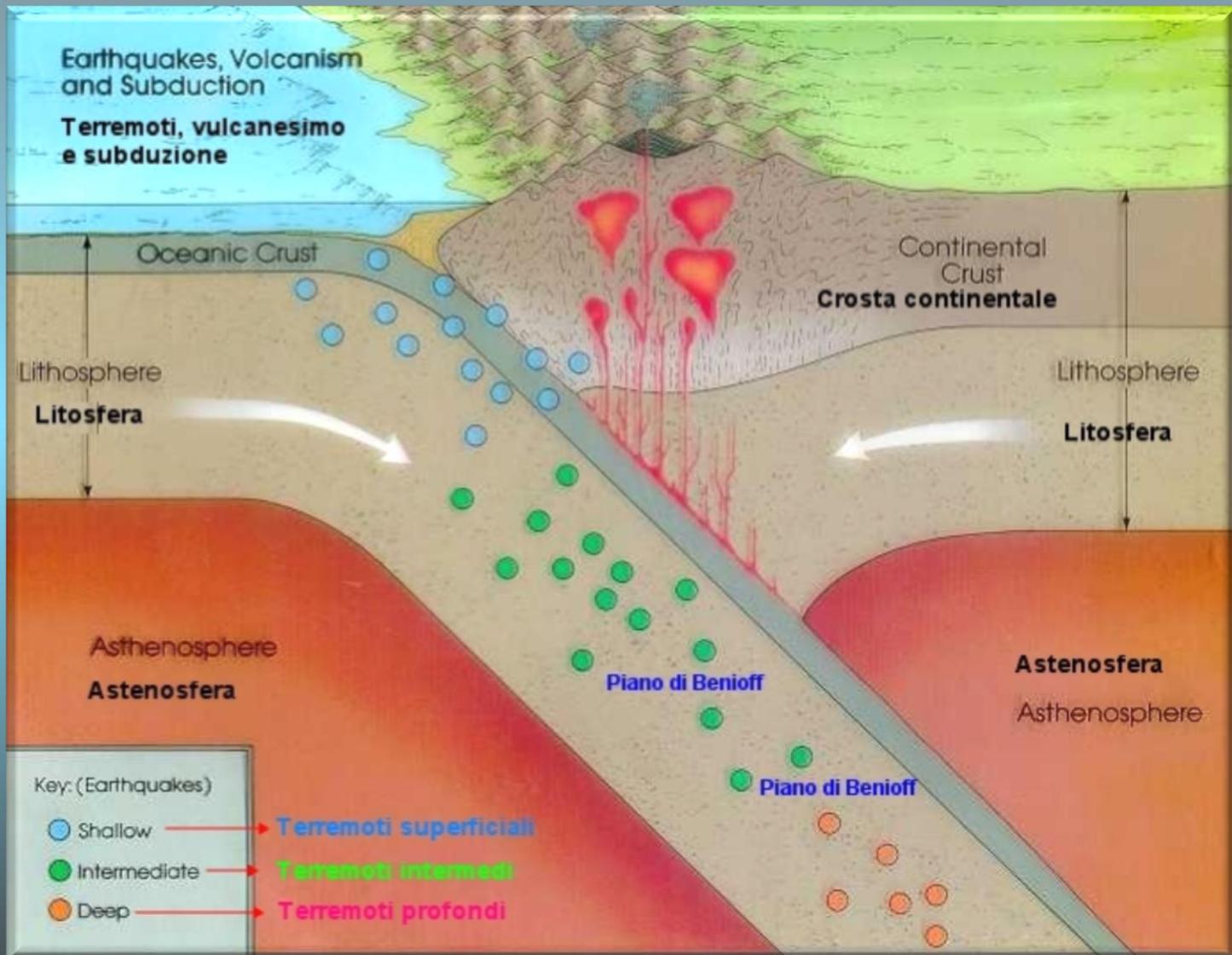
In superficie, in corrispondenza dell'ipocentro si trova **L'EPICENTRO**. In genere, sentiamo parlare soprattutto di quest'ultimo. **Le località più vicine all'epicentro sono quelle dove le scosse sismiche sono maggiormente risentite.**



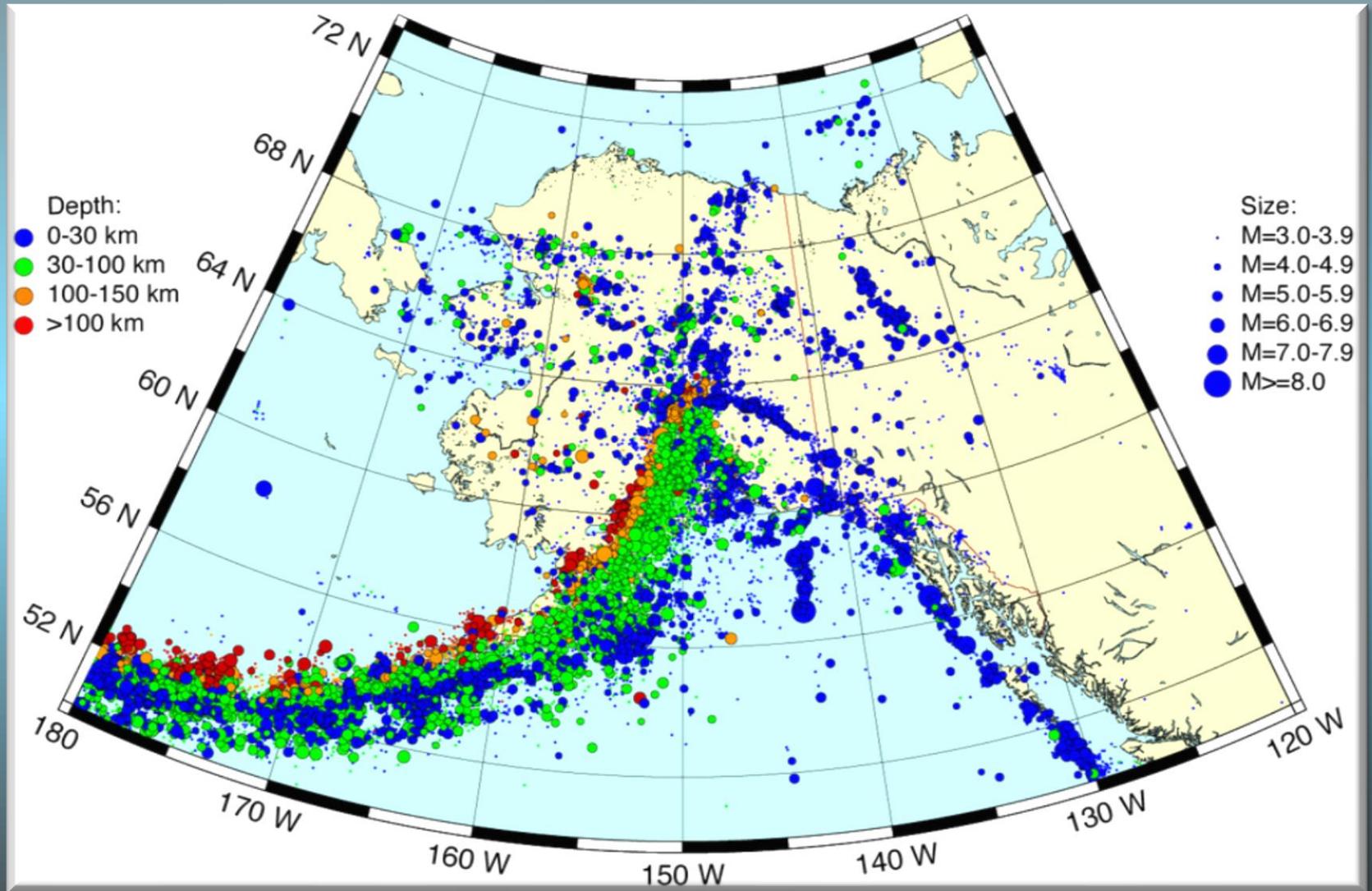
## SECONDO LA PROFONDITÀ DELL'IPOCENTRO UN TERREMOTO È DETTO:

- ❖ **Superficiale**, se la profondità dell'ipocentro non è superiore ai 60/70 Km;
- ❖ **Intermedio**, se la profondità dell'ipocentro va dai 70 ai 300 Km;
- ❖ **Profondo**, se la profondità dell'ipocentro è superiore ai 300 Km.

# SUPERFICIE o PIANO DI BENIOFF



# IPOCENTRI E PROFONDITÀ



# CICLO SISMICO

Il processo che si ripete sistematicamente tra un terremoto ed il successivo si chiama ciclo sismico e comprende i seguenti 4 stadi:

1. **Stadio *Intersismico***. In questo periodo si accumula l'energia elastica per l'azione delle forze tettoniche.
2. **Stadio *Presismico***. La deformazione della roccia arriva al livello critico di resistenza producendo variazioni delle caratteristiche fisiche della roccia stessa.
3. **Stadio *Cosismico***. Si ha il terremoto con liberazione dell'energia elastica e con movimento reciproco dei blocchi rocciosi.
4. **Stadio *Postsismico***. Scosse di assestamento riportano l'area ad un nuovo equilibrio.

# LE ONDE SISMICHE (1)

Il sisma si manifesta con la propagazione dall'ipocentro di varie onde d'urto elastiche, tra le quali particolare importanza rivestono le onde **P** e le onde **S**.

**Le Onde P** (dal latino *primae*, perché essendo più veloci arrivano prima) si propagano attraverso successioni di dilatazioni (aumento di volume) e di compressioni (diminuzione di volume) della roccia. Questo si traduce, sulla superficie terrestre, nel rapido innalzamento ed abbassamento del suolo che vibra con un movimento definito **sussultorio**. **Qualunque tipo di terreno è in grado di trasmettere queste onde.**

**Le onde S** (*secundae*) si propagano attraverso deformazione della roccia. Esse si comportano come una corda di violino che, se pizzicata in un punto qualsiasi, propaga la vibrazione al suo capo opposto, attraverso oscillazioni perpendicolari al senso del moto. **Le onde S quindi avanzano nel terreno dando vita a vibrazioni della superficie terrestre di tipo ondulatorio, e si trasmettono esclusivamente nei corpi solidi.**

# LE ONDE SISMICHE (2)

Le **onde sismiche** possono essere registrate attraverso apparecchi detti **sismografi**. Il sismografo traccia un grafico, **sismogramma**, che permette di conoscere ogni tipo di terremoto. Da questi valori si può risalire alla posizione dell'epicentro e alla profondità dell'ipocentro. Il **sismogramma** è la rappresentazione grafica delle vibrazioni provocate dal terremoto; esistono 3 tipi di onde sismiche:

- ✓ **Onde primarie**
- ✓ **Onde secondarie**
- ✓ **Onde lunghe (o superficiali)**

**Le onde primarie (P)** sono le prime ad essere percepite dal sismografo perché sono le **più veloci**; esse fanno vibrare le particelle della roccia nella stessa direzione di propagazione dell' onda.

**Le onde secondarie(S)** sono registrate seconde nel sismografo perché hanno una **velocità inferiore a quelle primarie**; esse fanno vibrare le particelle della roccia in direzione perpendicolare a quella di propagazione dell' onda.

**Onde lunghe (L)**. Quando le onde P e S arrivano in superficie, generano le onde lunghe; esse sono responsabili delle scosse più violente.

# LE ONDE SISMICHE (3)

Le principali onde sismiche o elastiche sono **P** (primae - longitudinali) e **S** (secundae - trasversali). Le onde **P** sono caratterizzate da un moto vibratorio del materiale elastico nella direzione in cui si propagano, cioè viaggiano attraverso il materiale roccioso determinando in esso una successione di compressioni e dilatazioni; le onde **S** presentano, invece, un moto vibratorio del materiale elastico in direzione perpendicolare alla direzione di propagazione.

Le onde **P** viaggiano a una velocità che è circa 1,7 volte superiore a quella delle onde **S**; pertanto le onde **P** precedono le onde **S** nelle registrazioni sismografiche (da cui le definizioni primae e secundae).

Le onde **P** (primarie), sono le prime a giungere in superficie e a essere registrate dai sismografi, propagandosi a una **velocità compresa tra 6,2 e 8,2 km/sec**, a seconda della densità dei materiali che attraversano.

Le onde **S** (secondarie) perché, **essendo più lente delle onde P (3,6-4,7 km/sec)** giungono in superficie per seconde. Le onde **S** non si propagano nei liquidi e questa circostanza ha permesso di ipotizzare la presenza all'interno della Terra di un nucleo esterno liquido.

# LE ONDE SISMICHE (4)

**Onde P, o longitudinali**, onde di pressione che fanno comprimere e dilatare la roccia lungo la propria direzione di propagazione, **a completa somiglianza di quanto avviene con una molla cilindrica che viene dapprima tesa e quindi lasciata andare;**

**Onde S, o trasversali**, onde di stiramento che fanno vibrare la roccia lateralmente rispetto alla direzione del loro percorso, **in modo analogo a ciò che si verifica quando scuotiamo una fune tesa;**

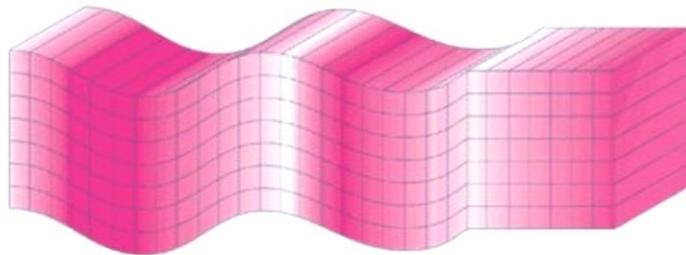
**Onde L, o superficiali**, che, a differenza delle onde P ed S – da noi chiamate per semplicità **onde di profondità** (anche se si dovrebbe parlare, a rigore, di "onde di volume") – si propagano soltanto in superficie, producendo uno scuotimento orizzontale del terreno (**onde di Love**) e, **nel contempo**, oscillazioni ellittiche simili a quelle delle onde marine (**onde di Rayleigh**); **si noti che è proprio il moto orizzontale e verticale prodotto dalle onde superficiali quello maggiormente percepito e devastante nel corso di un qualsiasi terremoto che avvenga sulla Terra.**

# TIPI DI ONDE SISMICHE

*Onde di profondità*

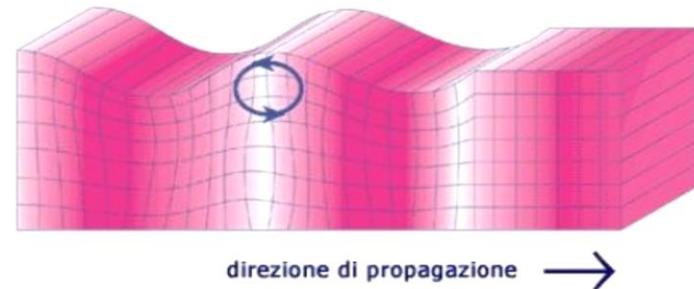


*Onde P*

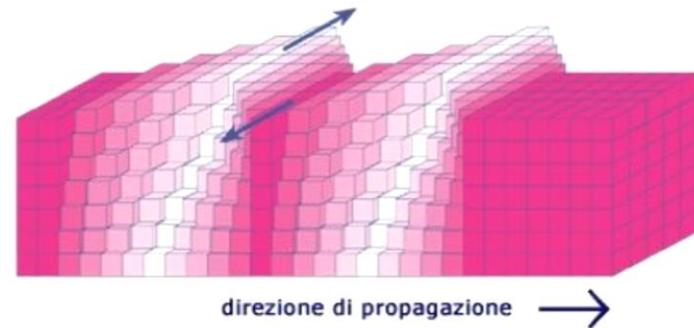


*Onde S*

*Onde di superficie*



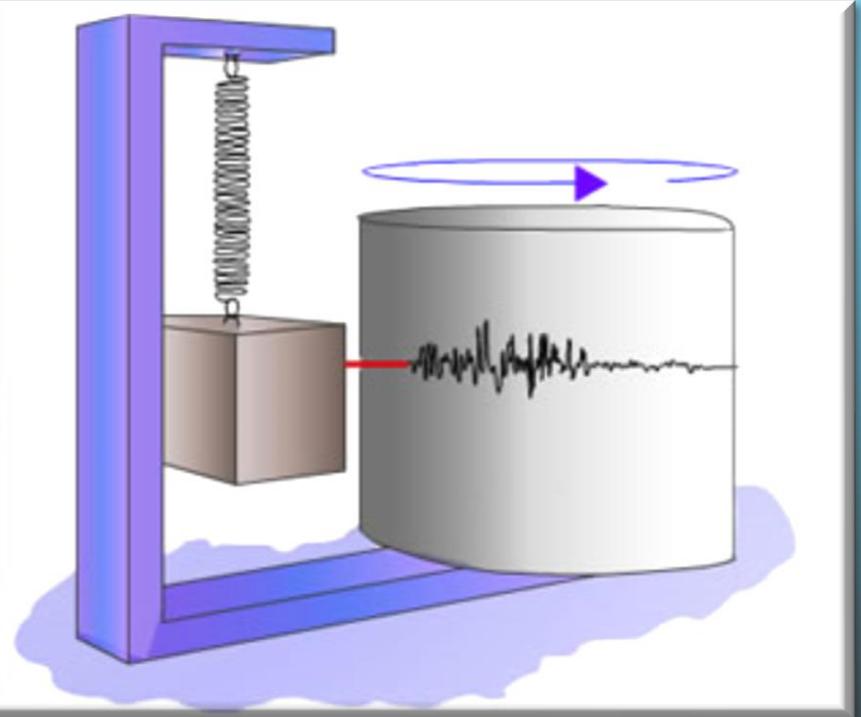
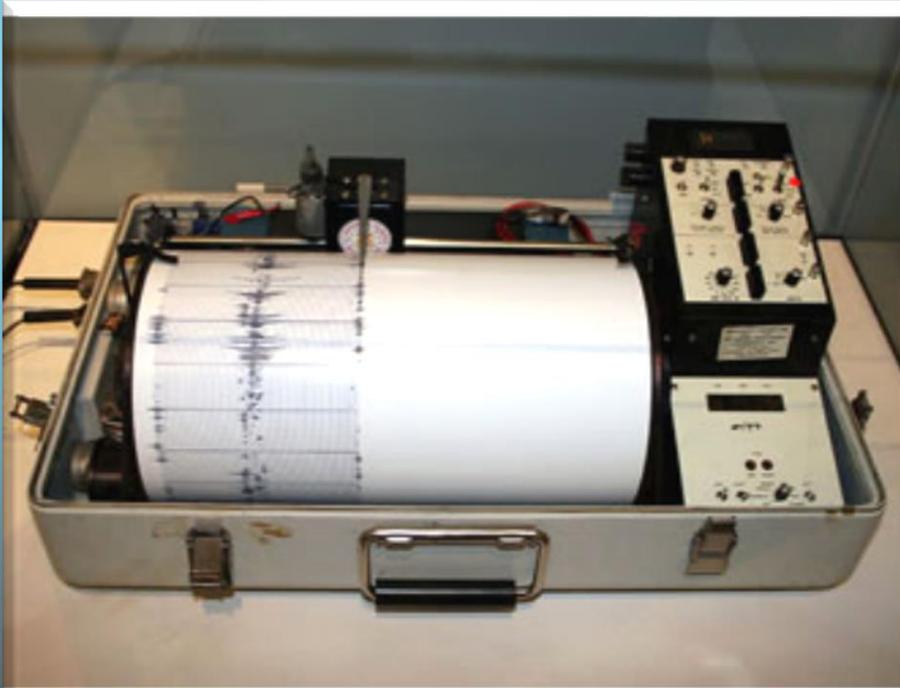
*Onde di Rayleigh*



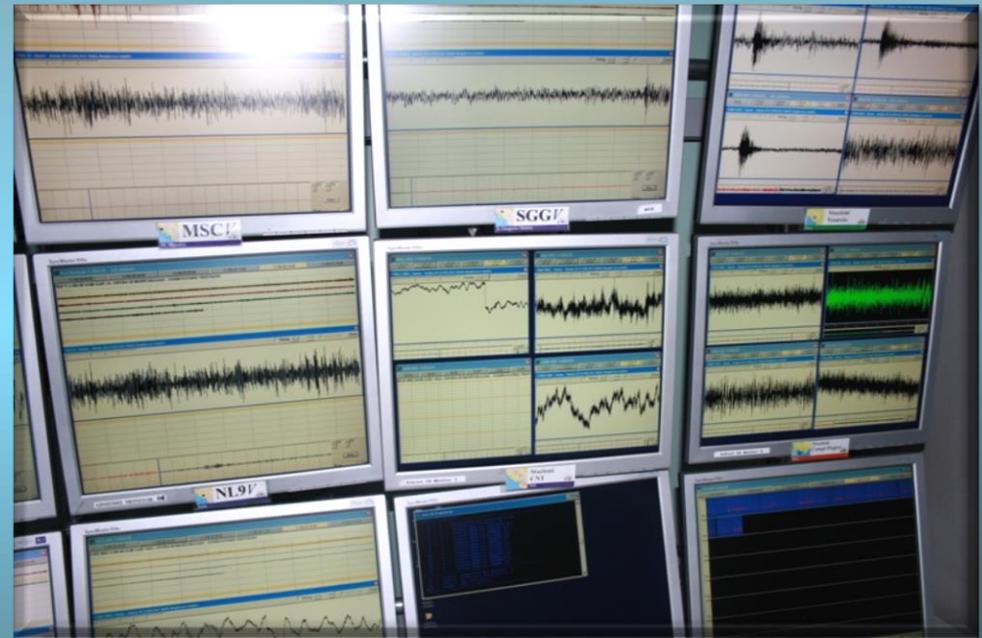
*Onde di Love*

# GLI STRUMENTI DI MISURA – I SISMOGRAFI

Il **Sismografo** è uno strumento che viene utilizzato per registrare i fenomeni sismici ed è costituito da una serie di elementi che consentono la rappresentazione grafica dell'andamento del segnale dei movimenti della Terra nel tempo, il **sismogramma**.



# GLI STRUMENTI DI MISURA I SISMOGRAFI



# SISMOGRAMMA

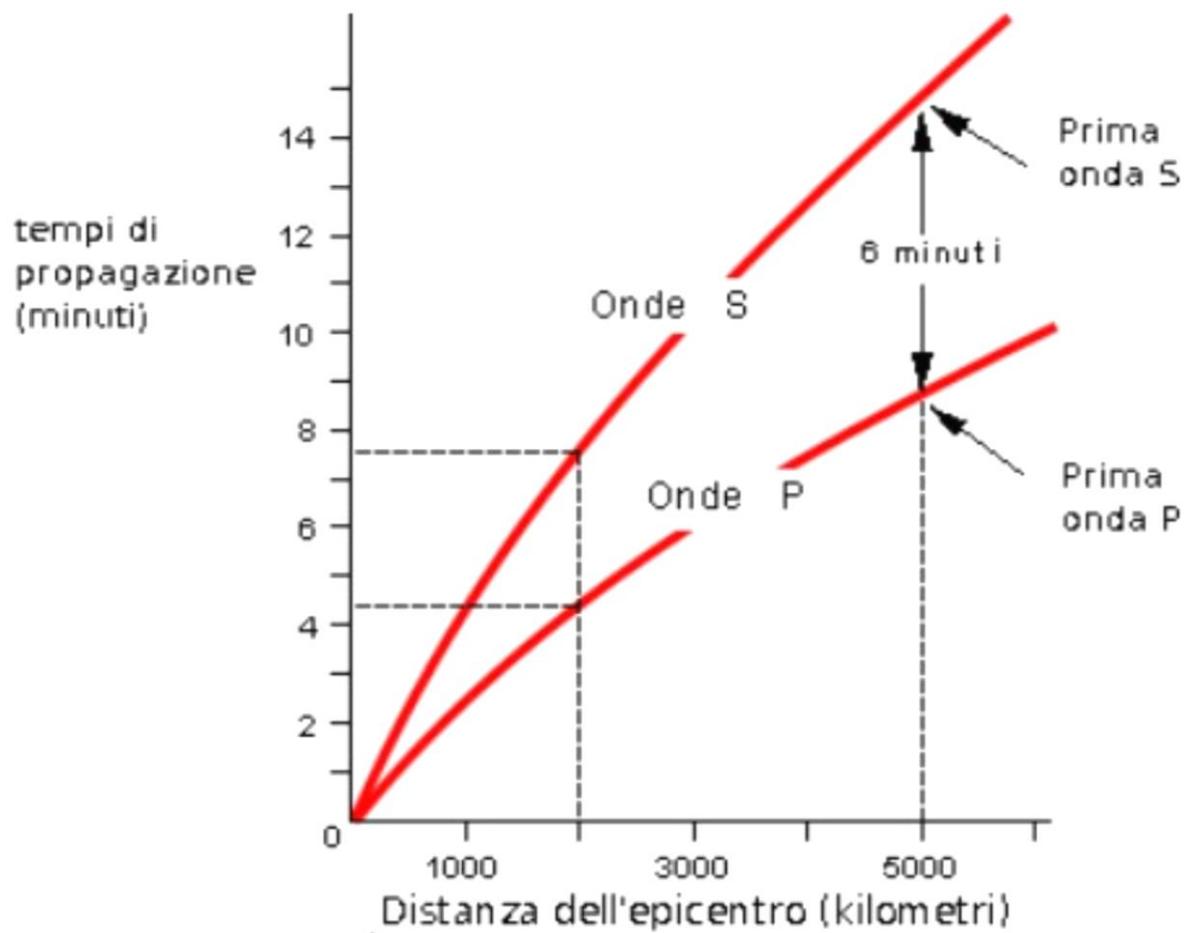
Registrazione del movimento sismico.

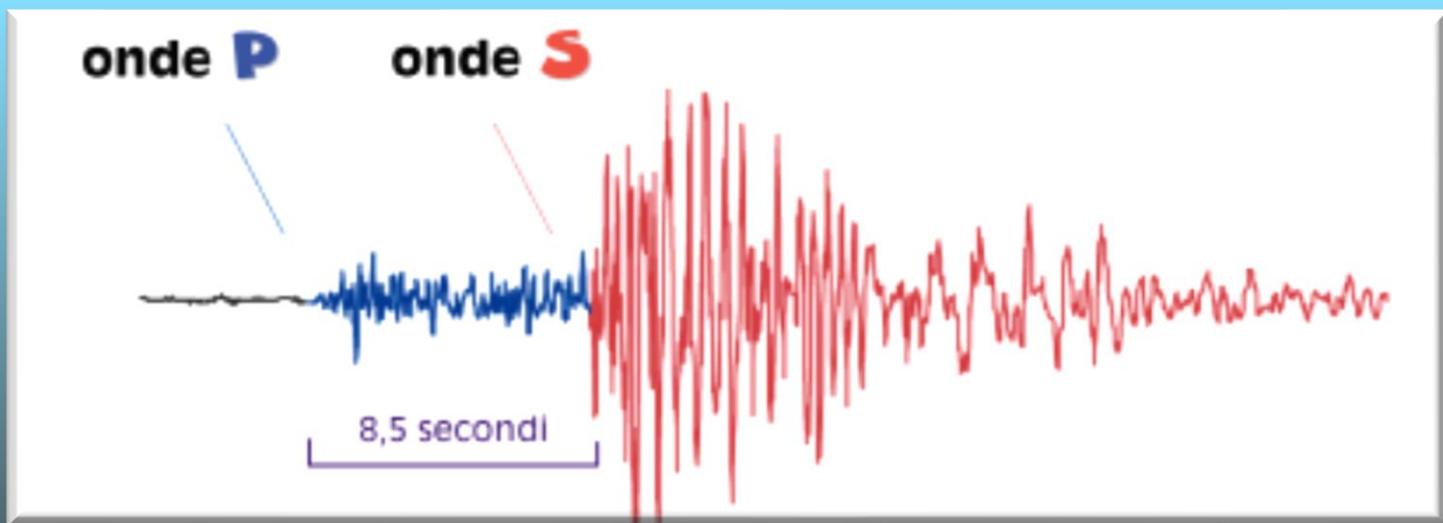
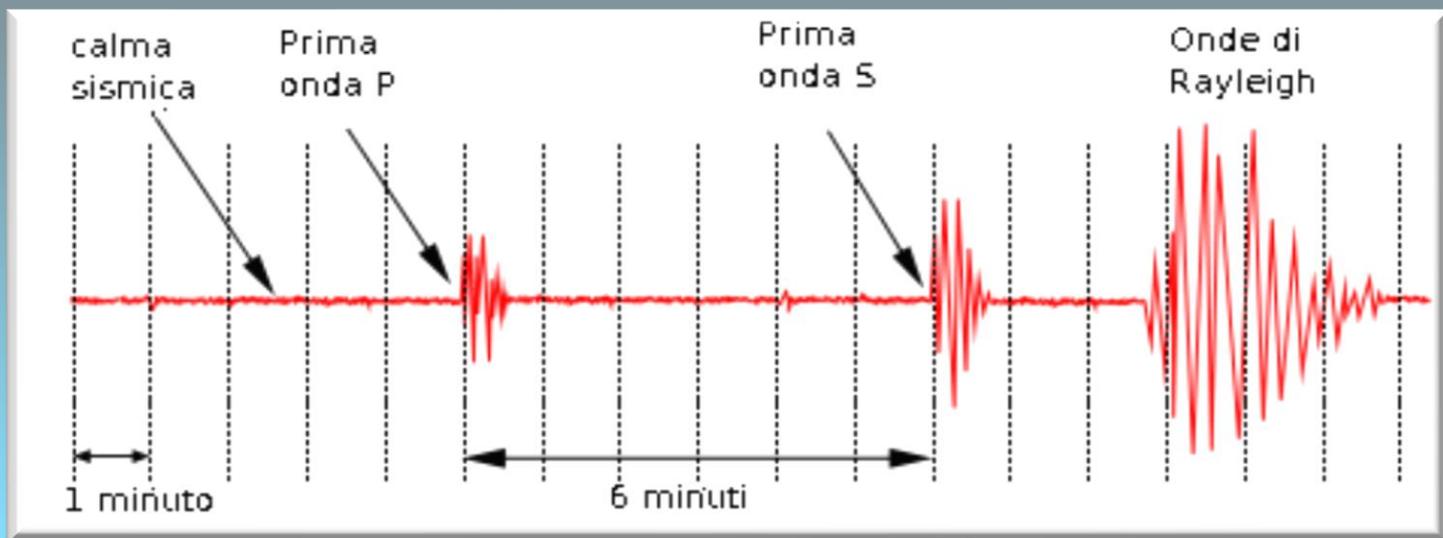
In ogni sismogramma si riconosce una struttura fondamentale:

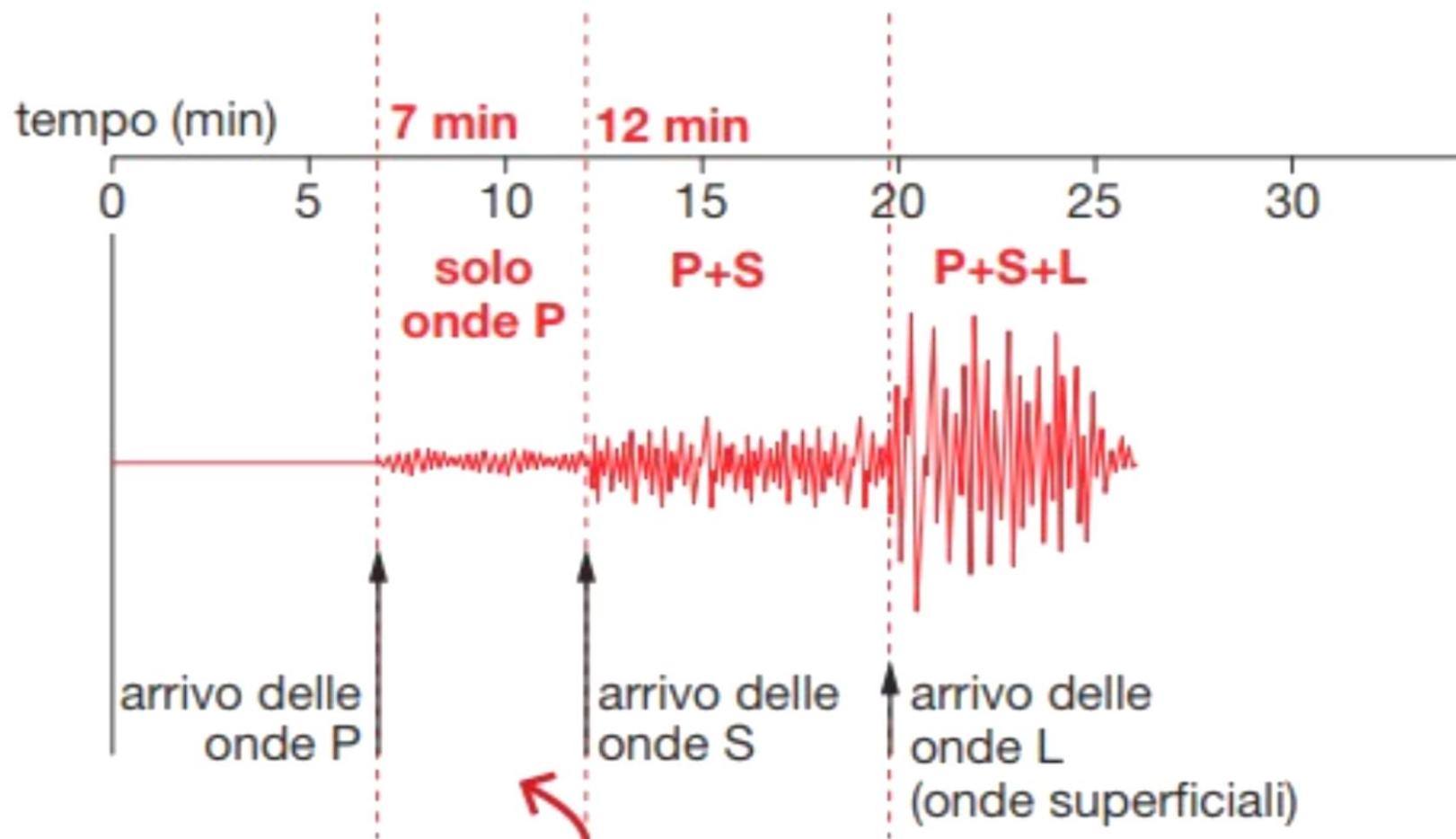
1. Prima parte: **arrivo delle onde P**
2. Parte centrale: **arrivo delle onde S** che si sovrappongono alle onde P
3. Coda: **onde superficiali. R e L**

**DALLA LETTURA DEI SISMOGRAMMI SI POSSONO RICAVERE:**

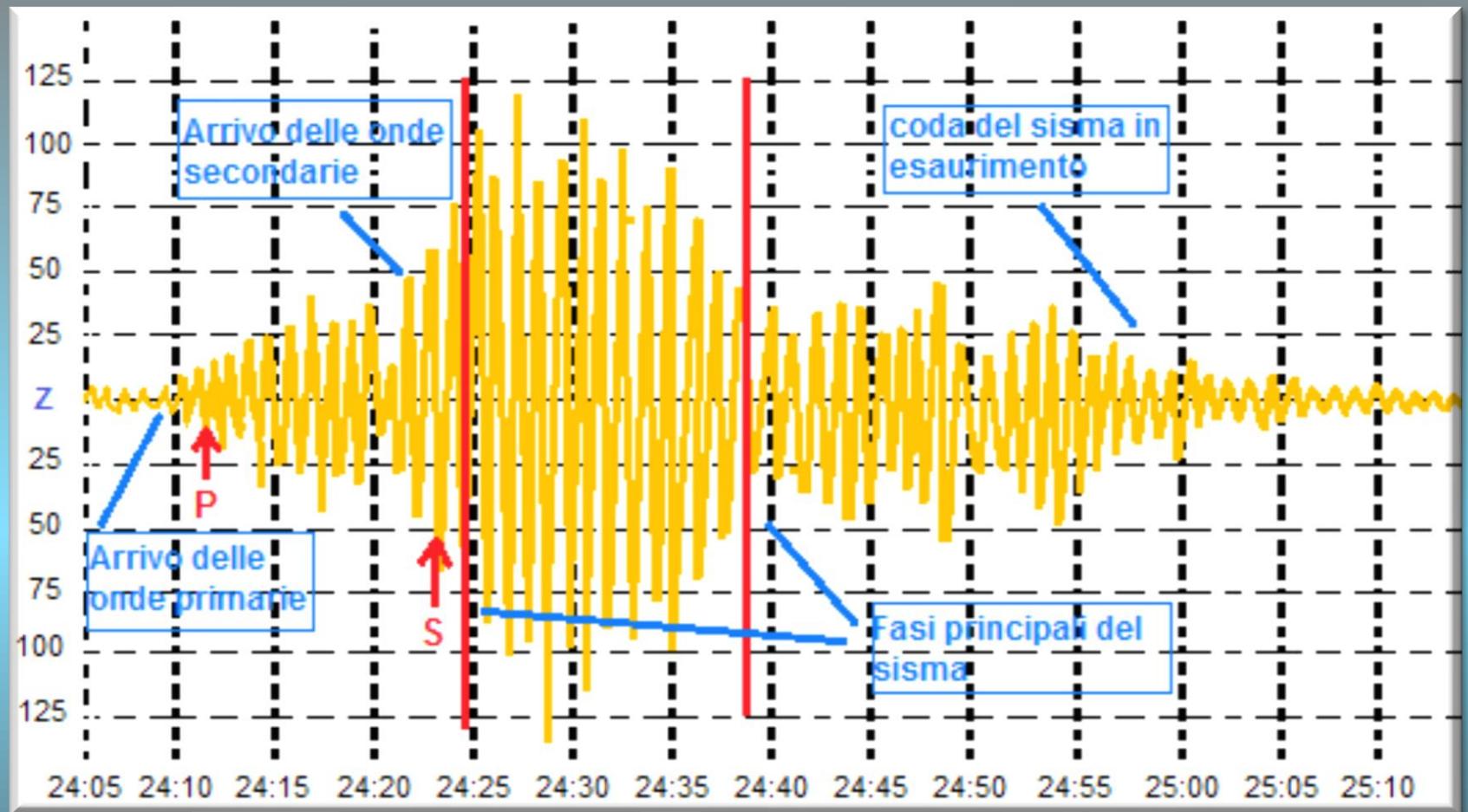
- ✓ La potenza,
- ✓ La durata,
- ✓ La posizione dell'epicentro (bastano 3 stazioni),
- ✓ La profondità dell'ipocentro (con almeno 10 stazioni),
- ✓ La direzione e l'ampiezza del movimento della faglia,
- ✓ L'orientamento e l'estensione della faglia stessa.







In questo caso il sismogramma ha rilevato un ritardo delle onde S rispetto alle onde P di 5 minuti (12 - 7).



**Qui sopra è schematizzata la lettura di un sismogramma, il quale è la registrazione di un'onda sismica prodotta da una sorgente naturale o artificiale, e registrata dalla stazione sismica.**

# LOCALIZZAZIONE DI UN TERREMOTO

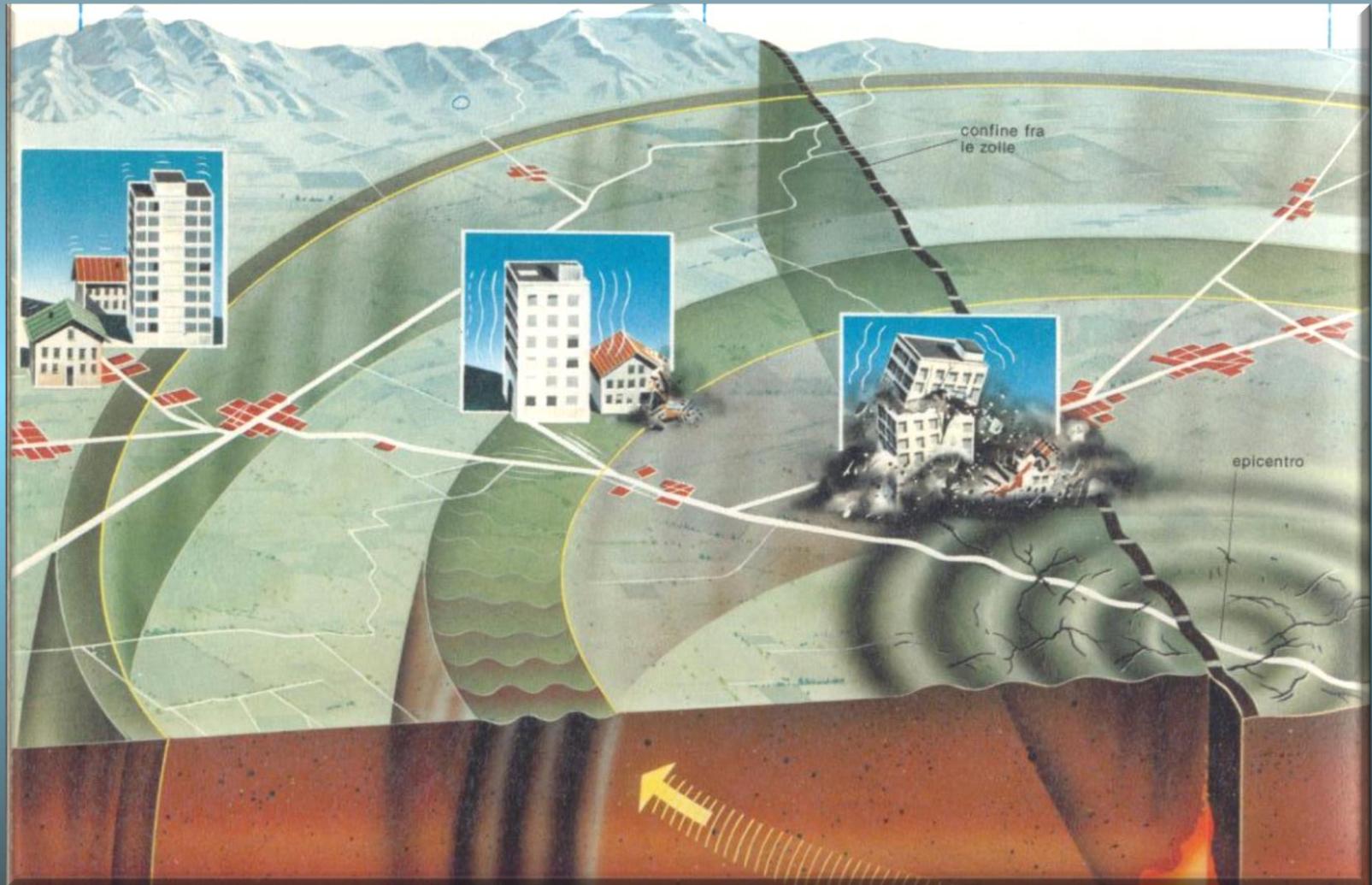
In meno di un'ora da un terremoto si è in grado di localizzare il suo epicentro. Come si arriva ad una localizzazione tanto rapida e precisa?

Le onde **P** si propagano più rapidamente delle onde **S** ed è proprio questa proprietà che permette di localizzare un sisma. Le onde sismiche sono registrate in molte zone del globo tramite strumenti detti **sismografi**.

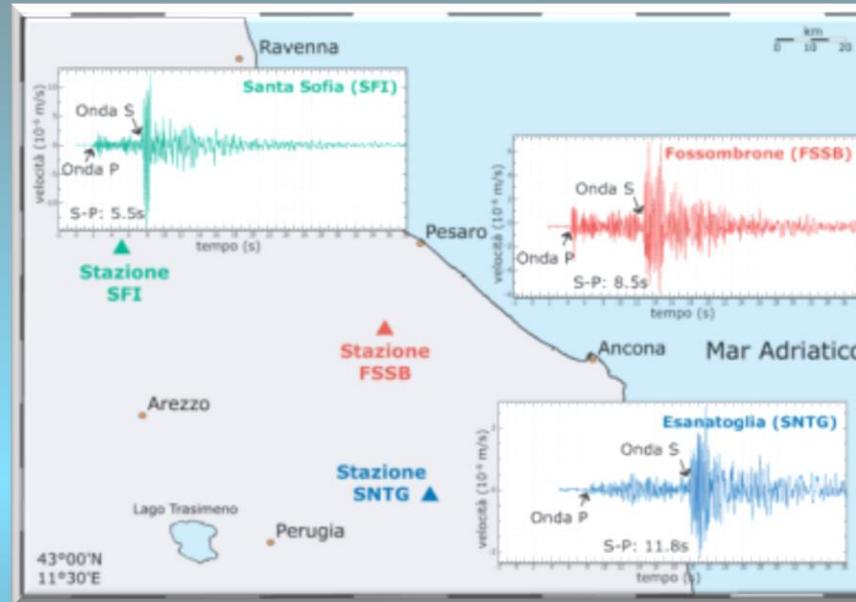
In modo approssimativo si può dire che **sono apparecchi in grado di "sentire" le vibrazioni della roccia**; queste vibrazioni sono trasmesse ad un ago che le "scrive" su un cilindro che ruota a velocità costante.

Se si hanno a disposizione le registrazioni di un evento sismico di **almeno tre stazioni** è possibile individuare l'epicentro nel punto di intersezione tra le circonferenze con raggio pari alla distanza calcolata e centro nella posizione delle stazioni di misura.

# LOCALIZZAZIONE DI UN TERREMOTO

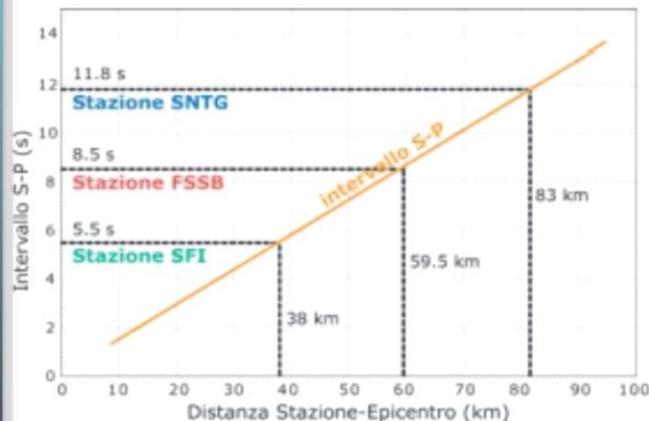


# LOCALIZZAZIONE DI UN TERREMOTO



## 1. Misura dell'intervallo S-P

Su ciascun sismogramma misuriamo la differenza tra il tempo di arrivo delle **onde P** e quello delle **onde S** in secondi (**intervallo S-P**). L'intervallo S-P indica la distanza della stazione dal terremoto così come il tempo che intercorre tra la luce del lampo e il rumore del tuono indica la distanza dal temporale.



## 2. Calcolo della distanza

Osservando e analizzando molti terremoti, conosciamo la relazione tra l'intervallo S-P e la **distanza** tra ciascuna stazione sismica e il terremoto. Possiamo quindi convertire ciascuna misura dell'intervallo S-P in distanza, utilizzando un grafico come questo.

# LOCALIZZAZIONE DI UN TERREMOTO

## 3. Determinazione dell'epicentro

Una volta nota la distanza del terremoto dalle tre stazioni, possiamo determinare l'epicentro.

Tracciamo attorno a ciascuna stazione un cerchio di raggio pari alla distanza stazione-epicentro. Il terremoto è avvenuto nel punto in cui i **tre cerchi** si intersecano.



# MISURARE UN TERREMOTO

## RICHTER e MERCALLI

L'**ENERGIA** del terremoto o *Magnitudo* viene misurata con la *Scala Richter*.

Con la *Scala Mercalli* viene, invece, indicata l'**INTENSITÀ** del terremoto, sulla base delle osservazioni degli effetti, delle scosse sismiche, sui manufatti umani.

# SCALA MERCALLI e SCALA RICHTER

**La scala Mercalli** è stata sviluppata nel 1902 e modificata nel 1931. Indica l'intensità di un terremoto su una scala da I a XII. I valori attribuiti ad un terremoto, secondo la scala Mercalli, sono determinati da due quantità: **l'ampiezza dei danni causati da un sisma e la percezione che la popolazione ha del terremoto**. Si tratta di una valutazione che fa riferimento *ad una certa dose di soggettività*. Inoltre, la percezione della popolazione e l'ampiezza dei danni variano in funzione della distanza dall'epicentro.

**La scala di Richter** nasce nel 1935. Ci fornisce quella che chiamiamo la magnitudine o magnitudo di un terremoto, calcolata a partire dalla quantità di **energia** liberata all'ipocentro. L'energia si misura su una scala logaritmica senza limite superiore (aperta); a tutt'oggi il terremoto più forte ha raggiunto 9,5 sulla scala Richter (in Cile, nel 1960). Con questa scala si ha un **valore obiettivo**: dato un terremoto questo si qualifica con un solo numero.

# STIMIAMO LA GRANDEZZA DI UN TERREMOTO...

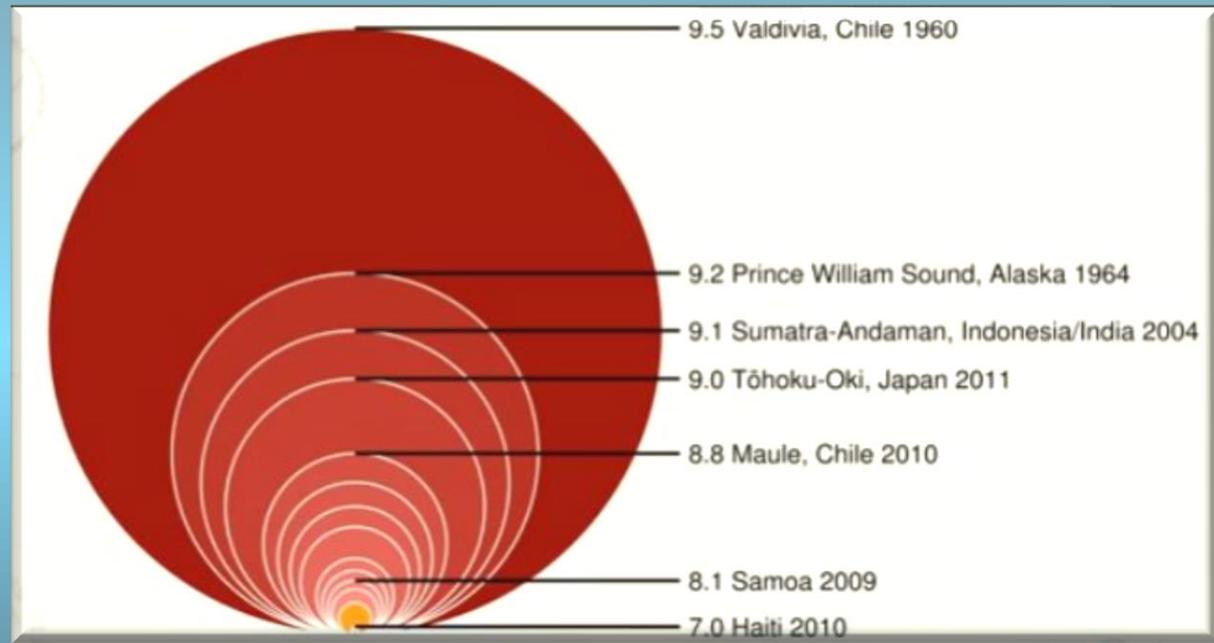
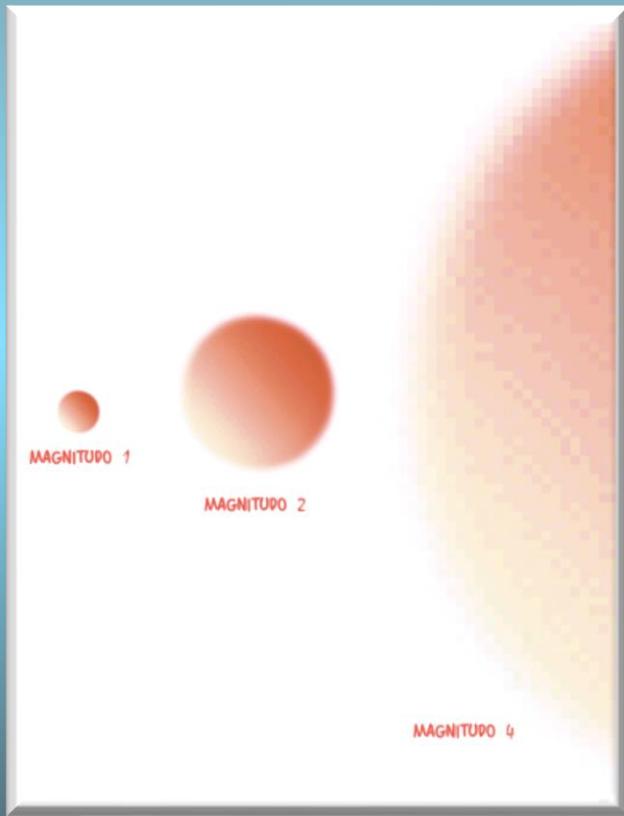
Per indicare quanto sia stato forte un terremoto vengono utilizzate due definizioni differenti: la magnitudo e l'intensità.

La **MAGNITUDO** è stata definita nel 1935 dal famoso sismologo **Charles Francis RICHTER** come **misura oggettiva della quantità di energia elastica emessa** durante un terremoto.

La magnitudo può essere calcolata a partire dall'ampiezza delle onde sismiche registrate dai sismografi, ed è espressa attraverso un numero puro. In omaggio a C.F. Richter, si parla di magnitudo "Richter", o impropriamente di "Scala Richter".

**Ogni incremento di una unità di magnitudo corrisponde ad un incremento di 30 volte dell'energia emessa.** I terremoti più piccoli percettibili dall'uomo hanno una magnitudo intorno a 2,5, mentre quelli che possono provocare danni alle abitazioni e vittime hanno generalmente una magnitudo superiore a 5,5.

# INCREMENTI DELLA MAGNITUDO



# LA SCALA RICHTER

| Magnitudo | TNT equivalente                | Frequenza             |
|-----------|--------------------------------|-----------------------|
| 0         | 1,0 chilogrammo                | circa 8.000 al giorno |
| 1         | 31,6 chilogrammi               |                       |
| 1,5       | 178,0 chilogrammi              |                       |
| 2         | 1,0 tonnellata                 | circa 1.000 al giorno |
| 2,5       | 5,6 tonnellate                 |                       |
| 3         | 31,6 tonnellate                | circa 130 al giorno   |
| 3,5       | 178,0 tonnellate               |                       |
| 4         | 1.000,0 tonnellate             | circa 15 al giorno    |
| 4,5       | 5.600,0 tonnellate             |                       |
| 5         | 31.600,0 tonnellate            | 2-3 al giorno         |
| 5,5       | 178.000,0 tonnellate           |                       |
| 6         | 1,0 milione di tonnellate      | 120 all'anno          |
| 6,5       | 5,6 milioni di tonnellate      |                       |
| 7         | 31,6 milioni di tonnellate     | 18 all'anno           |
| 7,5       | 178,0 milioni di tonnellate    |                       |
| 8         | 1,0 miliardo di tonnellate     | 1 all'anno            |
| 8,5       | 5,6 miliardi di tonnellate     |                       |
| 9         | 31,6 miliardi di tonnellate    | 1 ogni 20 anni        |
| 10        | 1.000,0 miliardi di tonnellate | Mai registrata        |

# INTENSITÀ

**L'INTENSITÀ** di un terremoto quantifica e classifica esclusivamente gli effetti provocati sull'ambiente, sulle cose e sull'uomo.

**Pertanto, a differenza della magnitudo, per uno stesso terremoto essa può assumere valori diversi in luoghi diversi.**

**Di norma l'intensità diminuisce con l'aumentare della distanza dall'epicentro.**

**L'intensità di un terremoto viene espressa con la scala MCS (Mercalli – Cancani – Sieberg), più nota come SCALA MERCALLI, dal nome del sismologo italiano dell'inizio del XX secolo che ha proposto una scala basata sugli effetti dei terremoti, che si compone di dodici gradi.**

**In genere l'uomo avverte terremoti a partire dal III grado, dal VI all'VIII si verificano danni alle abitazioni, mentre a partire dal IX, si possono avere crolli totali e stravolgimenti del paesaggio (deformazioni del suolo, frane, alterazioni del regime idrico).**

# LA SCALA MERCALLI

|      |                    |  |
|------|--------------------|--|
| I    | - Strumentale      | Avvertita solo dagli strumenti   |
| II   | - Debole           | Avvertita solo da poche persone sensibili in condizioni particolari  |
| III  | - Leggera          | Avvertita da poche persone   |
| IV   | - Moderata         | Avvertita da molte persone; tremiti di infissi e cristalli; oscillazione di oggetti sospesi                |
| V    | - Piuttosto forte  | Avvertita da molte persone, anche addormentate; caduta di oggetti  |
| VI   | - Forte            | Qualche lesione agli edifici   |
| VII  | - Molto forte      | Caduta di comignoli; lesione agli edifici  |
| VIII | - Distruttiva      | Rovina parziale di alcuni edifici; vittime isolate   |
| IX   | - Rovinosa         | Rovina totale di alcuni edifici; molte vittime; crepacci nel suolo   |
| X    | - Disastrosa       | Crollo di parecchi edifici; numerose vittime; crepacci evidenti nel terreno                                |
| XI   | - Molto disastrosa | Distruzione di agglomerati urbani; moltissime vittime; crepacci; frane; maremoto                           |
| XII  | - Catastrofica     | Danneggiamento totale; distruzione di ogni manufatto; pochi superstiti; sconvolgimento del suolo; maremoto |

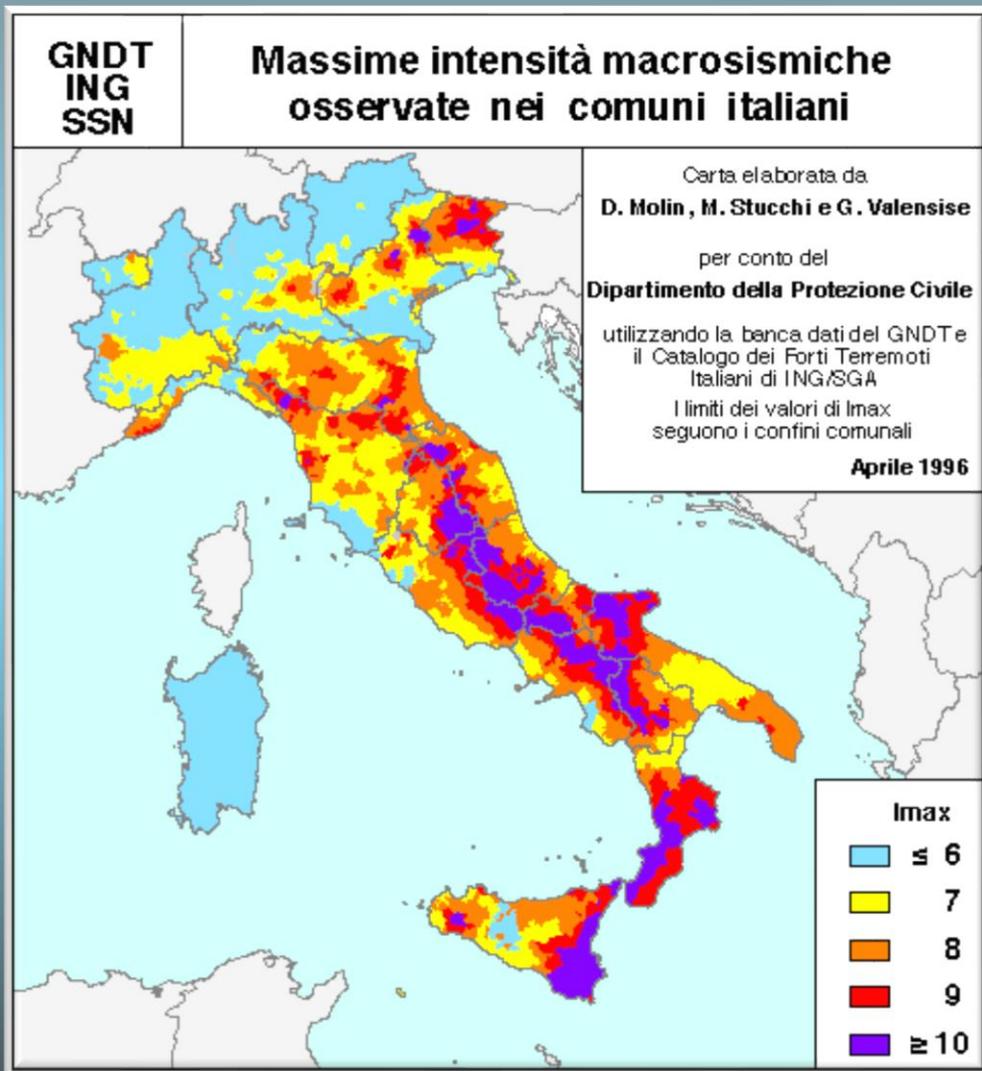
# MACROSISMICA

La **MACROSISMICA** è quella parte della **sismologia** che si interessa degli effetti dei terremoti sul territorio.

Attraverso lo studio dei terremoti di oggi, questa disciplina **consente di definire correttamente gli effetti dei terremoti** del passato e quindi valutarne le dimensioni e l'impatto sul territorio.

Dopo un terremoto squadre di tecnici specializzati compiono ricognizioni nella zona interessata e **raccolgono dati utilizzabili per la realizzazione di mappe in cui le diverse località colpite sono raggruppate in funzione dell'intensità osservata (Scala Mercalli).**

# CARTA MACROSISMICA ITALIANA



**Carta della Massima Intensità Macrosismica Osservata tra il 1000 e il 1996.**

**La carta è stata elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), dal Gruppo Nazionale Difesa dai Terremoti (GNDT) e dal Servizio Sismico Nazionale (SSN).**

# MACROSISMICA ITALIANA

Registrare e analizzare la sismicità consente di mettere in relazione cause ed effetti dei terremoti e di fornire valutazioni utili in materia di prevenzione dai disastri.

**I terremoti si verificano generalmente in zone, definite aree sismogenetiche, nelle quali si sono già verificati terremoti in passato.**

La particolarità di queste aree è quella di essere zone di accumulo e di deformazione nell'ambito del **meccanismo del moto delle placche** in cui è suddiviso il guscio esterno della Terra.

**I più forti terremoti ITALIANI** si manifestano lungo gli Appennini centro-meridionali, **dalle Marche, Abruzzo alla Calabria, in Sicilia e nelle Alpi orientali.** Sismicità di rilievo si registra anche nell'Appennino centro-settentrionale, Tosco-Emiliano e nelle Alpi Marittime.

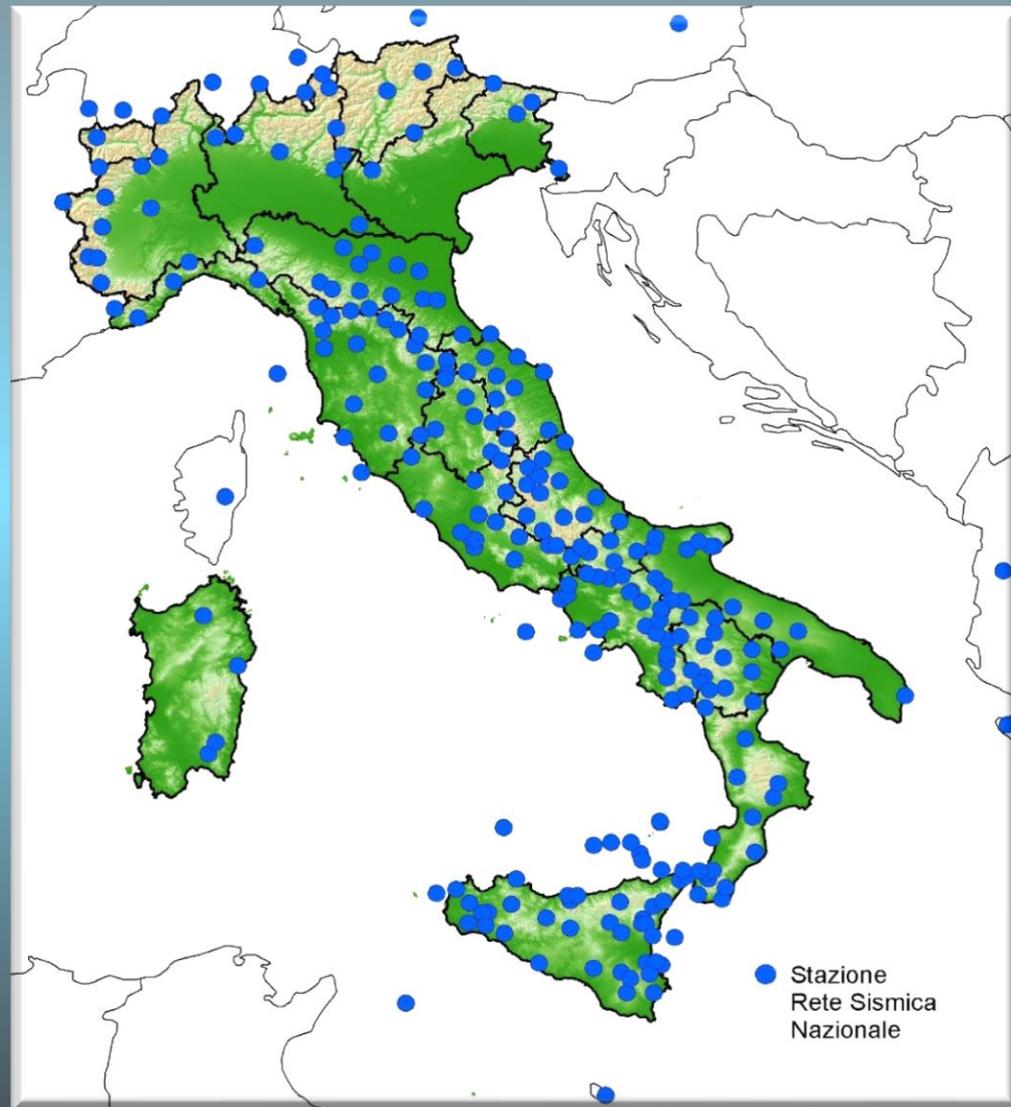
# L'OSSERVAZIONE DEL TERRITORIO

L'esperienza maturata con i terremoti catastrofici che si sono verificati in Italia e nel mondo ha insegnato che l'informazione rapida e precisa è uno strumento indispensabile agli Organi di Protezione Civile per organizzare i primi interventi di soccorso nelle zone colpite da un terremoto.

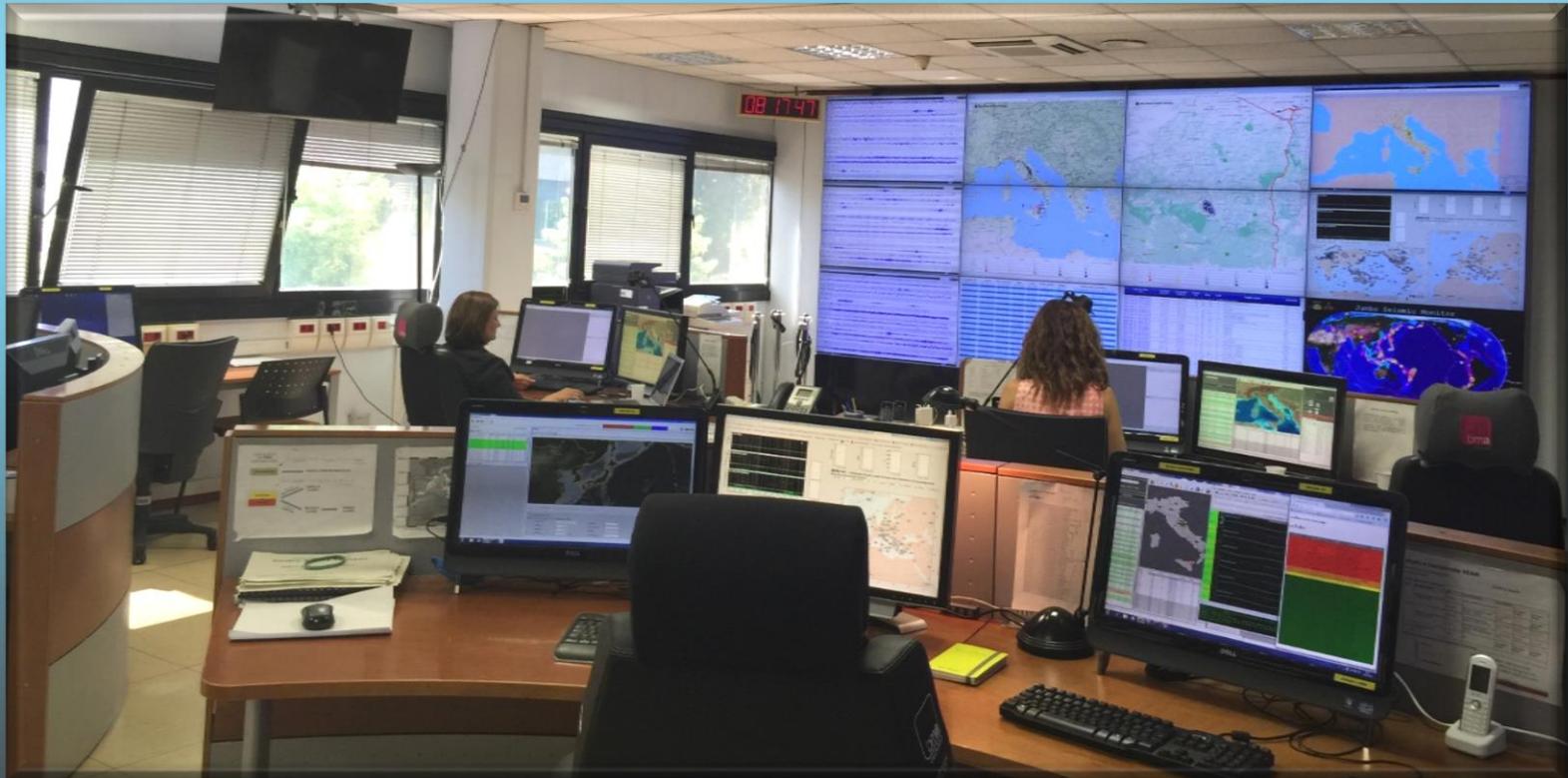
Per assicurare tale servizio, l'**Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia** ha installato oltre 100 stazioni sismometriche distribuite su tutto il territorio nazionale a costituire la Rete Sismica Nazionale Centralizzata (RSNC) con sede a Roma.

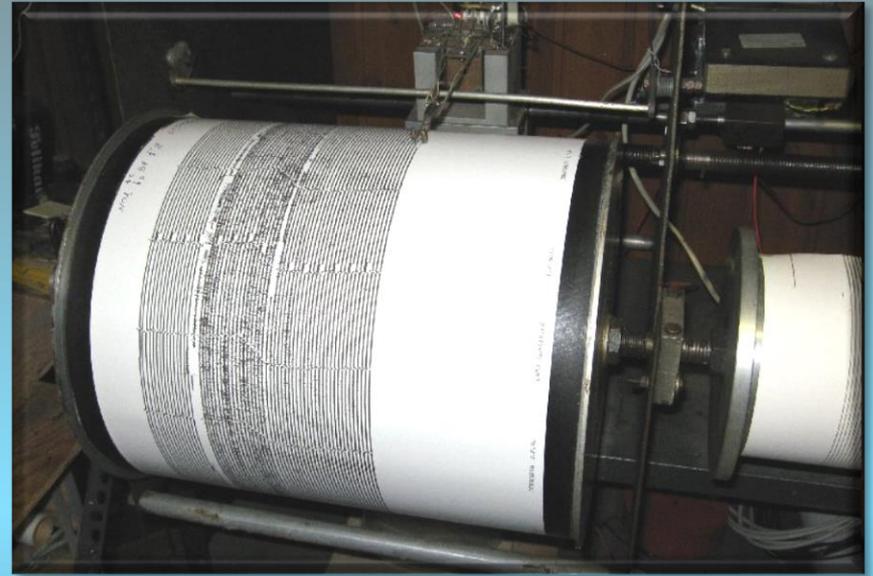
L'**INGV** gestisce inoltre reti di monitoraggio locale per le aree vulcaniche del Vesuvio e dell'Etna tramite le sezioni di Napoli (Osservatorio Vesuviano) e di Catania.

# RETE SISMICA NAZIONALE - INGV



**La SALA OPERATIVA di Roma dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia svolge il controllo dell'attività sismica che si manifesta su tutto il territorio nazionale e nelle regioni limitrofe. Tale servizio di sorveglianza sismica è effettuato 24 ore su 24, 365 giorni l'anno, da personale tecnico specializzato e da ricercatori sismologi grazie ai dati trasmessi in tempo reale dalle stazioni della RSNC (Rete Sismica Nazionale Centralizzata).**





**Il tracciato del sismogramma prende il nome di *DRUM* (tamburo). Il tracciato solitamente non è "piatto" ma presenta, in particolar modo nelle ore diurne, diversi "disturbi" che non sono terremoti, bensì il "rumore di fondo" che può aumentare o diminuire a seconda delle condizioni atmosferiche (ad esempio sbalzo di pressione) a cui si somma il "rumore culturale" (attività umane).**

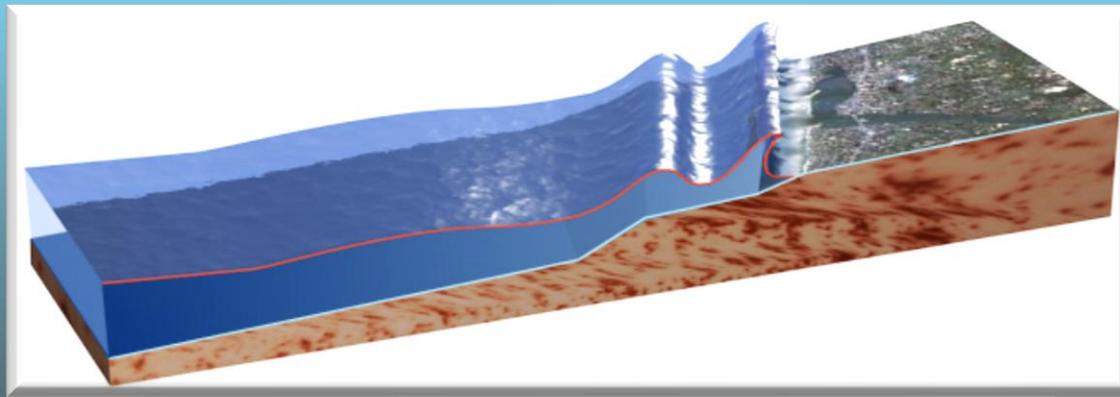
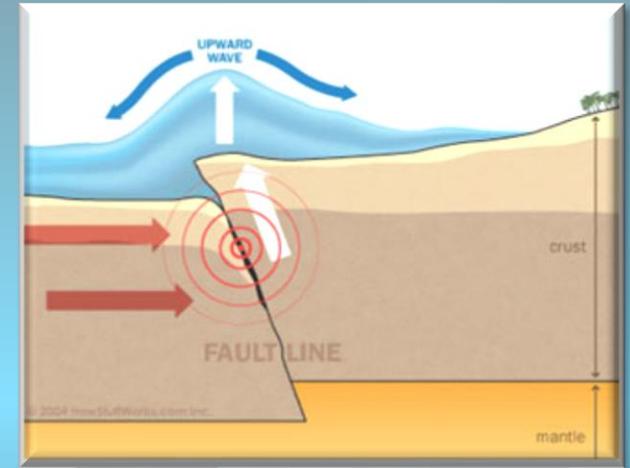
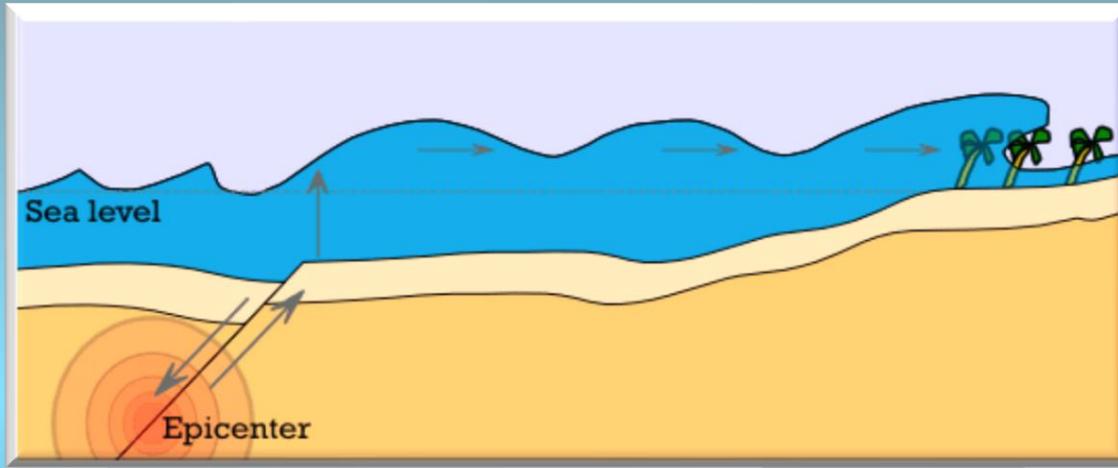
# MAREMOTO O TSUNAMI

**IL MAREMOTO o TSUNAMI** è un fenomeno geofisico che si manifesta con onde sismiche traslatorie che si disperdono nella massa oceanica e che investono anche le regioni costiere.

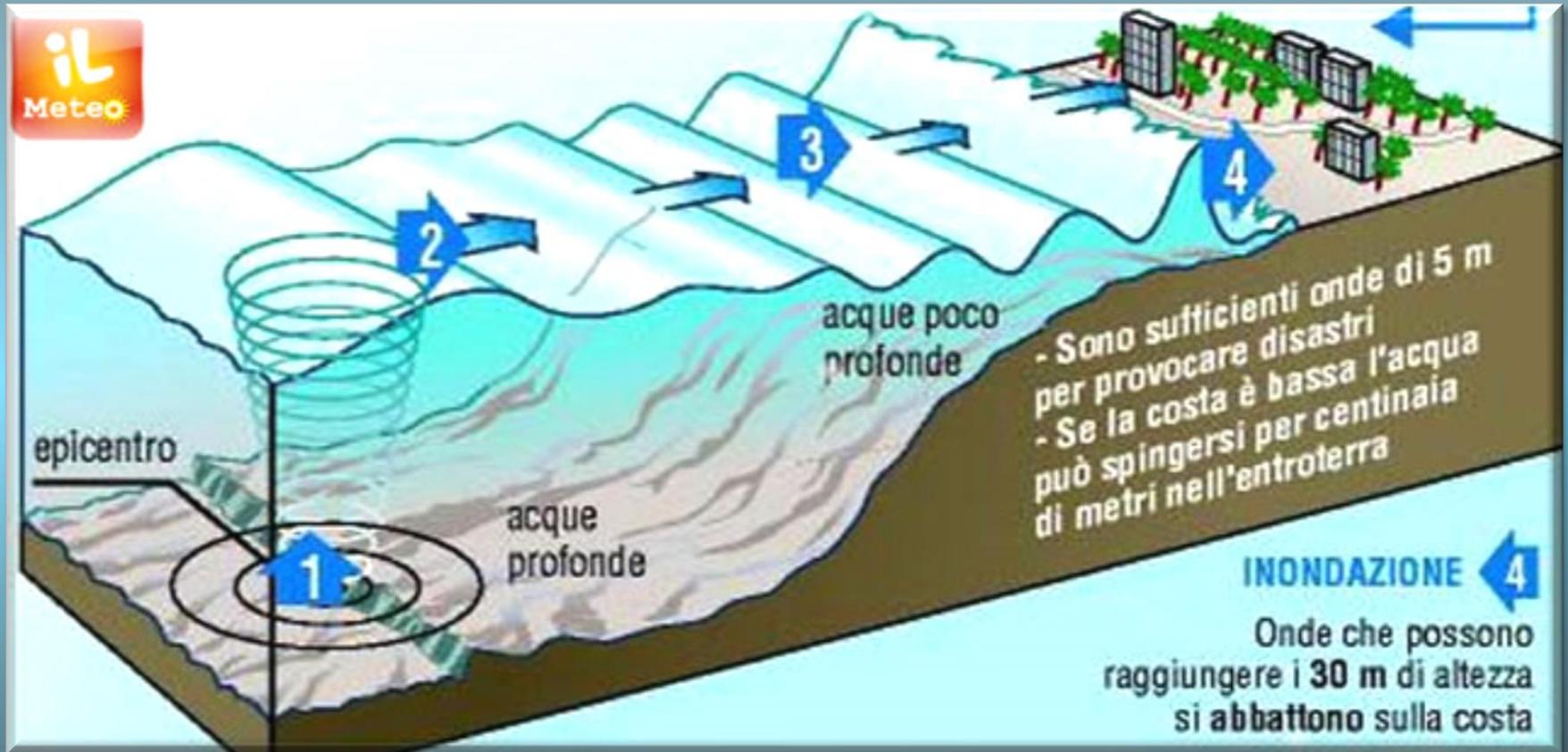
**I MAREMOTI** possono essere causati da terremoti del fondo marino, da esplosioni vulcaniche (anche sottomarine) e da uragani.

**TSUNAMI** è una parola giapponese (vista la frequenza di maremoti in oceano Pacifico) formata da due parole distinte, **TSU** che significa porto e **NAMI** che significa onda, fu considerata abbastanza appropriata visto che indicava una onda anomala in un porto normalmente protetto.

# MAREMOTO O TSUNAMI



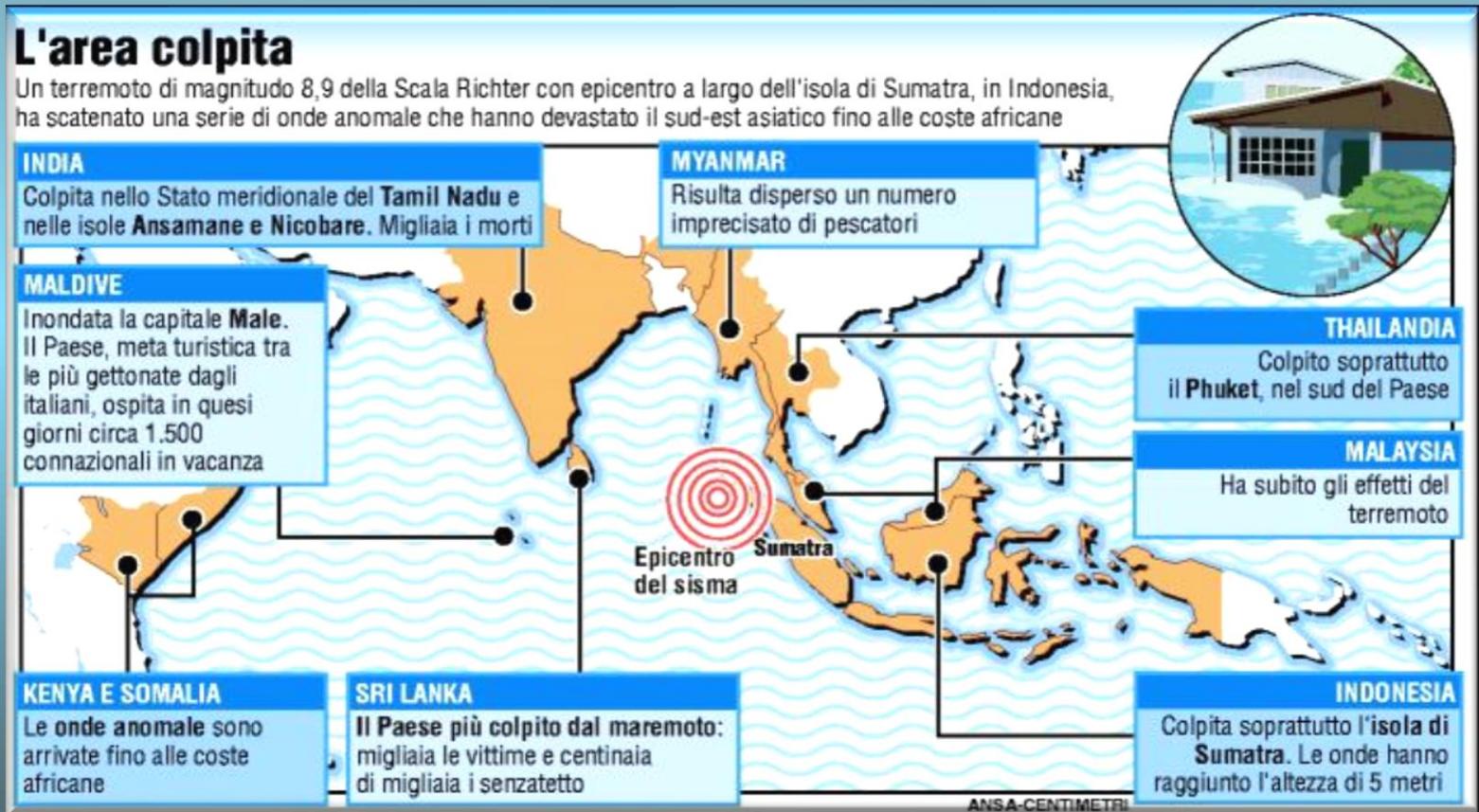
# MAREMOTO O TSUNAMI



# MAREMOTO O TSUNAMI

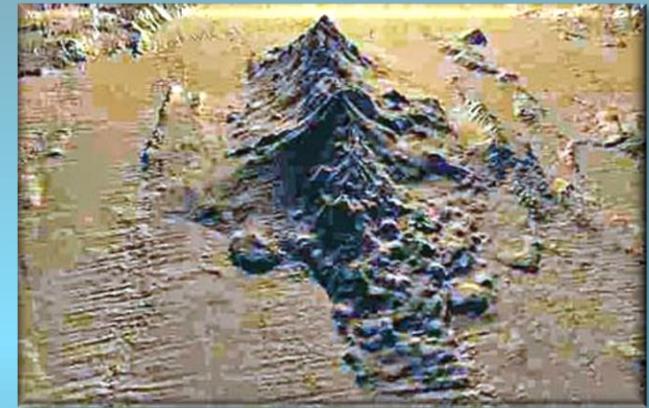


# AREA DEL MAREMOTO DEL 26-12-2004 TERREMOTO Mw 8,9



# MAREMOTO O TSUNAMI

**Il nostro Mediterraneo ha la presenza di numerosi vulcani attivi e ci pone al pericolo di possibili maremoti causati da eruzioni esplosive.**



**IL MARSILI**

**E' il più grande vulcano d'Europa, con una lunghezza di circa 60 km e una larghezza di 30 km. Ha un'altezza di 3 km rispetto ai fondali circostanti e la sua "cresta" si estende linearmente in direzione NNE-SSO per 20 km, raggiungendo profondità inferiori a 1000 m.**

# PREVENZIONE E PREVISIONE

**Un terremoto non può essere evitato anche se ne fosse possibile la previsione.**

**Tuttavia i danni provocati dai terremoti possono essere contenuti adottando apposite misure di prevenzione.**

**La prima, e più ovvia, consiste nel costruire edifici in grado di resistere alle massime sollecitazioni prodotte dai terremoti più forti che si potrebbero verificare in una data zona.**

**A tale scopo tutti i comuni italiani sono classificati per legge in base alla probabilità che in ognuno di essi si raggiunga una soglia di scuotimento superiore a un certo livello prefissato, sia come effetto di un forte terremoto distante o di un terremoto moderato ma più vicino.**

**Tale classificazione si basa principalmente sull'analisi dei terremoti che sono avvenuti nel passato in Italia.**

# PREVENZIONE E PREVISIONE

Poiché i terremoti rappresentano un grave pericolo, l'uomo ha cercato di utilizzare due metodi differenti, per la previsione di tali fenomeni.

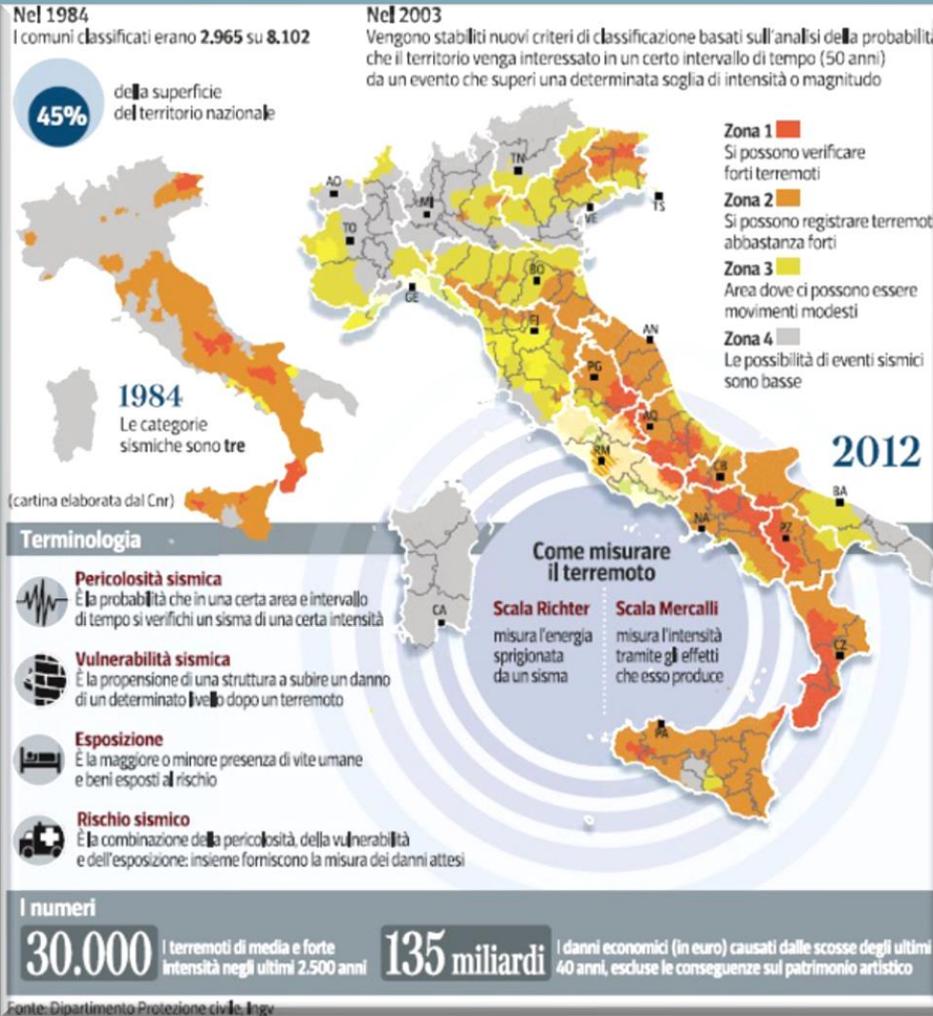
- 1. PREVISIONE PROBABILISTICA:** calcola il pericolo sismico di un'area, tenendo conto della **probabilità che si verifichi in quell'area**, in un certo intervallo di tempo, un terremoto in grado di causare danni. Per valutare la pericolosità sismica di un'area si rilevano i terremoti avvenuti in passato, catalogandoli dove possibile in base all'intensità e alla magnitudo.
- 2. PREVISIONE DETERMINISTICA:** misura, per esempio, i movimenti dei vari segmenti di una faglia, rilevando le **deformazioni delle strutture che indicano un qualche movimento del suolo**. Si identificano così i segmenti in movimento, la velocità dello scorrimento e le zone che, invece, restano ferme.

# PREVENZIONE E PREVISIONE

**A partire dal 2003 la pericolosità sismica viene calcolata con *Approccio Probabilistico*, al fine di rappresentare la probabilità che il territorio sia colpito da un terremoto con un certo livello di scuotimento a terra.**

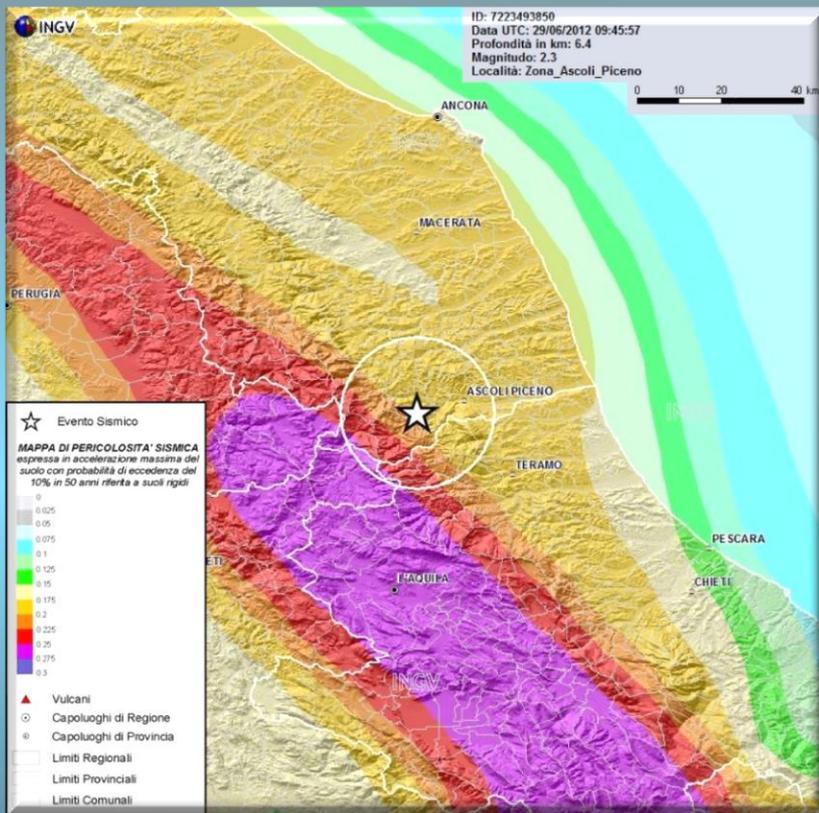
**Sono state individuate quattro classi di rischio, dalla 1 che è la più alta alla 4, demandando alle *Regioni* il compito di definire la classificazione di ogni singolo comune.**

# CARTA DELLE ZONE AD ALTO RISCHIO SISMICO



# MAPPA PERICOLosità SISMICA





**Mappa di pericolosità sismica**



**Classificazione sismica del territorio in base ai Comuni**

**LA PREVENZIONE  
RESTA IL MODO PIÙ  
EFFICACE PER  
PROTEGGERSI DAI  
TERREMOTI.**

# **GLI ULTIMI TERREMOTI**

# Sotto la superficie

## In Emilia Romagna

Sotto l'area colpita dal sisma c'è una struttura frastagliata

### La Pianura padana

È anche formata da sedimenti marini di diverso spessore e con alcuni chilometri di argilla e sabbia. Questa composizione amplifica gli effetti di un sisma



I terremoti di questi giorni sono definiti «a grappolo»: vengono innescati dal primo evento che crea «perturbazioni» nel sottosuolo dai cui nascono altri movimenti tellurici

## Cosa sta succedendo al Nord

- 1 La placca africana preme verso nord su quella euroasiatica e trova uno dei suoi luoghi di frizione proprio in Italia. Si crea così un'area ad alto rischio soprattutto al sud
- 2 La placca africana si insinua, frammentata, nella zona dell'Adriatico aumentando il pericolo in particolar modo nel Nordest



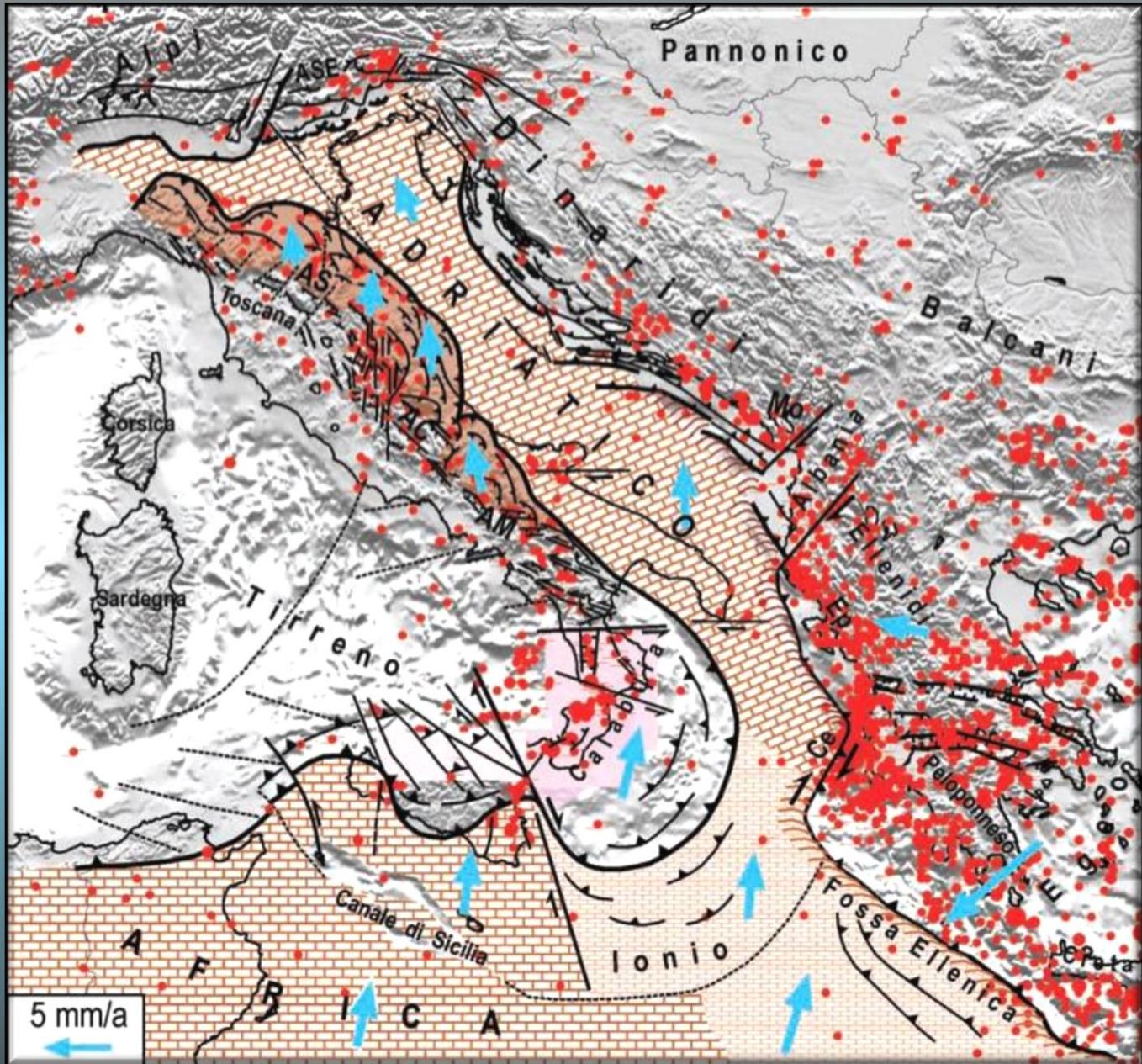
## La mappa delle placche tettoniche

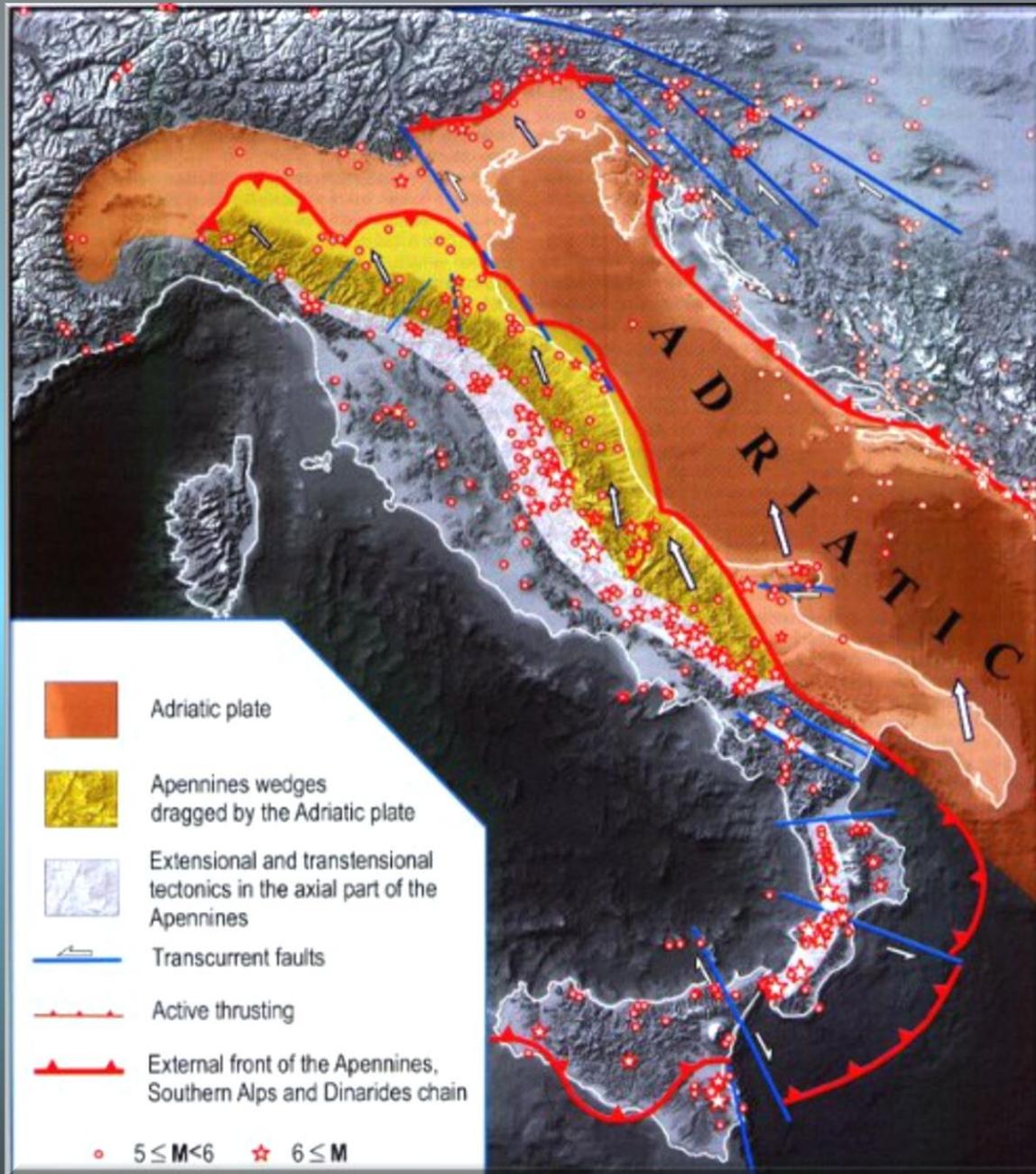
Ecco come si presenta il modello sulla dinamica geologica della Terra. Una suddivisione in grado di spiegare i fenomeni della crosta terrestre: dai vulcani ai terremoti innescati dai movimenti e dalle spinte delle diverse placche



## Il rischio sismico in Italia







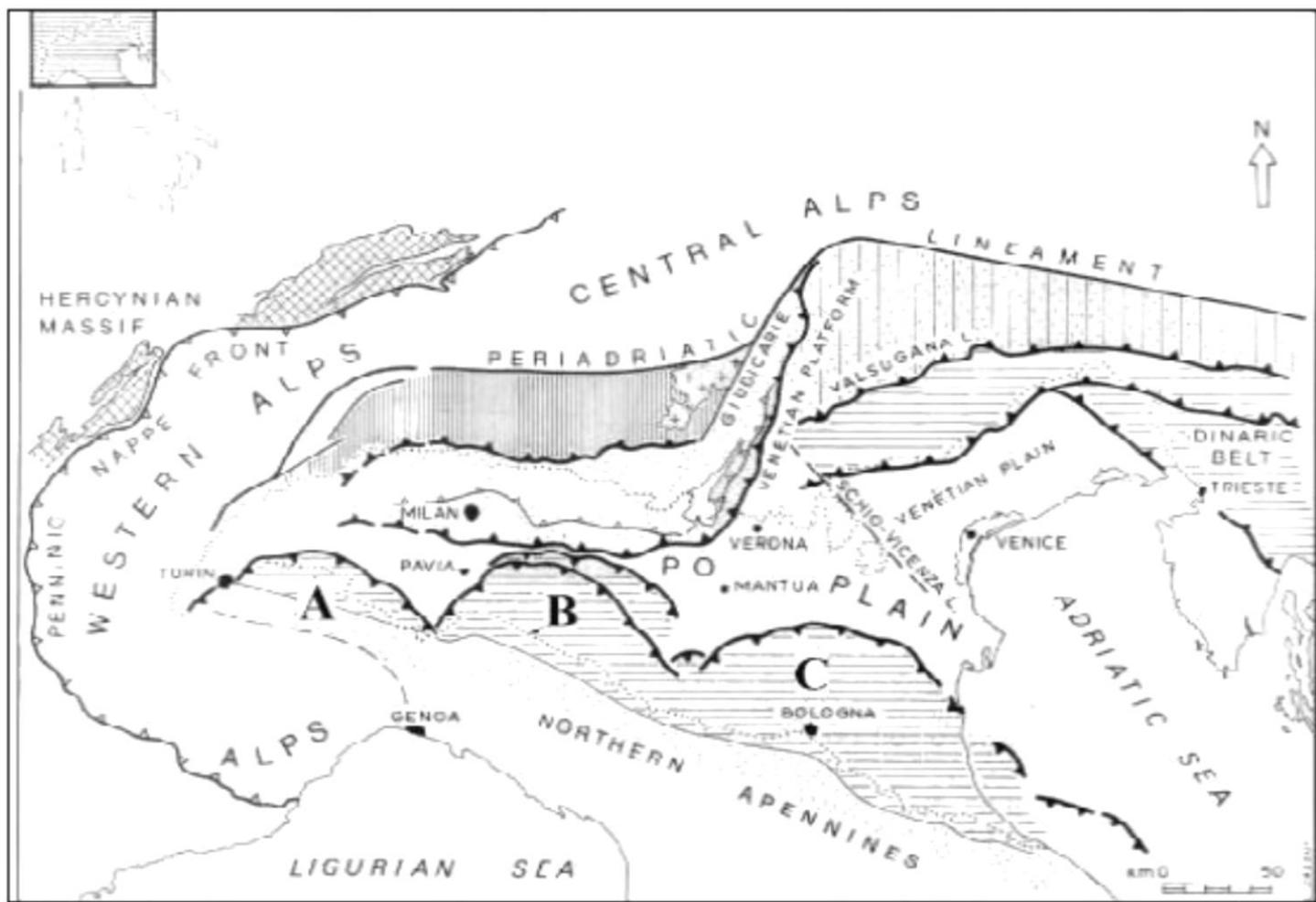
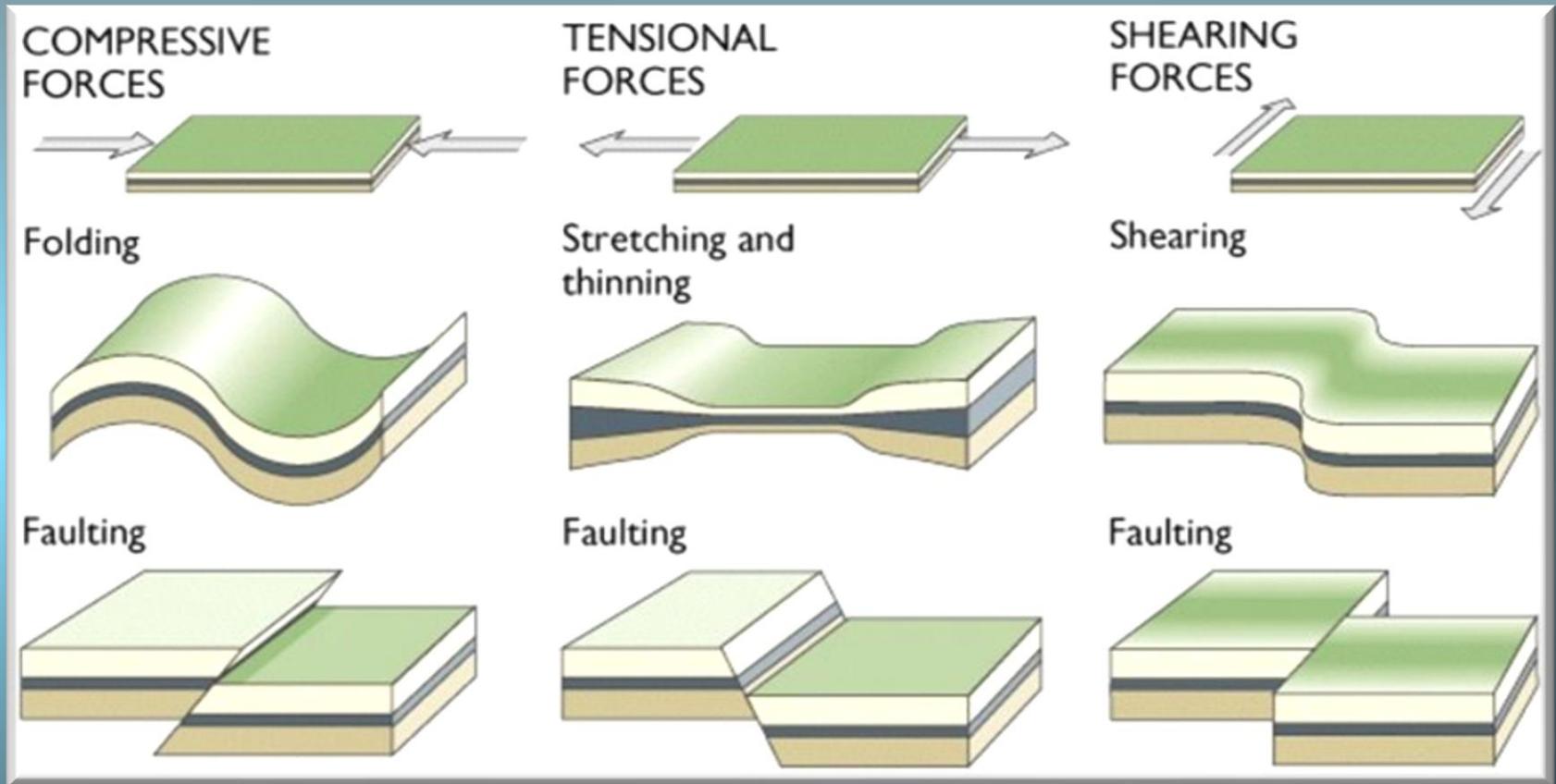


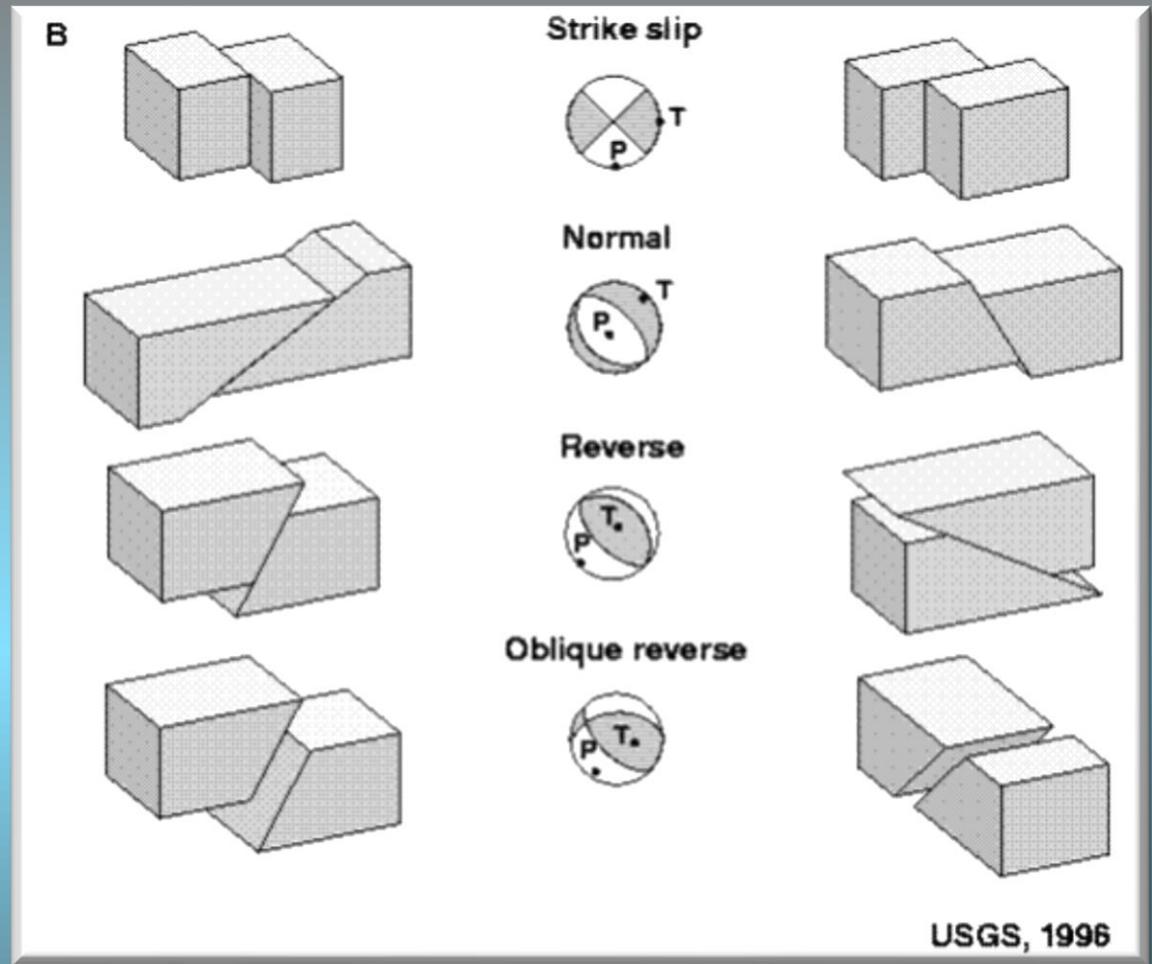
Figura 10 - Mappa strutturale semplificata della Pianura Padana; "A" Pieghe del Monferrato, "B" Pieghe Emiliane, "C" Pieghe Romagnole-Ferraresi.



## SISMICITÀ STORICA



## SFORZI TETTONICI E DEFORMAZIONI



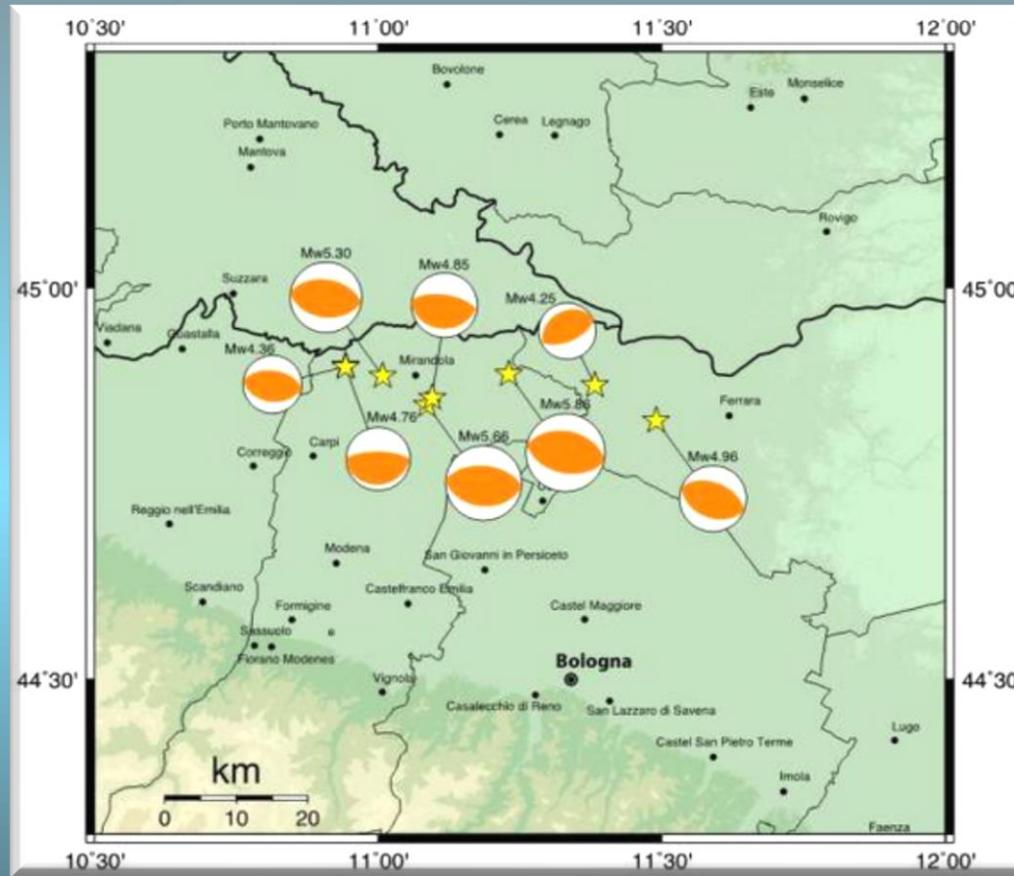
Tipi di **MECCANISMO FOCALE** (per gli americani **BEACH BALLS**) e delle faglie associate. In alto il tipico terremoto trascorrente (molto comune in California lungo la **faglia di San Andreas**, ad esempio), al centro il terremoto estensionale (associato a faglie normali, caratteristico del nostro Appennino), più sotto il caso del terremoto compressivo (faglie inverse, come quelli di maggio-giugno 2012 in Pianura Padana); infine in basso un caso "obliquo", in pratica una combinazione tra due tipi principali.

## California's San Andreas Fault

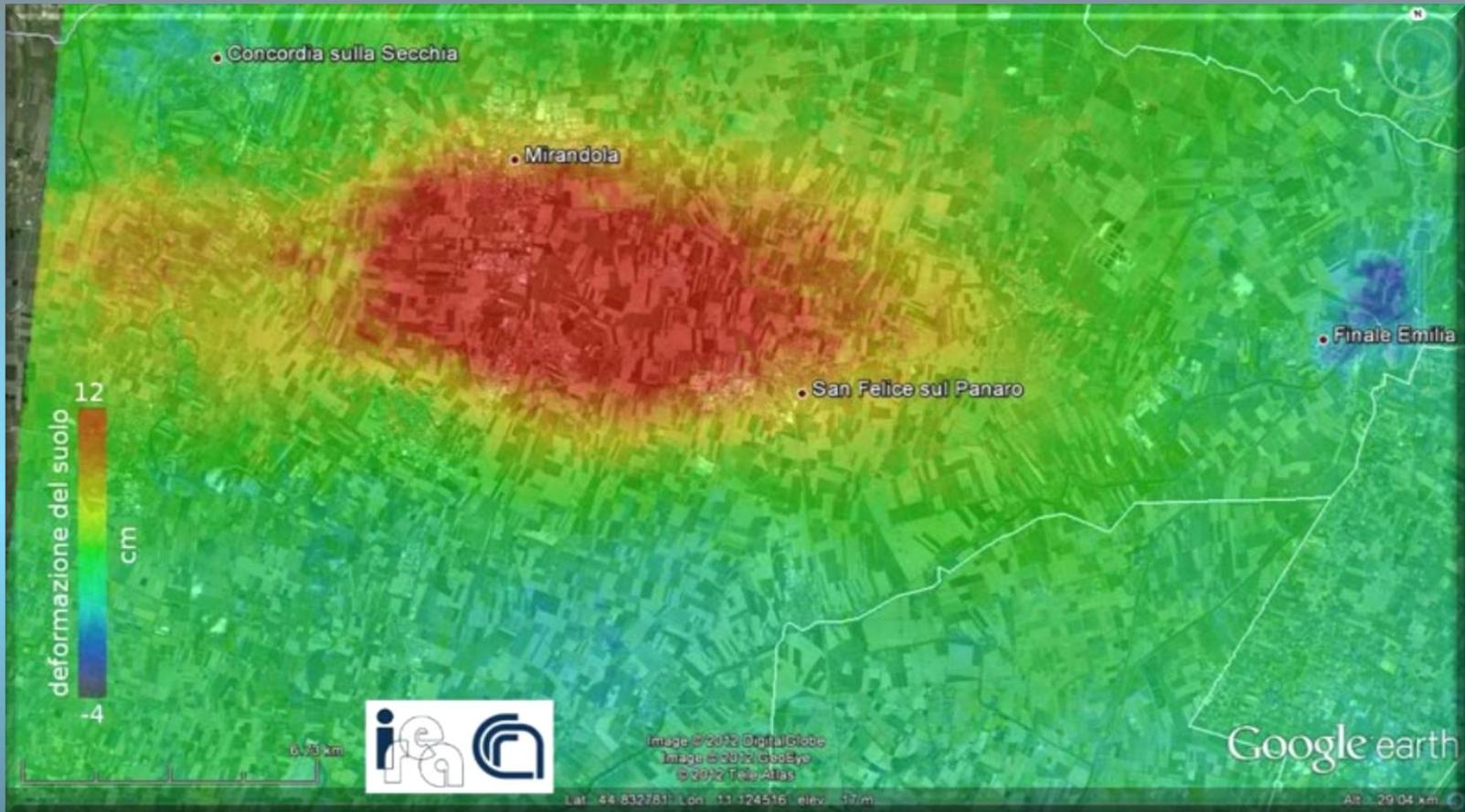


**La faglia di San Andreas è lunga più di 1200 km ed è profonda 32 km. Potrebbe causare terremoto di Magnitudo Mw 8 o leggermente superiori.**

# FERRARA – MODENA - 2012

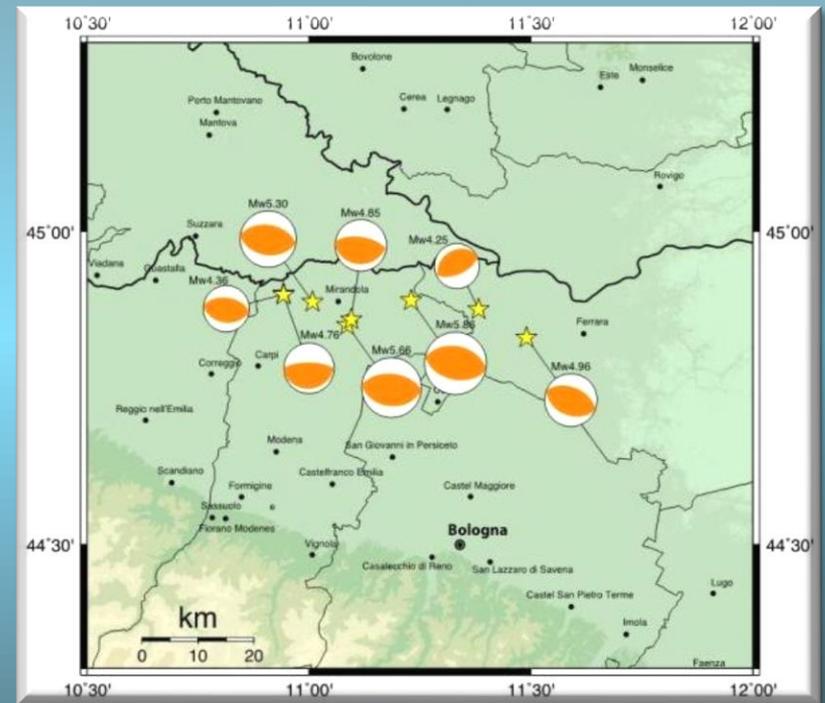
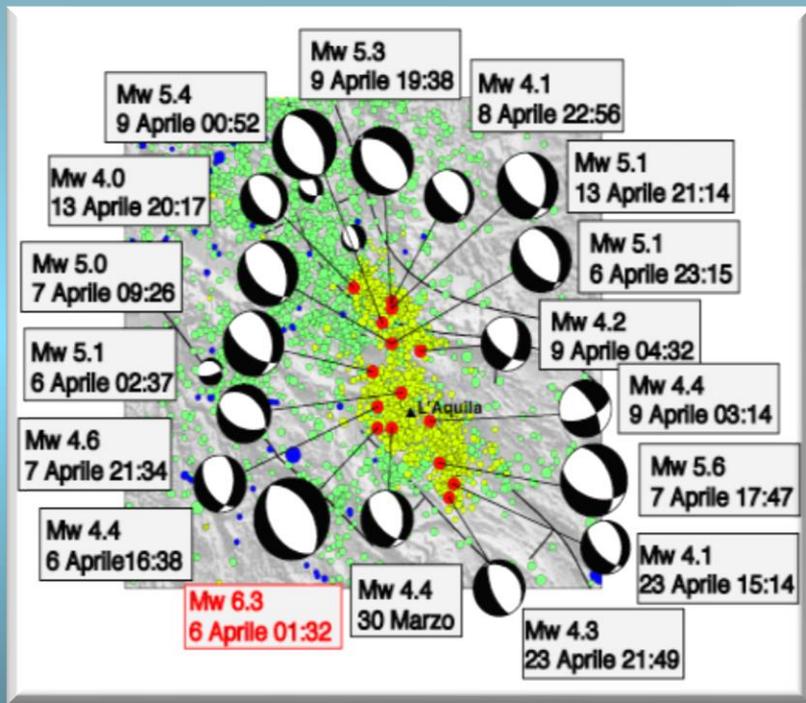


Meccanismi focali e magnitudo dei terremoti principali della sequenza ( $M \geq 4.5$ ). Le stelle gialle indicano gli epicentri dei terremoti, i cerchi bianchi e rossi i meccanismi focali. La posizione periferica dei settori bianchi indica che ci si trova davanti a meccanismi con **compressione orizzontale orientata in direzione circa Nord-Sud.**



**IL TERREMOTO HA PROVOCATO IL SOLLEVAMENTO  
DEL TERRENO DI 12 cm.**

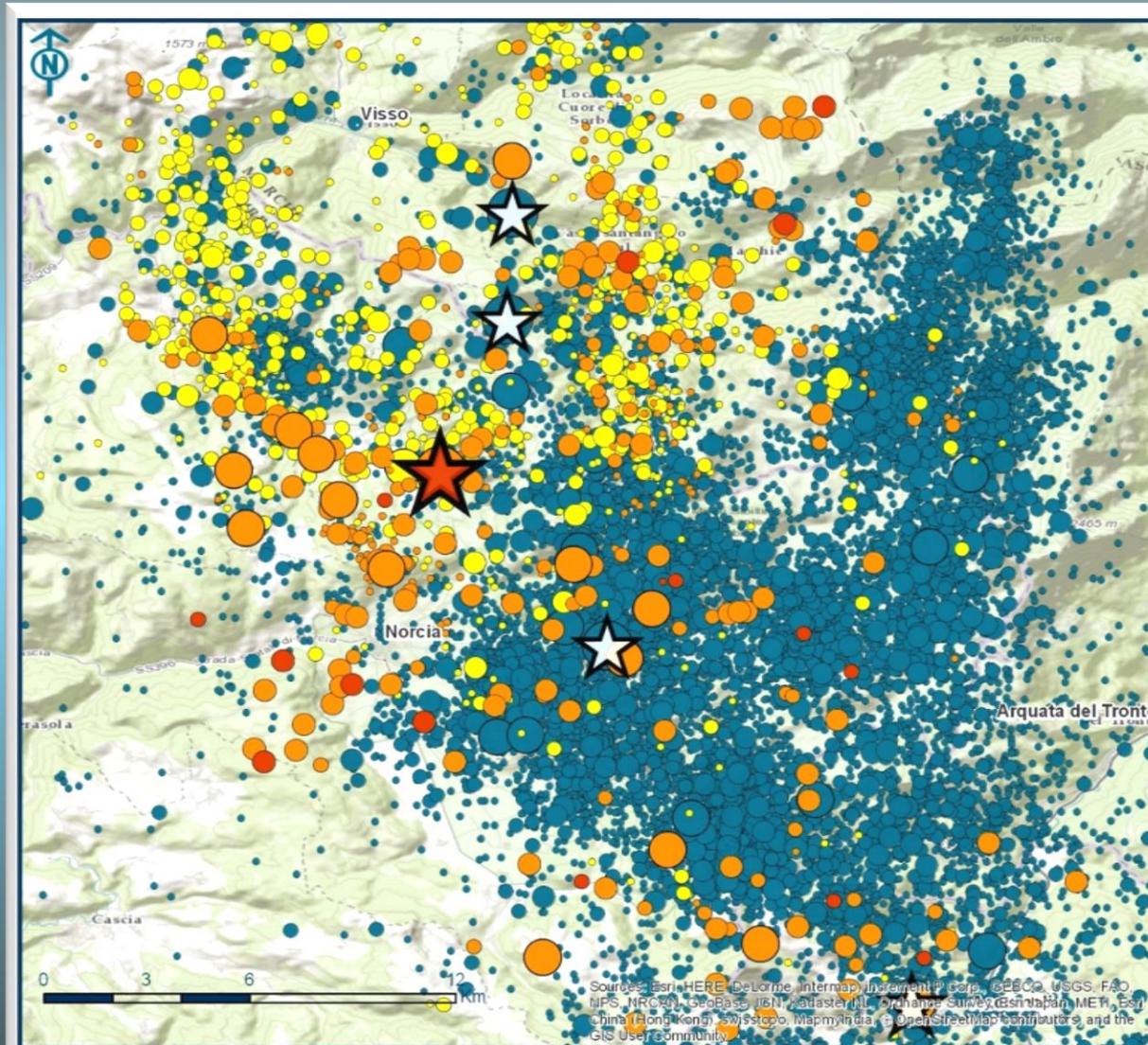




**L'AQUILA 2009 – Mw 6,3**

**EMILIA 2012 – Mw 5,9**

# AMATRICE - 2016



 **INGV** terremoti

**SEQUENZA SISMICA IN  
ITALIA CENTRALE  
(agg. 30 ottobre ore 16:00)**

**Magnitudo (M)**

-  fino a 2
-  da 2.0 a 2.9
-  da 3.0 a 3.9
-  da 4.0 a 4.9
-  da 5.0

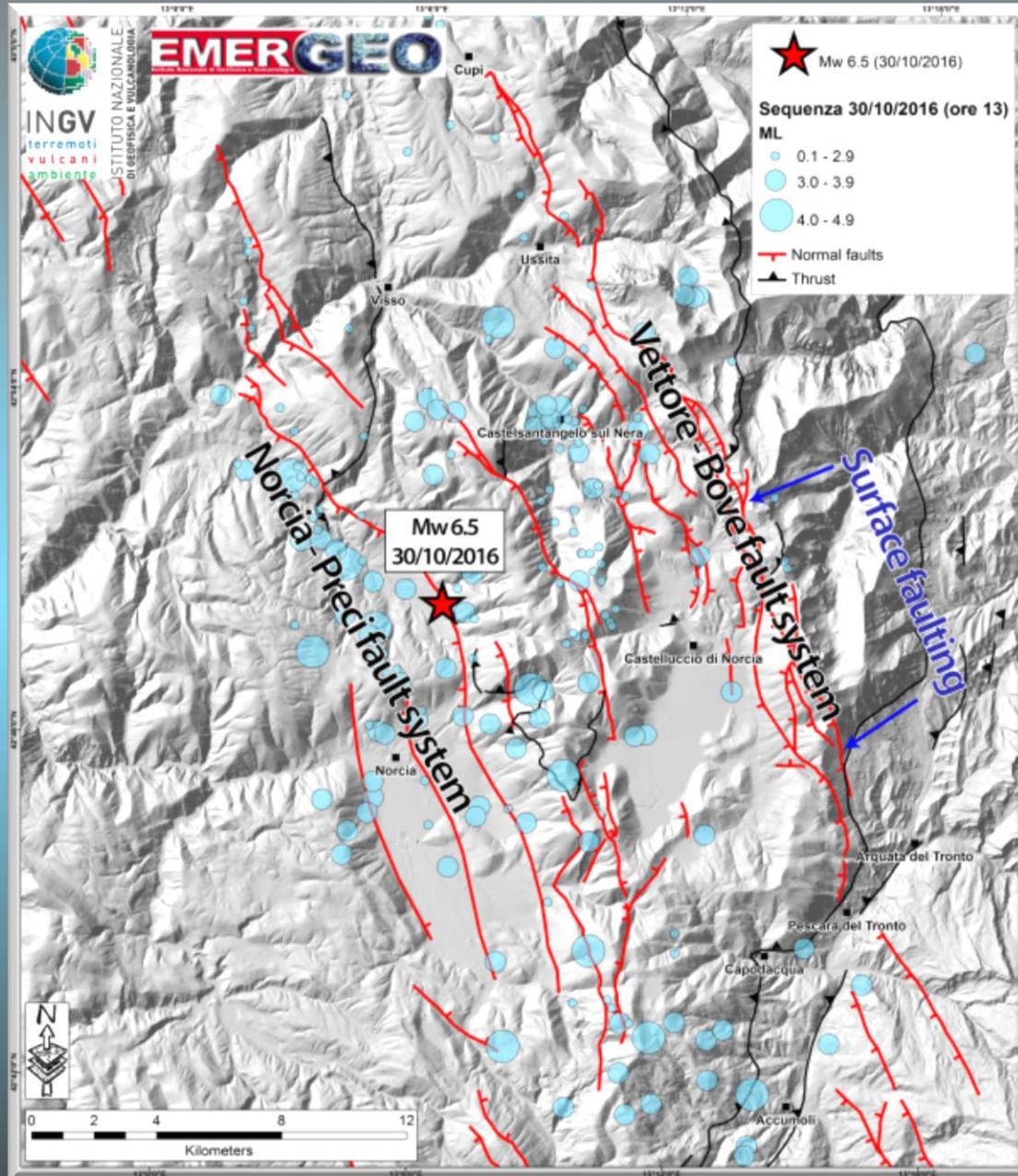
**Tempo**

-  Ultima ora
-  Ultime 24 ore
-  Ultime 72 ore
-  Dal 24 agosto

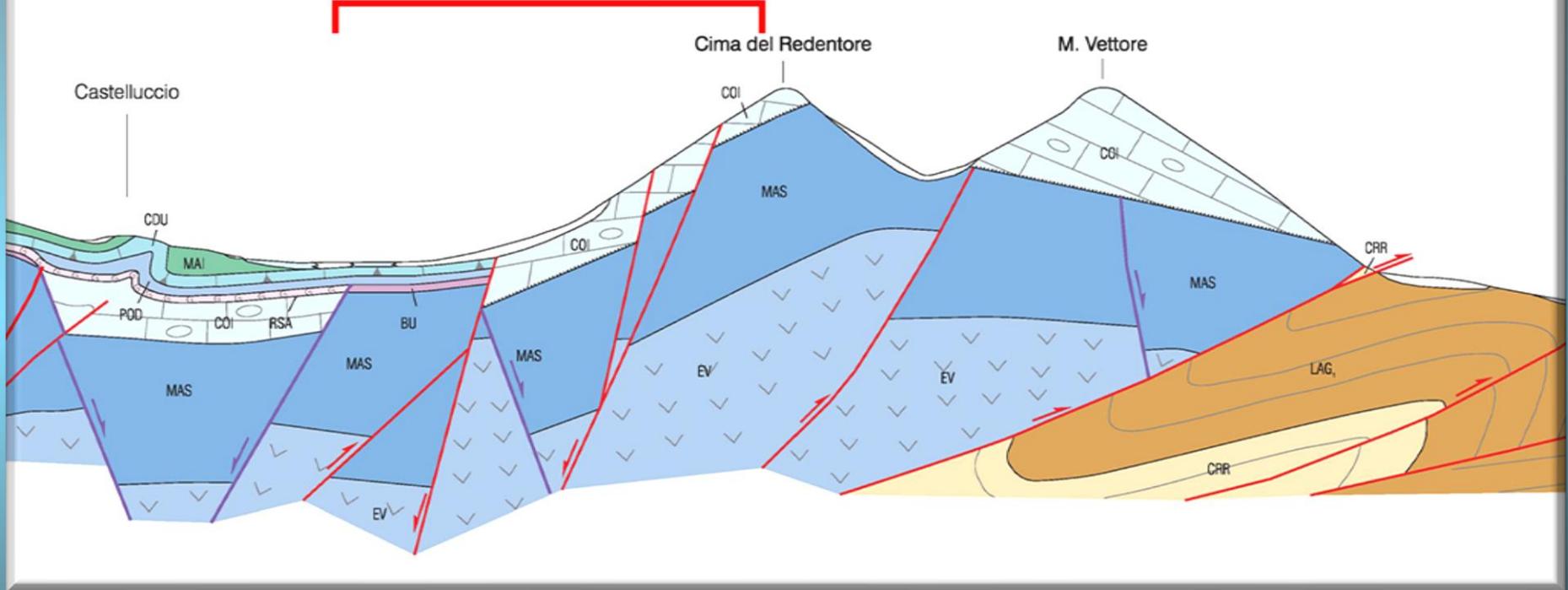
fonte dati: <http://cnt.rm.ingv.it>

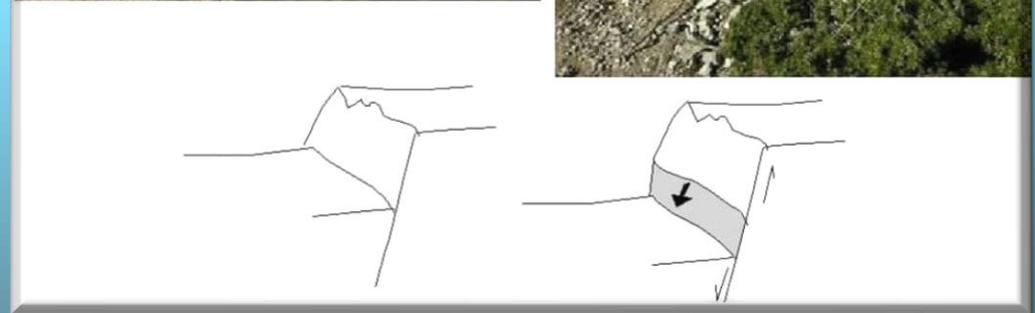
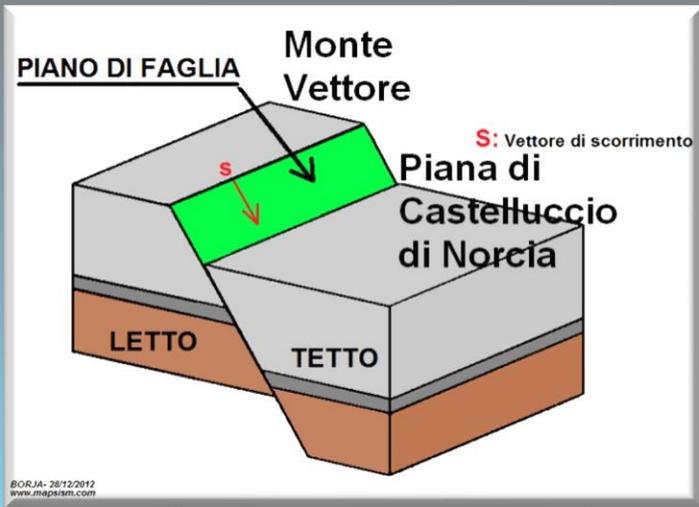
**SEGUICI SU:**  
<http://ingvterremoti.wordpress.com>



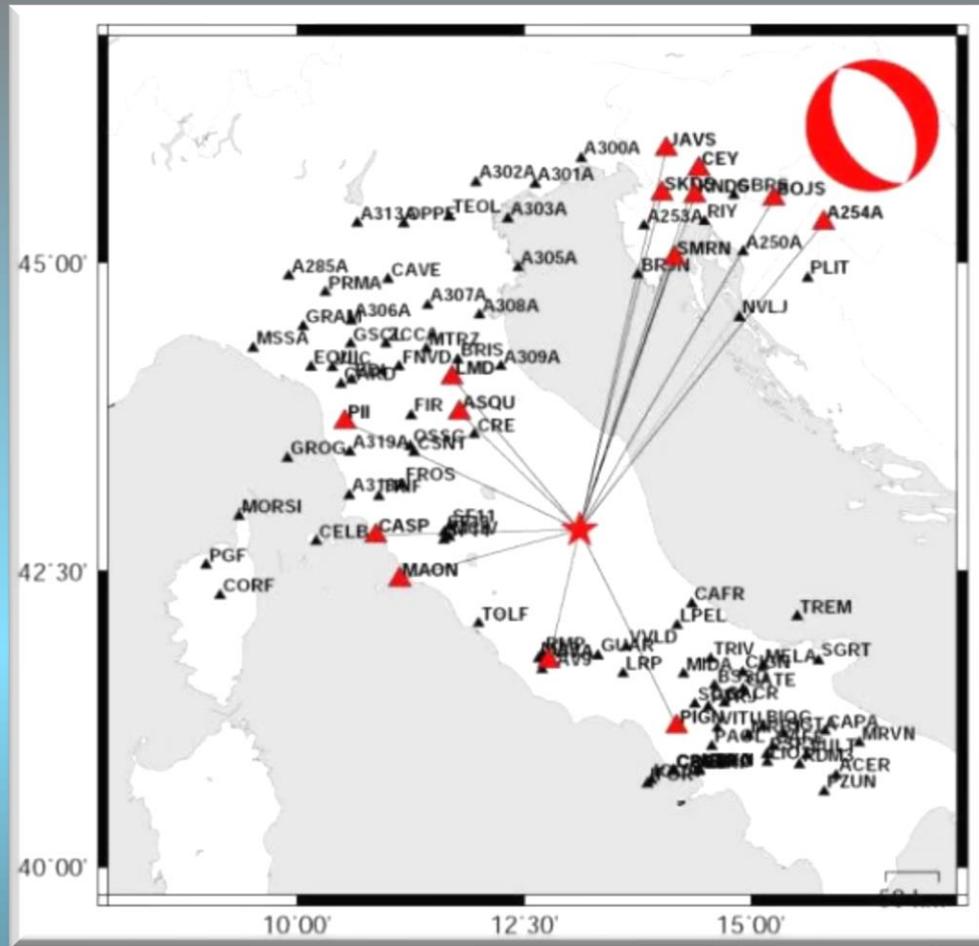


## Vettore - Bove fault system

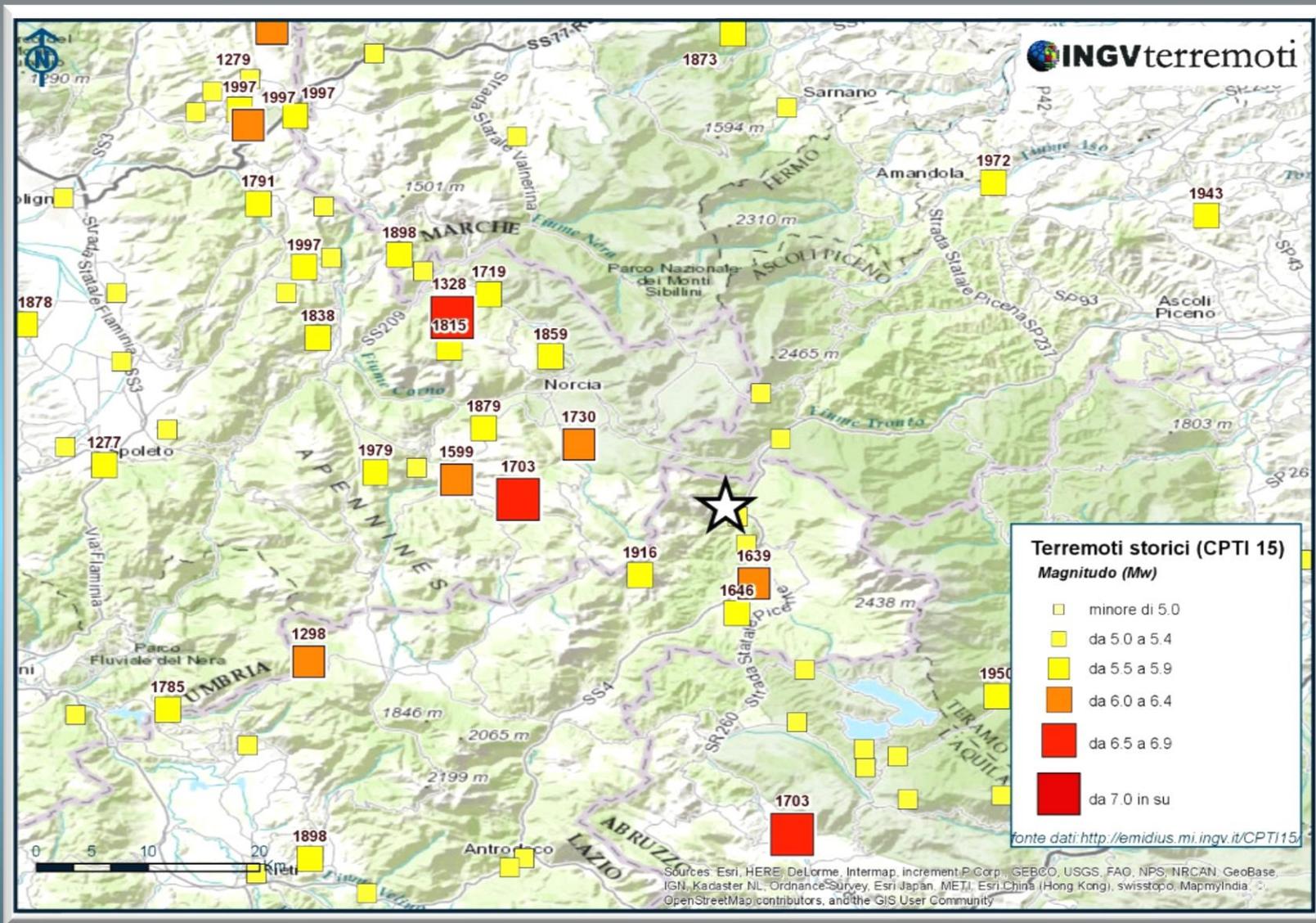




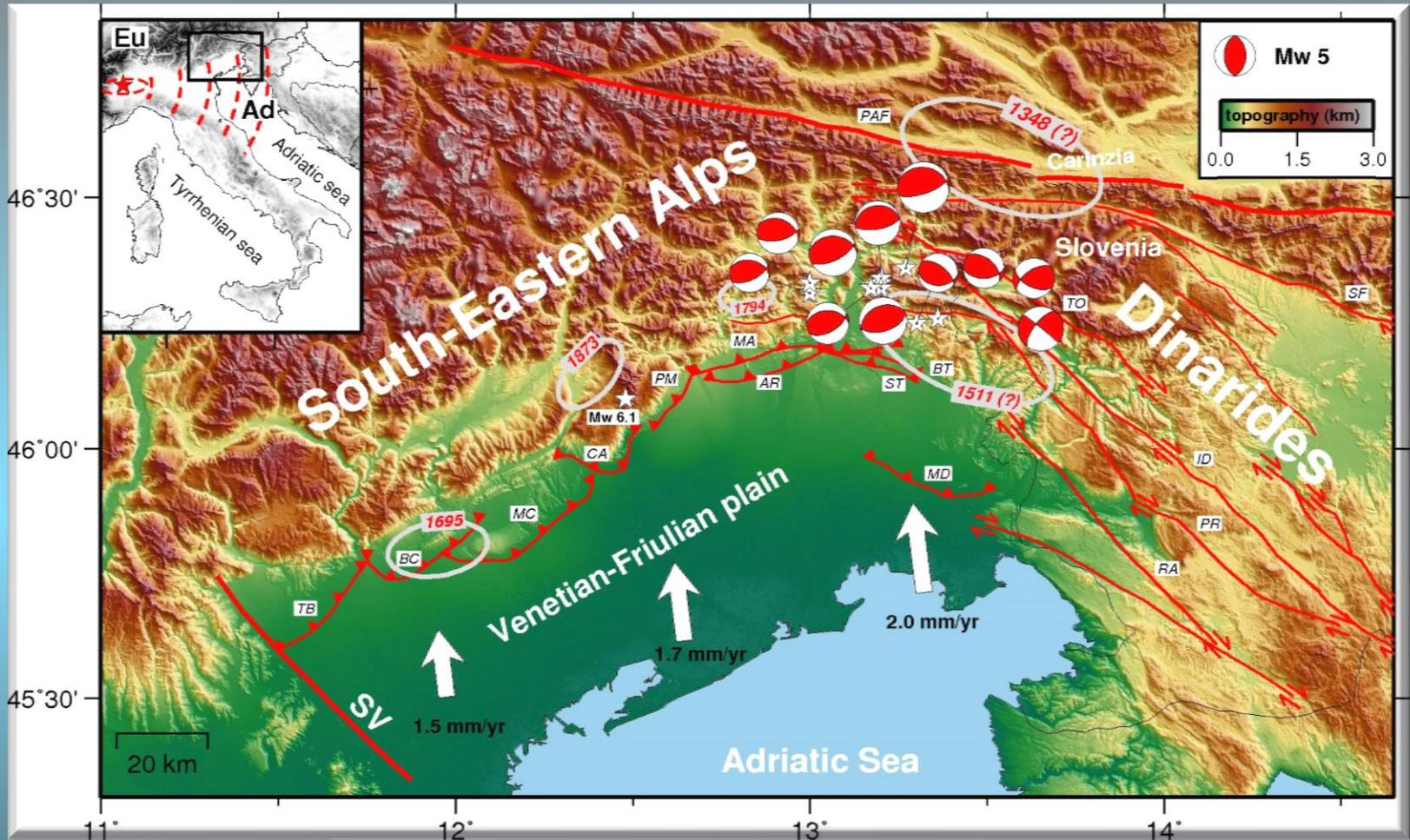
**IL TERREMOTO HA PROVOCATO L'ABBASSAMENTO DEL TERRENO DI CIRCA 1 METRO.**



**Meccanismo focale del terremoto del 30/10/2016 alle ore 7.40. Il simbolo rosso e bianco indica il tipo di geometria e movimento della faglia responsabile del terremoto. La stella rossa è l'epicentro del terremoto e i triangoli rossi sono le stazioni sismiche usate nel calcolo. La magnitudo  $M_w$  è pari a 6.5, quella del 28/08/2016 6,0.**



## Sisma del 24 Agosto 2016 ed eventi storici



**Terremoto del Friuli il 6 Maggio 1976, Magnitudo 6,5.**

***Un uomo saggio disse della natura che non è né buona né cattiva, ma indifferente. Segue il suo cammino senza preoccuparsi delle conseguenze e proprio a questo probabilmente deve la sua impareggiabile bellezza e il suo mistero.***

