

# **PRINCIPI DI SCIENZE DELLA TERRA**

## **La Teoria della Tettonica delle Placche**

Prof. Giovanni Vezzoli

Università di Milano-Bicocca (DISAT)

# La Teoria della Tettonica delle Placche

---

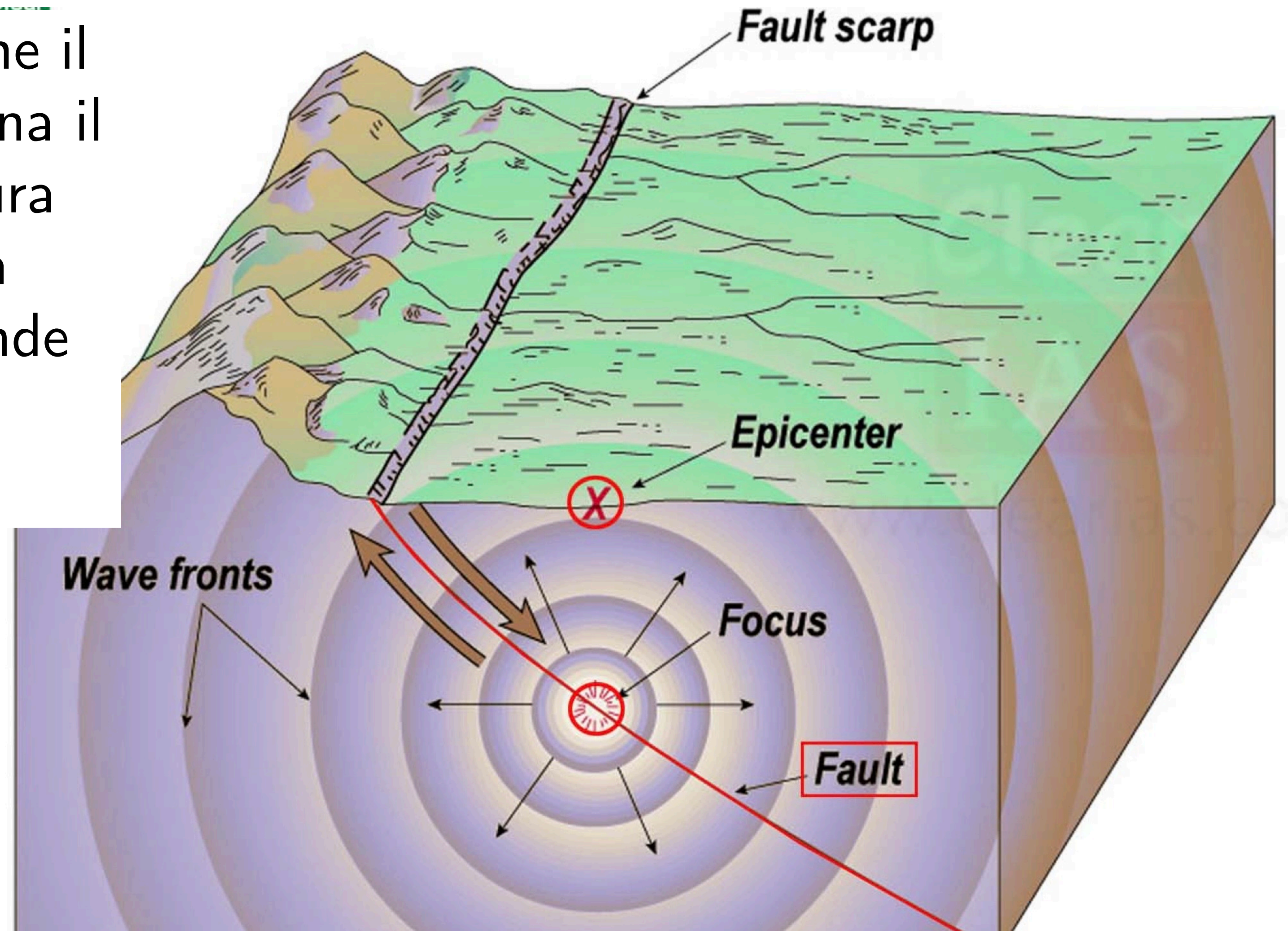
## I TERREMOTI

Un terremoto è la liberazione quasi istantanea di energia che è stata accumulata in decenni o secoli in un dato volume di roccia e che viene rilasciata quando la crosta terrestre si separa in due elementi che scivolano l'uno rispetto all'altro lungo un piano di faglia (faglia inversa, normale o trascorrente).

# La Teoria della Tettonica delle Placche

Ipocentro (focus) è definito come il punto in profondità dove si origina il terremoto. Dove avviene la rottura delle rocce e lo scorrimento della faglia. È il punto dal quale le onde sismiche si propagano in tutte le direzioni.

Epicentro è il punto sulla superficie terrestre al di sopra dell'ipocentro.



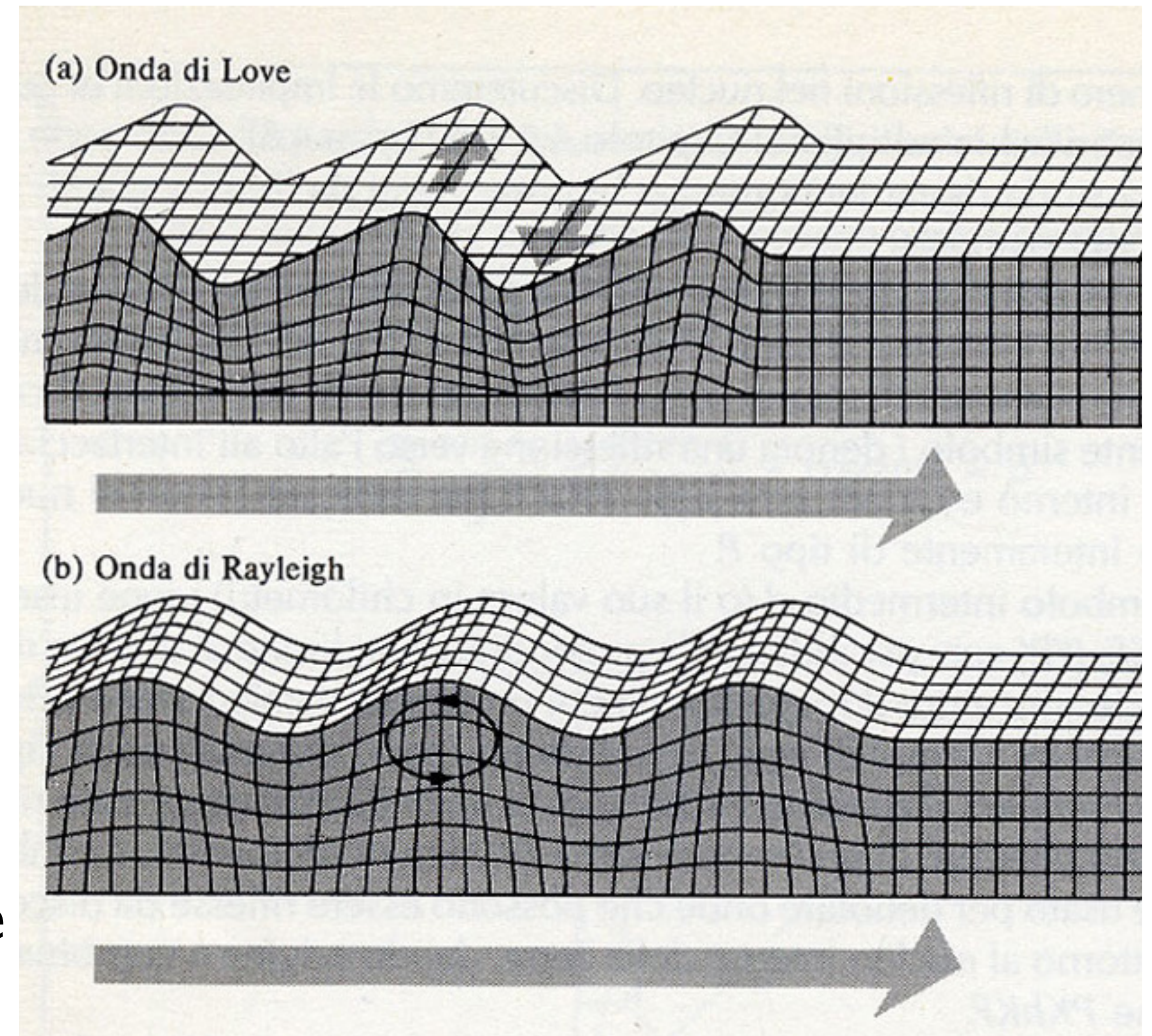
Quando avviene un terremoto l'energia accumulata dalle rocce si libera in parte sotto forma di onde sismiche (P-S) che si propagano all'interno della Terra.

# La Teoria della Tettonica delle Placche

Insieme alle onde P e S arrivano poi le onde dette "superficiali" (che si propagano in superficie) che sono le vere responsabili dei danni più rilevanti causati dai terremoti

**Onda di Love** - fa vibrare il terreno sul piano orizzontale in direzione ortogonale rispetto alla direzione di propagazione dell'onda.

**Onda di Rayleigh** - fa vibrare il terreno secondo orbite ellittiche rispetto alla direzione di propagazione dell'onda.



# La Teoria della Tettonica delle Placche

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



[Giuseppe Mercalli](#)  
[Sismologo, vulcanologo e sacerdote](#)  
[Milano \(1850 - Napoli 1914\)](#)

La scala Mercalli (Giuseppe Mercalli nel 1902) è stata successivamente modificata e prende il nome di scala MCS (Mercalli, Cancani, Sieberg). La scala rappresenta l'intensità sismica valutata in base agli effetti e ai danni prodotti dal terremoto. Essa dipende da diversi fattori tra i quali la tipologia e la qualità delle costruzioni.

# La Teoria della Tettonica delle Placche

---



[Charles Francis Richter](#)  
[Geofisico, USA](#)  
[\(1900 –1985\)](#)

La Scala Richter misura il movimento del suolo e l'energia liberata di un terremoto all'ipocentro

Nel 1935 Charles Richter, ideò una semplice procedura per assegnare una dimensione numerica a ciascun terremoto, oggi chiamata **magnitudo Richter**

Richter, che da giovane aveva studiato astronomia, aveva imparato che gli astronomi utilizzano una scala logaritmica per determinare la magnitudine stellare (misura della luminosità delle stelle).

Adattando questa idea ai terremoti, Richter prese come misura della “grandezza” di un terremoto il logaritmo del maggior movimento del suolo (ampiezza di picco) registrato per quel terremoto da un sismografo di tipo standard posto a una distanza standard dall'epicentro, definendo così una scala di magnitudo.

# La Teoria della Tettonica delle Placche

---

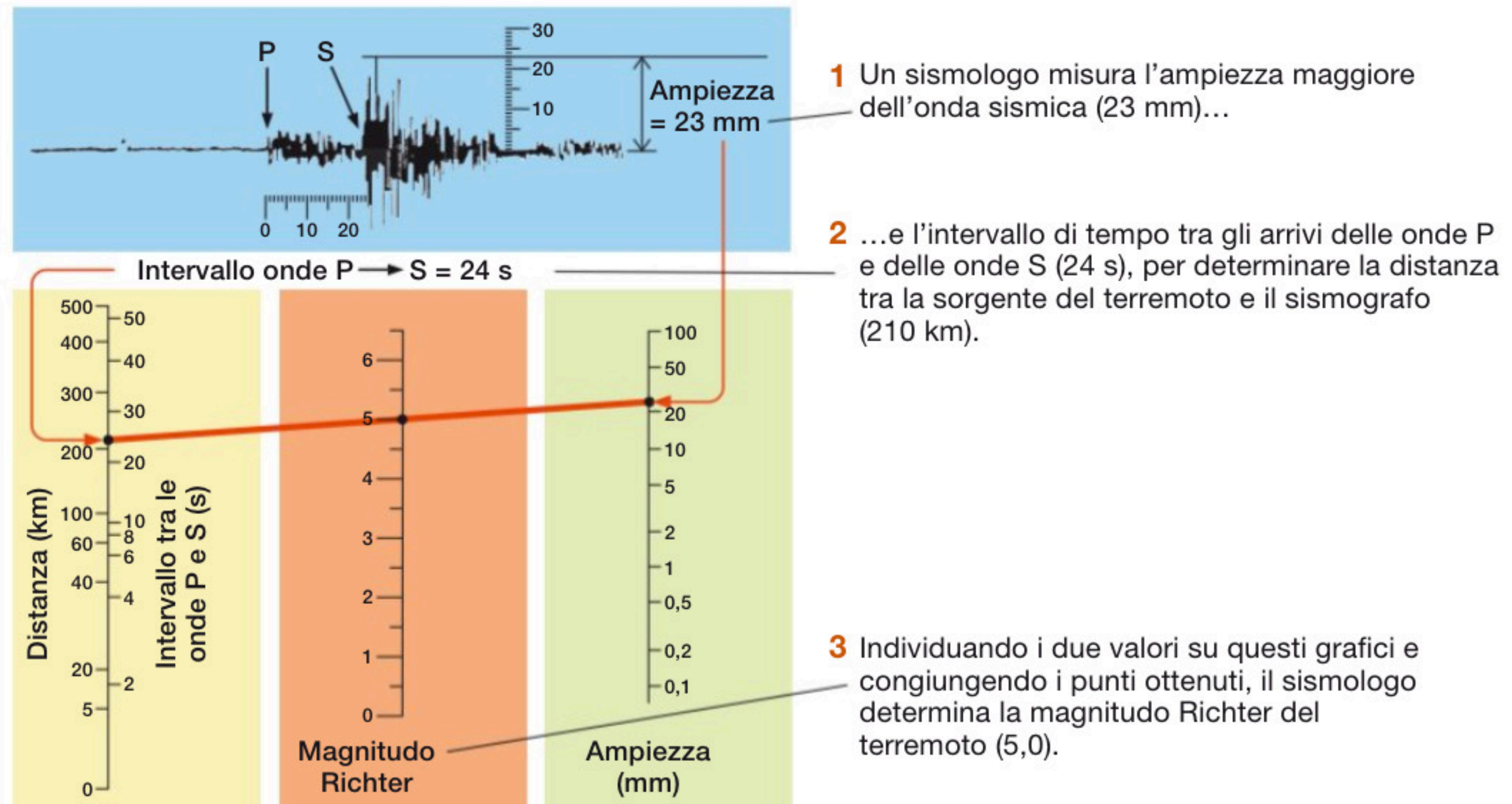
Sulla scala di Richter, due terremoti che si verificano alla stessa distanza da un sismografo differiscono in magnitudo di una unità se l'ampiezza di picco del movimento del terreno che producono differisce di un fattore dieci.

- Il movimento del terreno di un terremoto di magnitudo 3 è quindi 10 volte quello di un terremoto di magnitudo 2. Un terremoto di magnitudo 6 produce un movimento del terreno che è 100 ( $10 \times 10$ ) volte maggiore di quello di un terremoto di magnitudo 4.

L'energia rilasciata sotto forma di onde sismiche cresce ancora di più al crescere della magnitudo di un terremoto, cioè di un fattore circa 32 per ogni unità di magnitudo.

- L'energia sviluppata da un terremoto di magnitudo 6 è 32 volte maggiore di quella prodotta da uno di magnitudo 5. Un terremoto di magnitudo 7 rilascia  $32 \times 32$ , cioè circa 1000 volte l'energia di un terremoto di magnitudo 5.

# La Teoria della Tettonica delle Placche

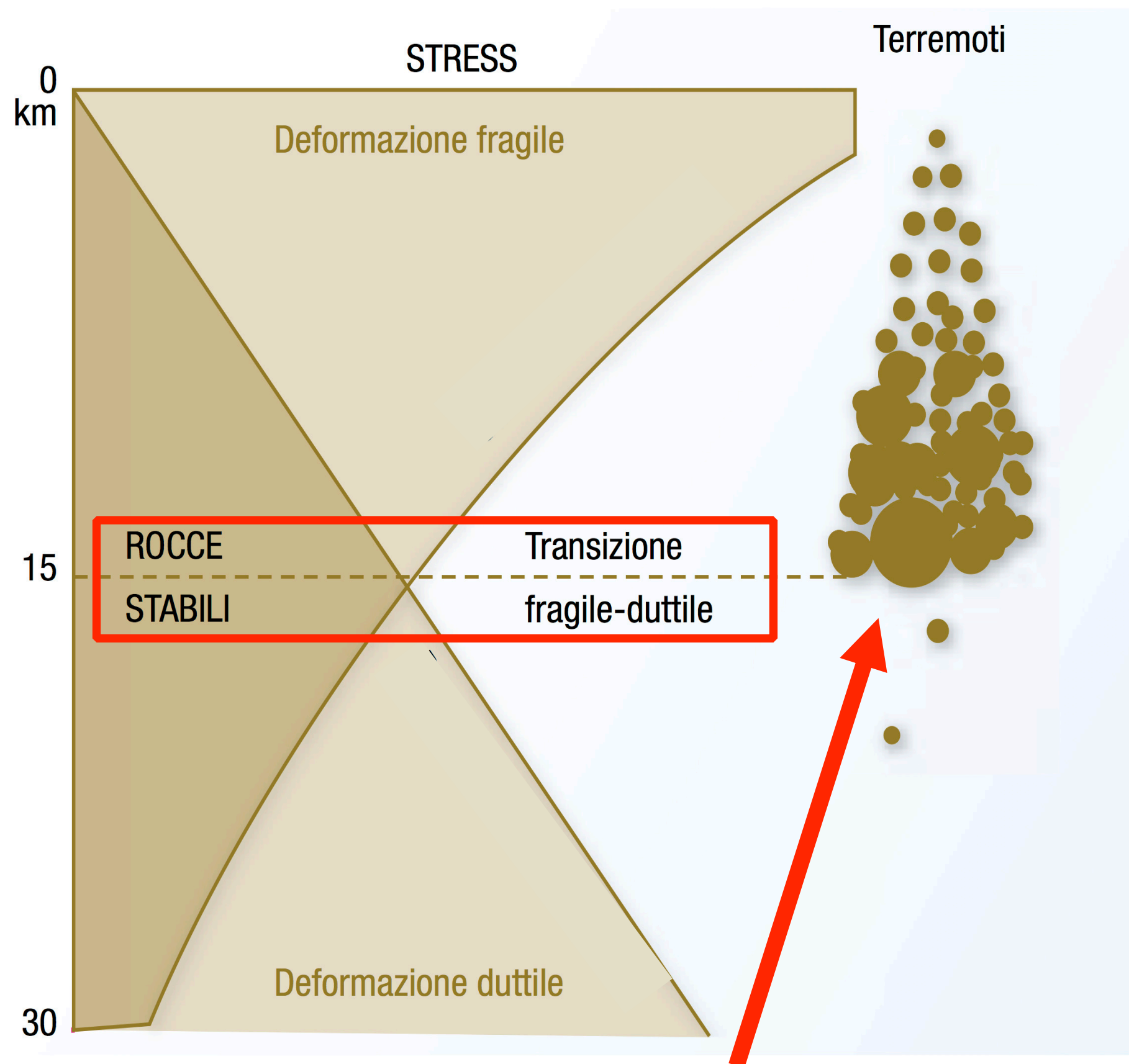


**FIGURA 13.11** • L'ampiezza massima del movimento del terreno, corretta in funzione dell'intervallo tra l'arrivo delle onde P e quello delle onde S (quindi della *distanza* della stazione di registrazione dall'epicentro), è il dato utilizzato per assegnare a un terremoto la magnitudo Richter. [California Institute of Technology.]



# La Teoria della Tettonica delle Placche

Differenza tra terremoti faglie normali e terremoti faglie inverse



A 15 km è la profondità a cui è necessaria l'energia massima per rompere le rocce.

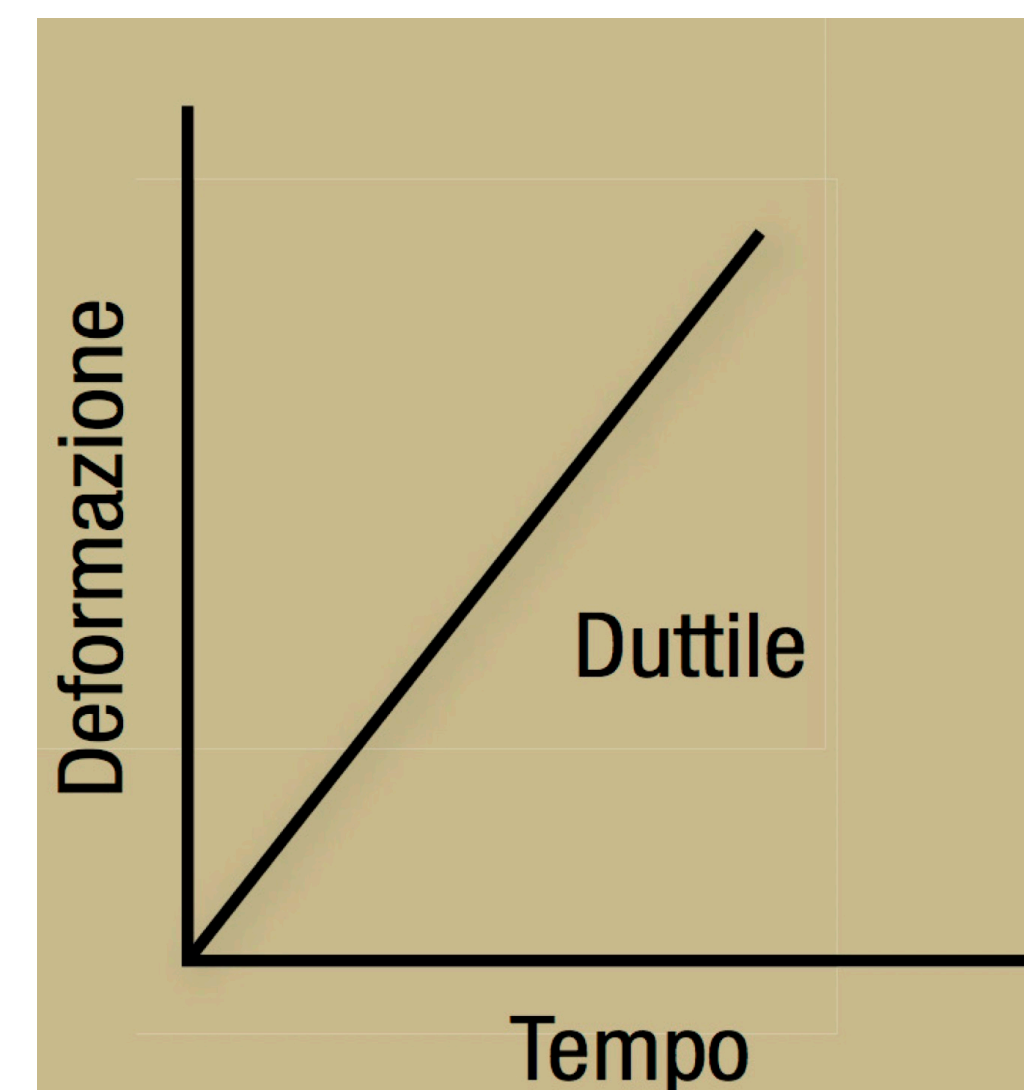
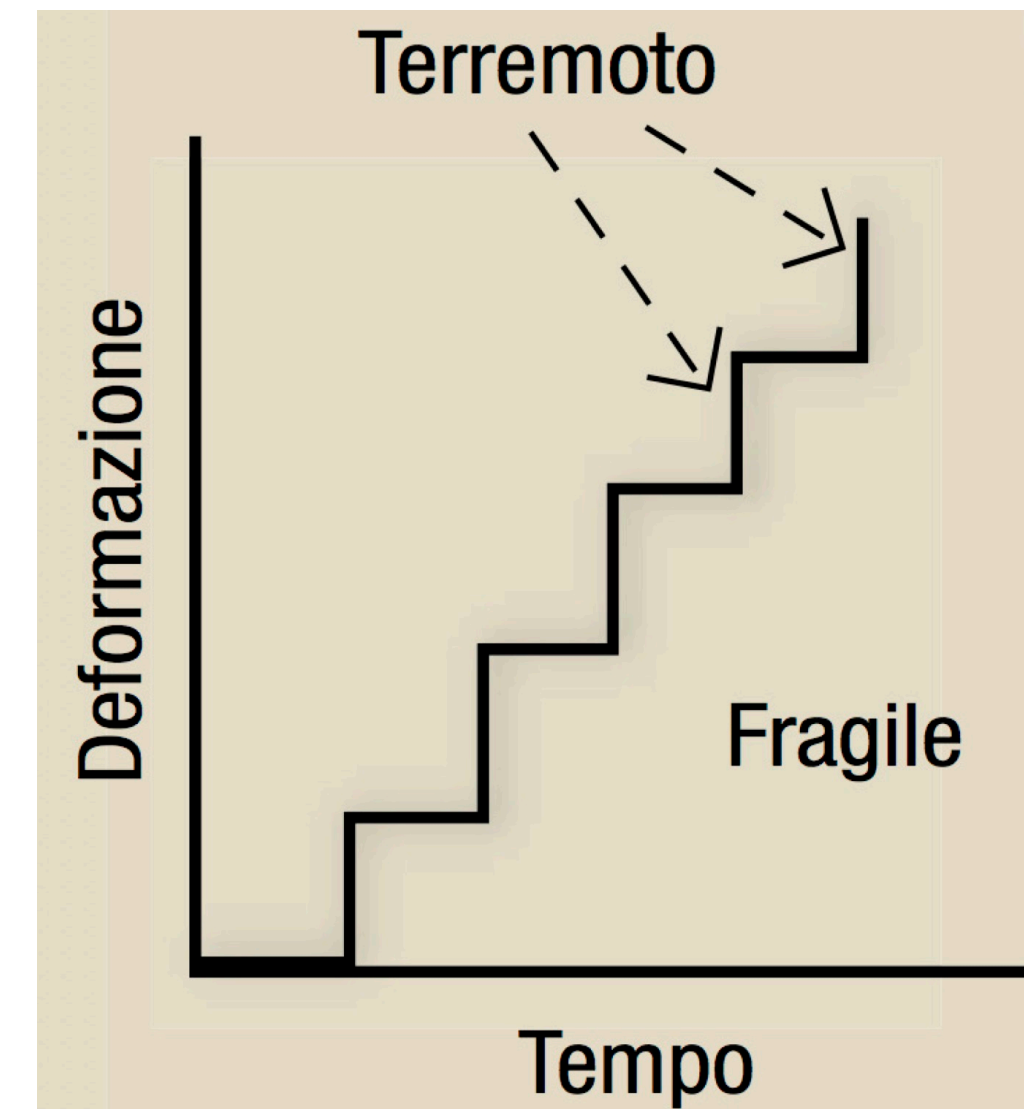
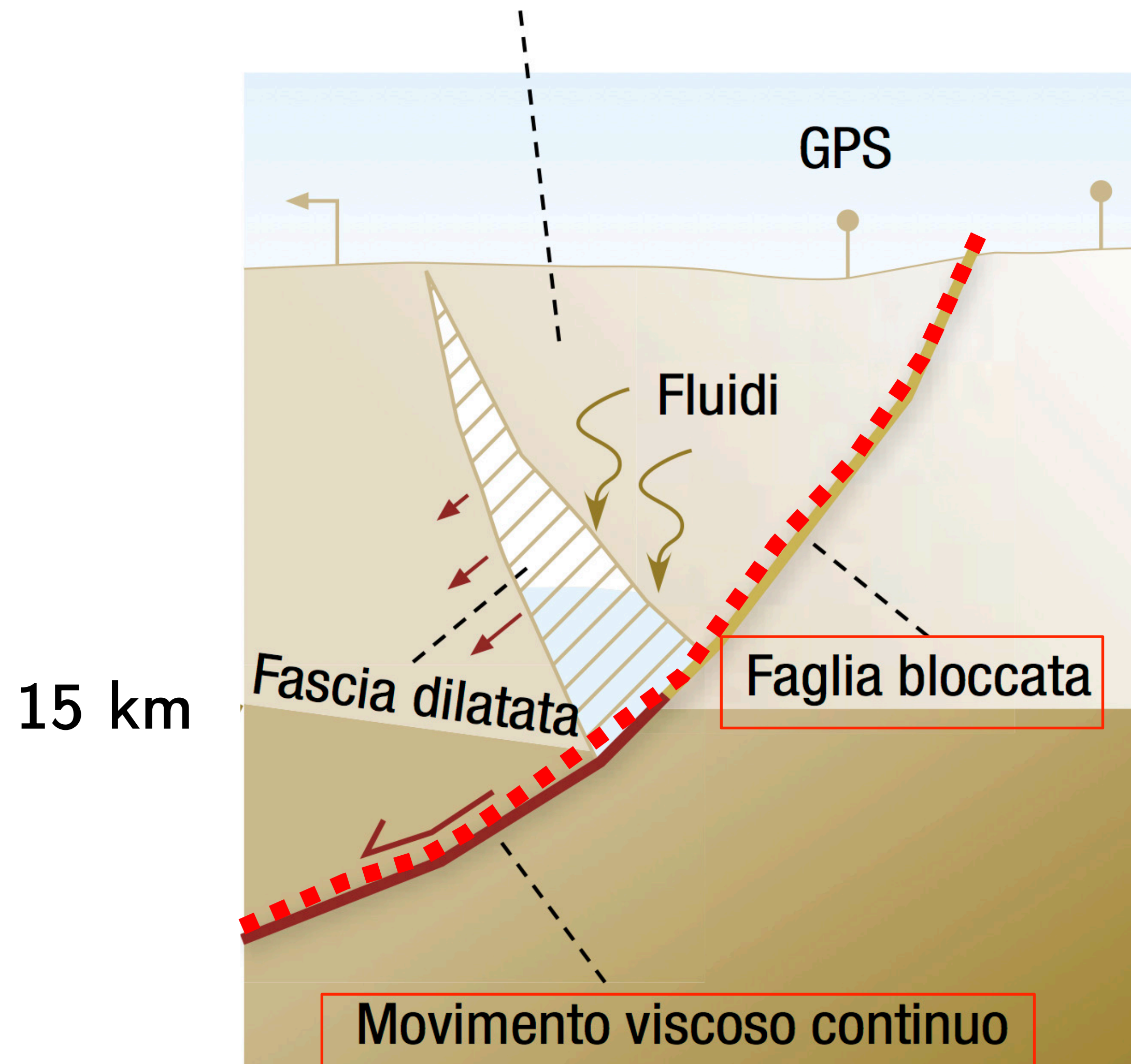
Ci troviamo infatti nella zona di transizione tra i 2 livelli a diverso comportamento meccanico (zona di transizione fragile-duttile) che corrisponde alla massima resistenza delle rocce.

Più è profonda questa transizione, e più lunga è una faglia, maggiore è il volume di roccia coinvolto.

A scala mondiale, l'energia più grande liberata dai terremoti si concentra a circa 15 km di profondità.

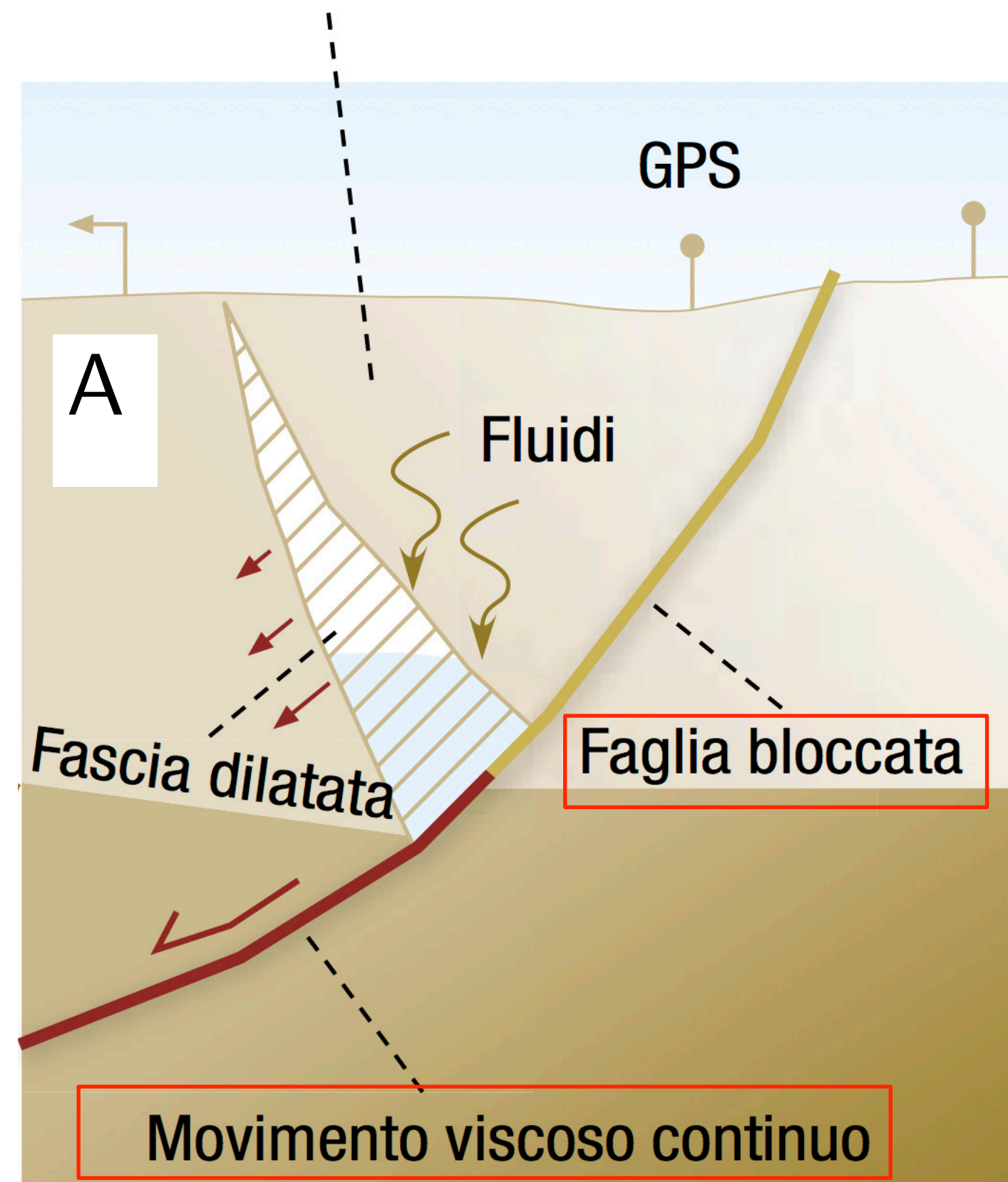
# La Teoria della Tettonica delle Placche

FAGLIA DISTENSIVA  
accumulo di energia gravitazionale

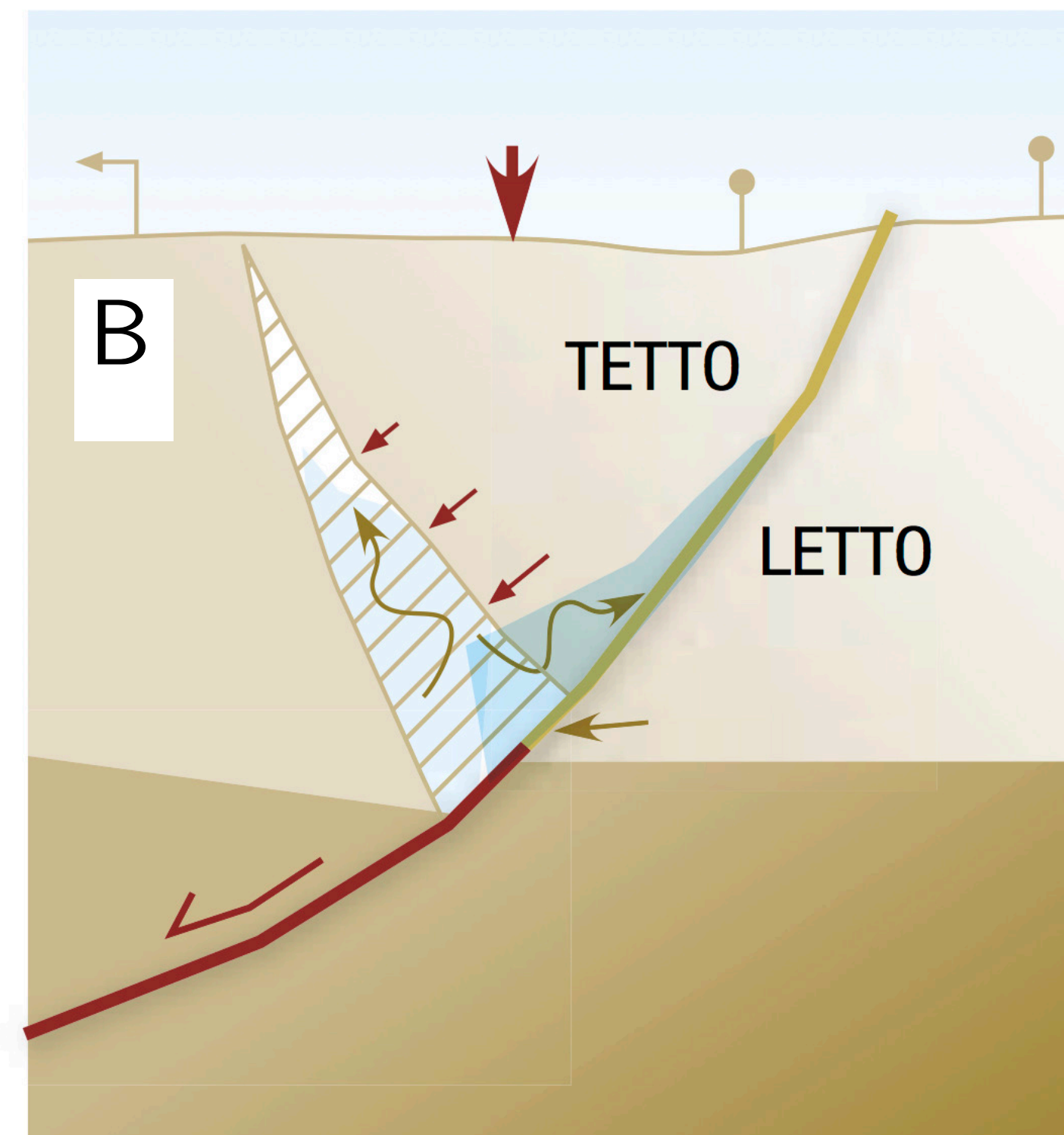


# La Teoria della Tettonica delle Placche

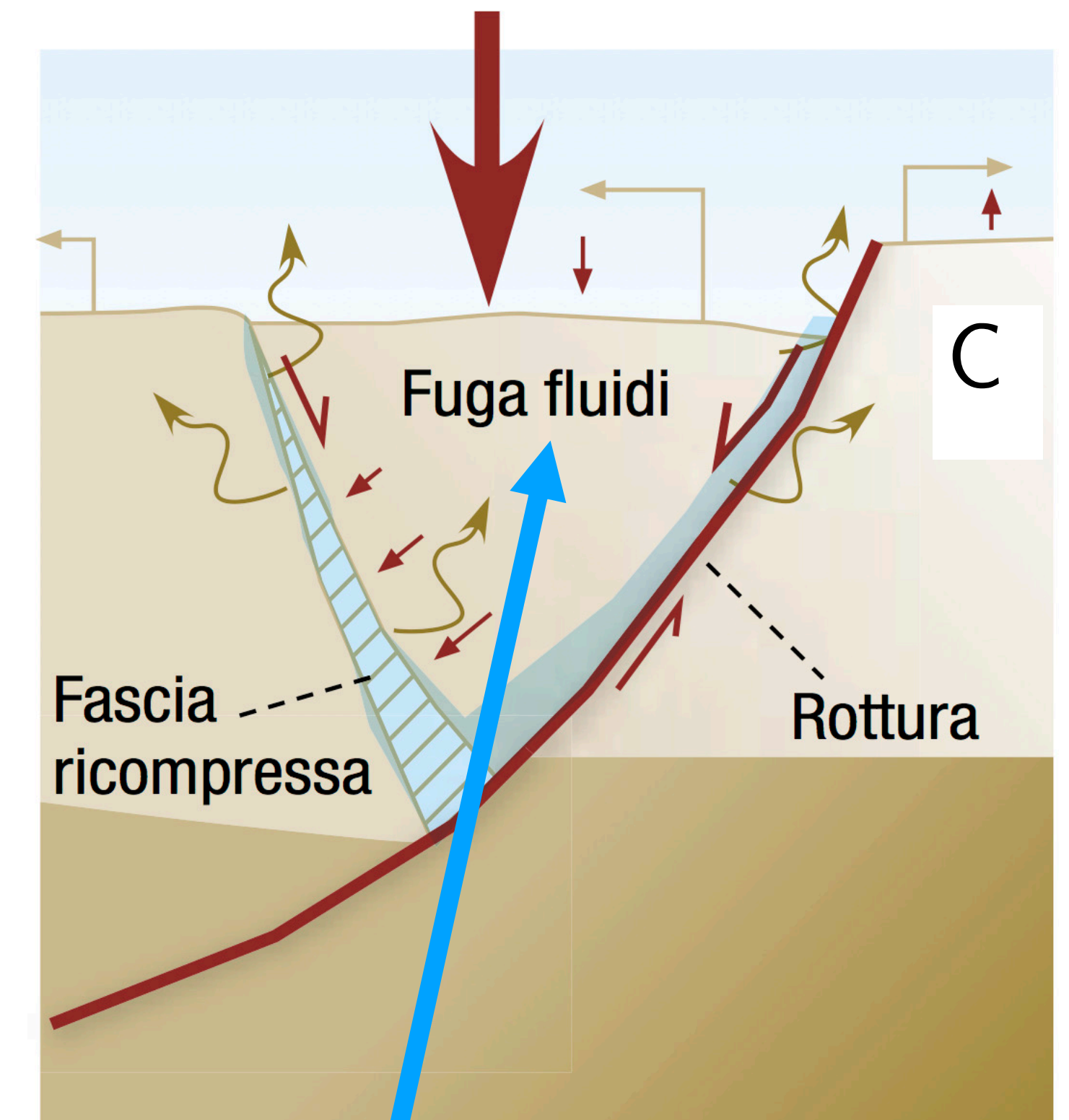
FAGLIA DISTENSIVA  
accumulo di energia gravitazionale



Inizio chiusura della fascia  
fluidi spremuti lungo la faglia  
attrito diminuisce



Attivazione faglia  
CADUTA TETTO

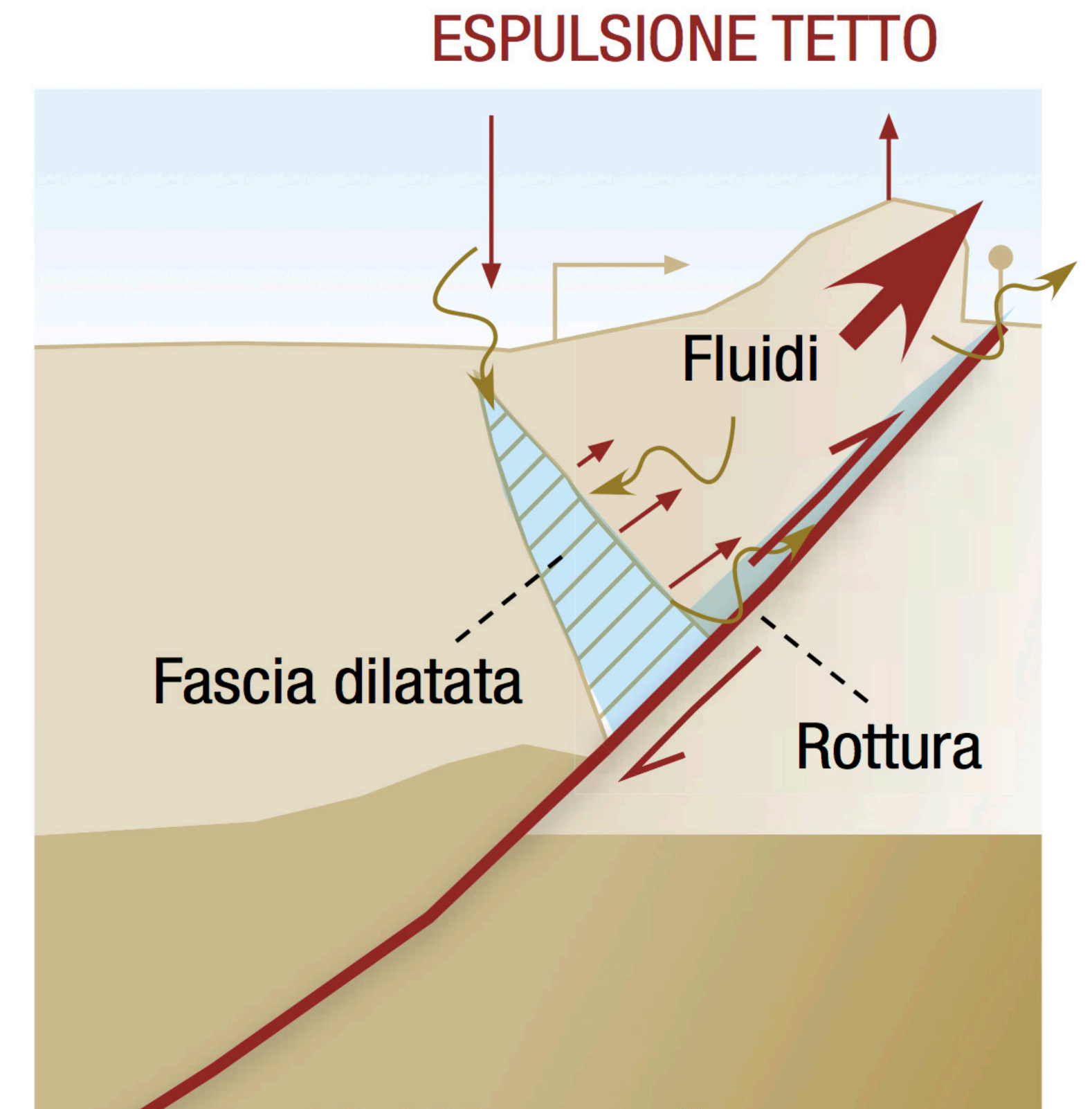
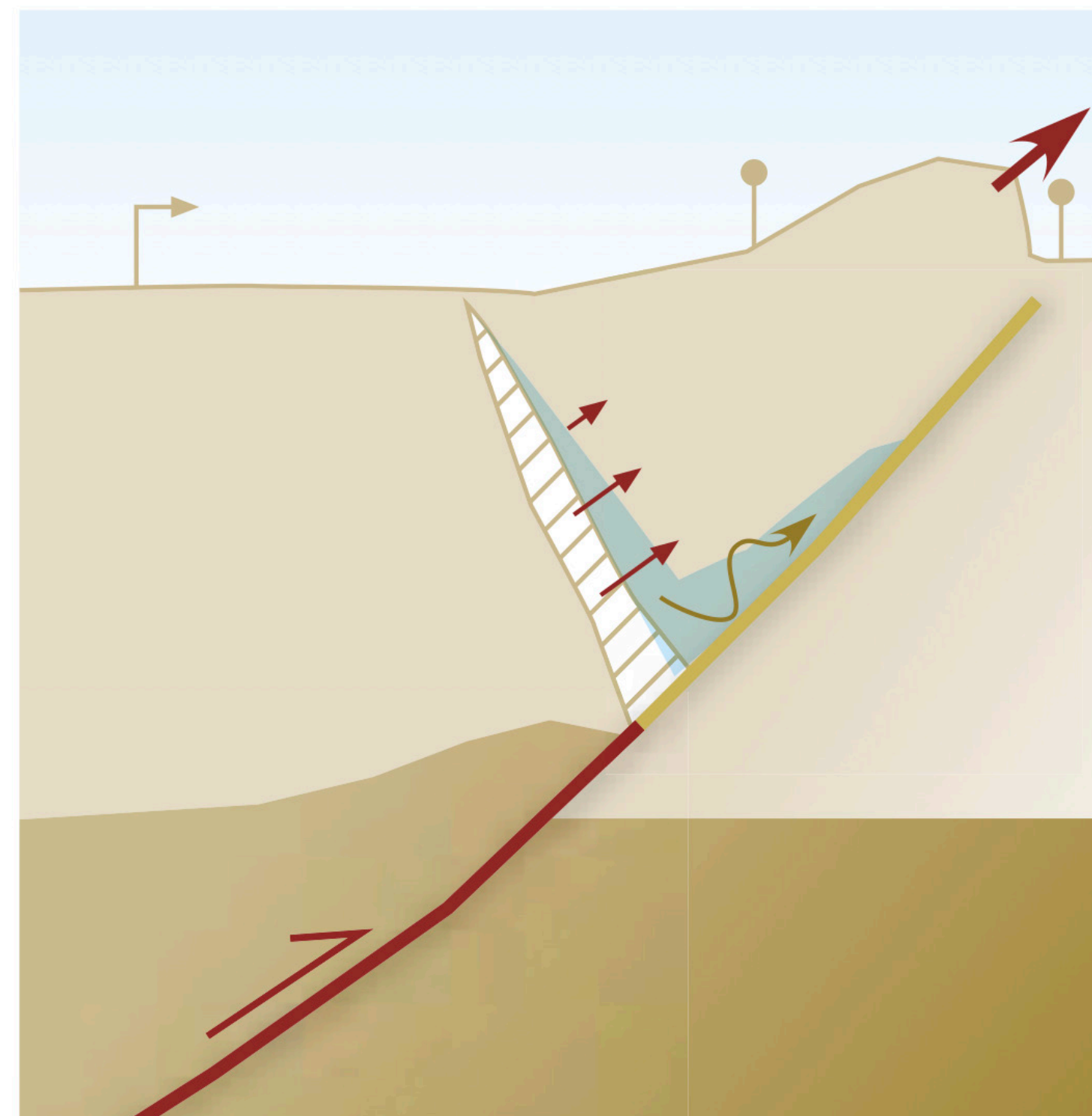
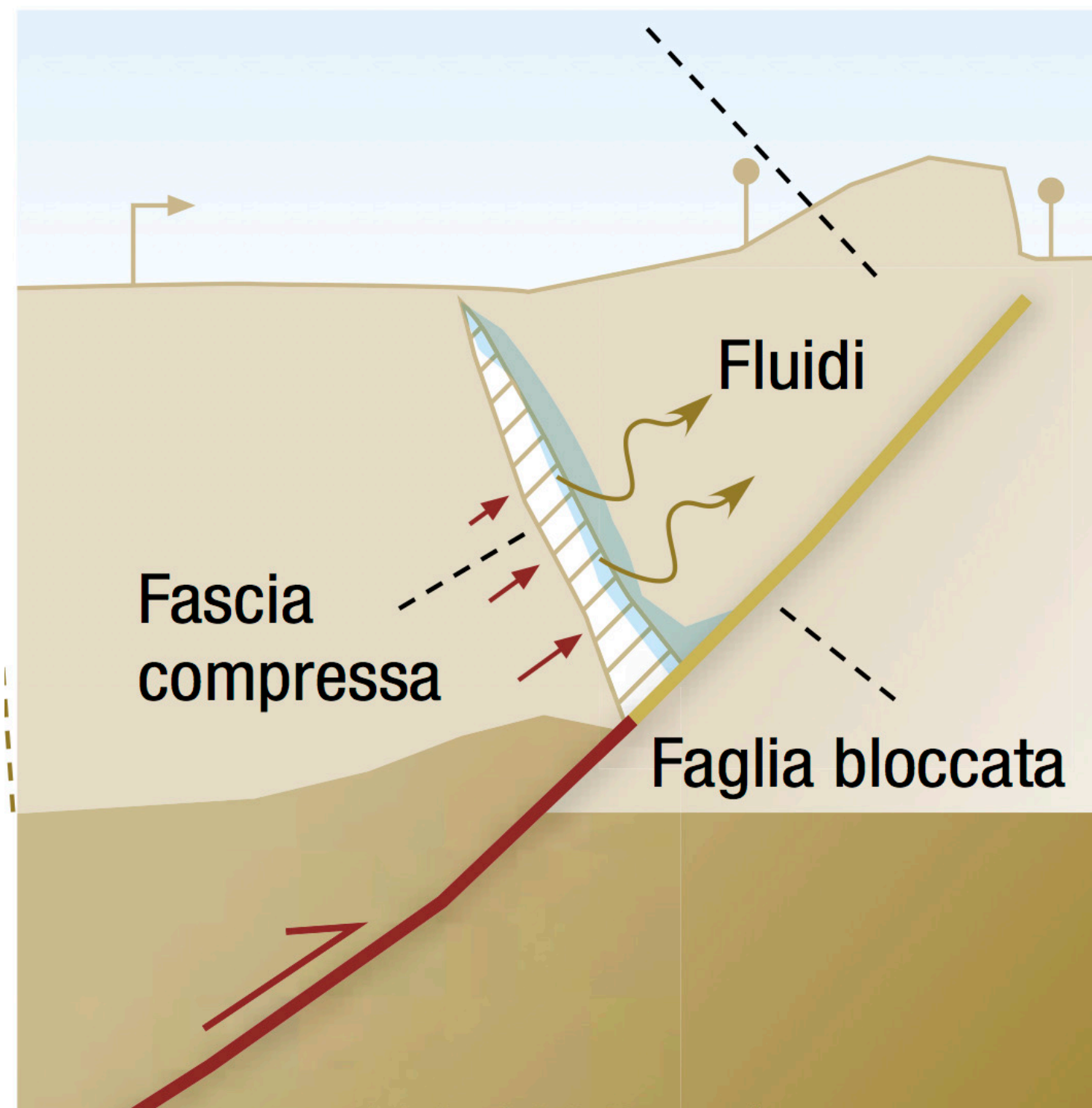


Le fratture e i vuoti generati saranno riempiti di fluidi, provocando un aumento della portata delle sorgenti e l'innalzamento della falda freatica

# La Teoria della Tettonica delle Placche

## FAGLIA INVERSA

accumulo di energia elastica



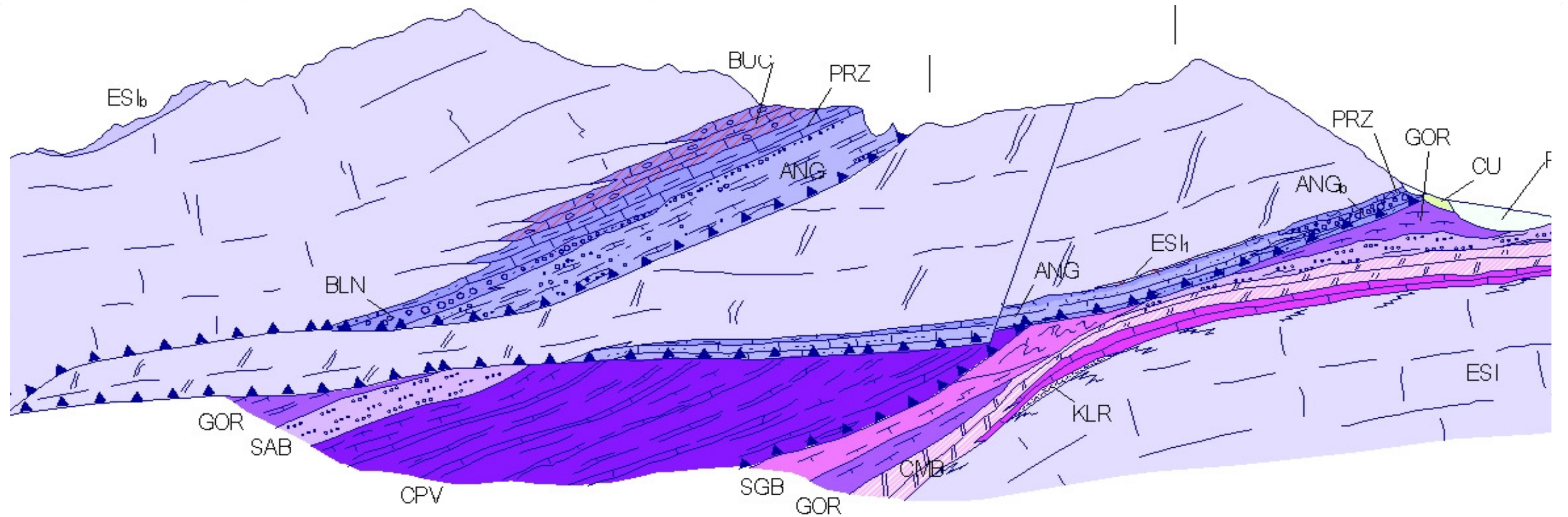
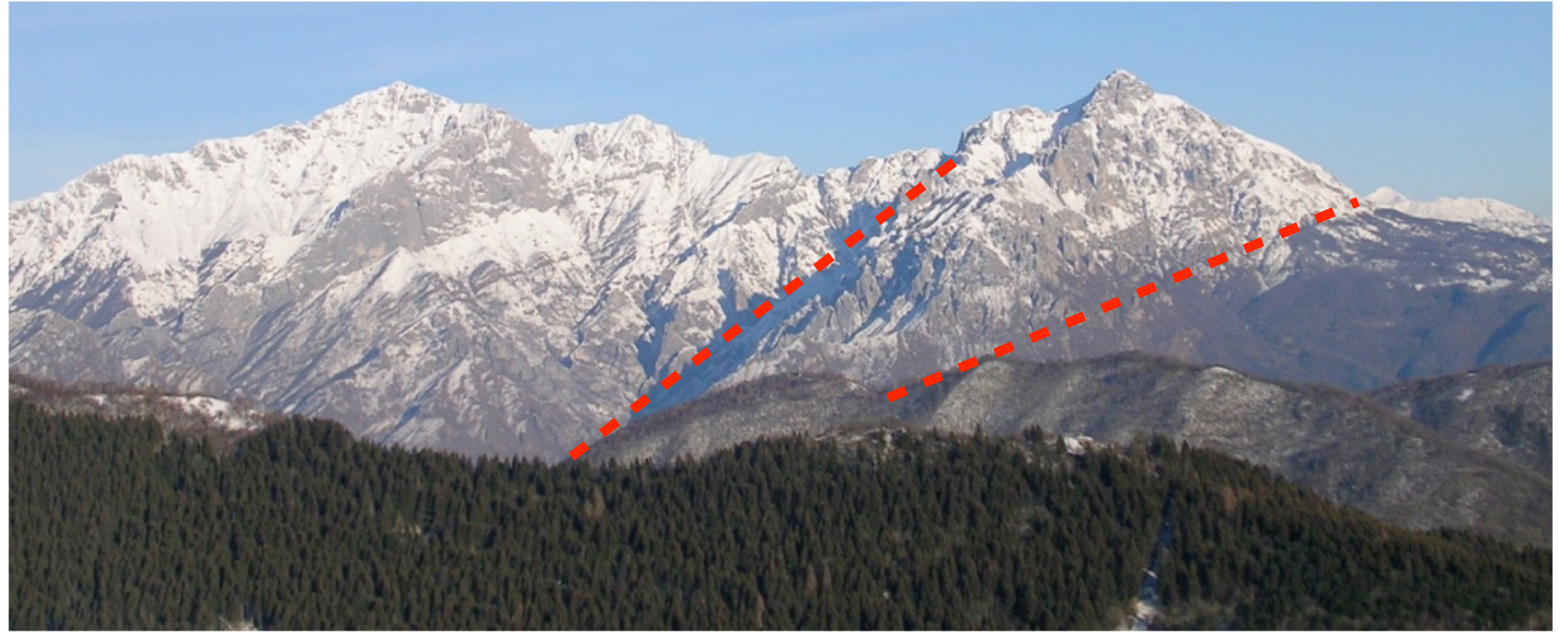
In caso di faglia inversa si ha un'evoluzione opposta. Durante i momenti tranquilli (**intersismico**) si creerà una fascia compressa dove si accumulerà energia elastica fino al punto in cui la roccia non assorbirà più la spinta. Al momento del terremoto l'energia accumulata sarà rilasciata all'improvviso (es. molla).

# La Teoria della Tettonica delle Placche

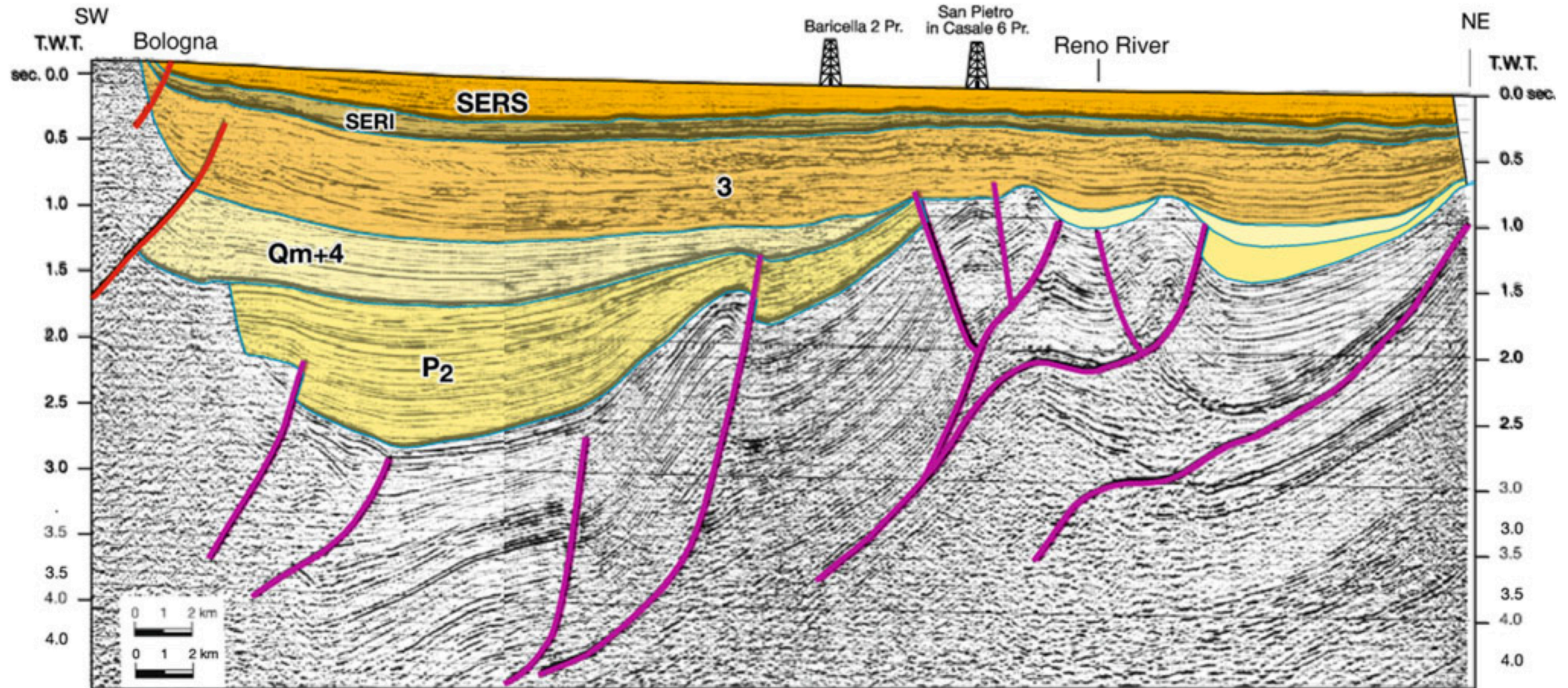
In  
GEO  
ITALI  
A

Faglie inverse:  
esempio in un  
contesto convergente

(Alpi)



# La Teoria della Tettonica delle Placche



Faglie inverse: esempio in un contesto convergente

(Appennini - Pianura Padana)

# La Teoria della Tettonica delle Placche

---

RIASSUMENDO.....

Quanto più è profonda è la fascia di transizione fragile-duttile, tanto maggiore sarà il volume spostato durante un evento sismico. Aumentando la massa coinvolta, aumenterà anche l'energia dissipata. Quindi la magnitudo di un terremoto cresce non solo con la dimensione lineare della faglia, ma anche con la profondità della transizione fragile-duttile e dunque del volume, oltre che con l'entità delle forze in gioco.

L'energia dissipata dalle faglie distensive deriva anche dall'energia potenziale gravitazionale, mentre l'energia rilasciata dalle faglie compressive è alimentata dall'accumulo di energia elastica nel volume adiacente alla faglia bloccata.

A livello globale le faglie compressive (o "sovrascorrimenti") sono più energetiche, e quindi possono generare terremoti più forti perché accumulano più energia, dato anche che occorre più forza per rompere le rocce in compressione che in estensione, e inoltre per muoversi devono vincere anche la forza di gravità.

# La Teoria della Tettonica delle Placche

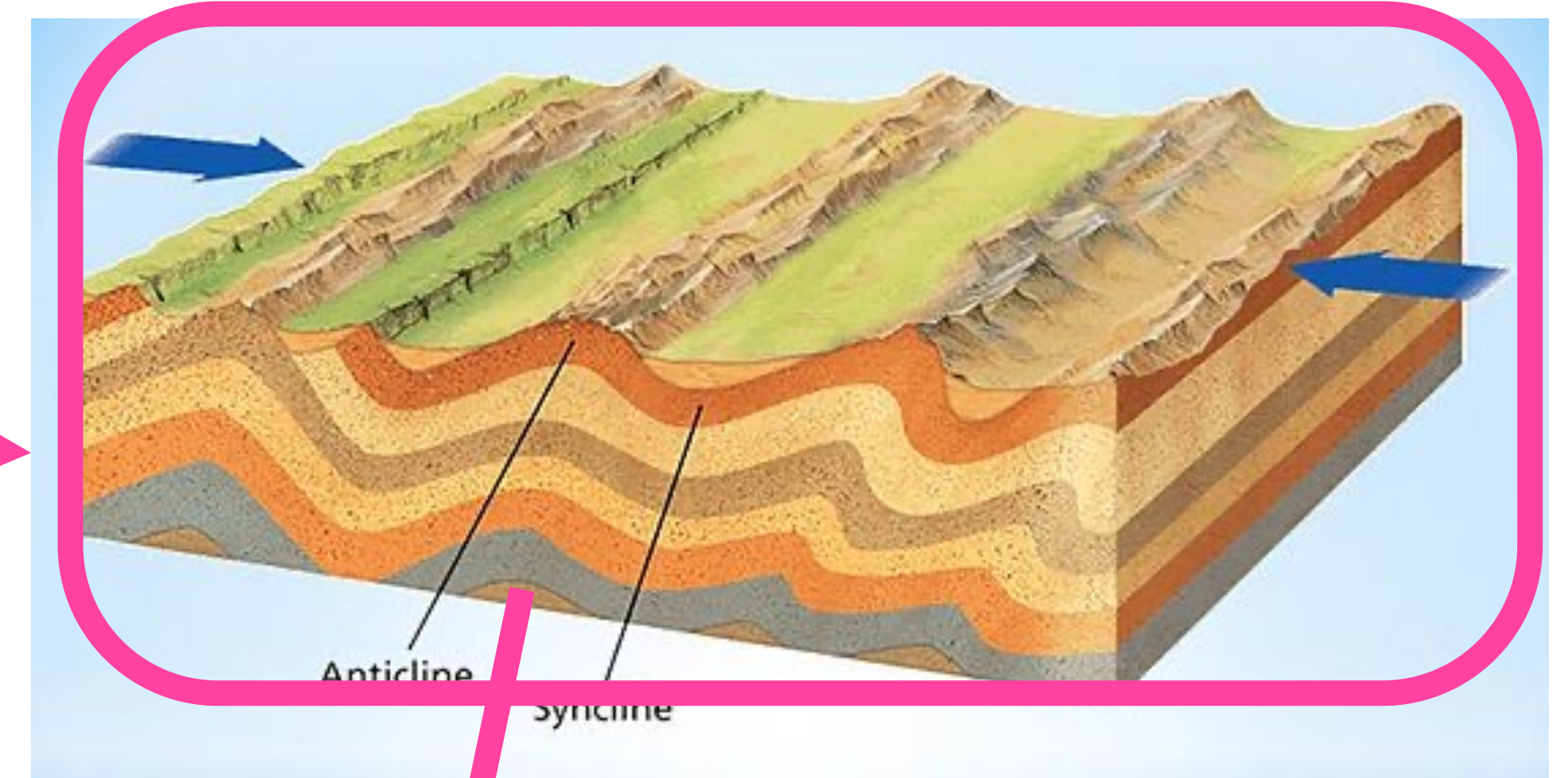
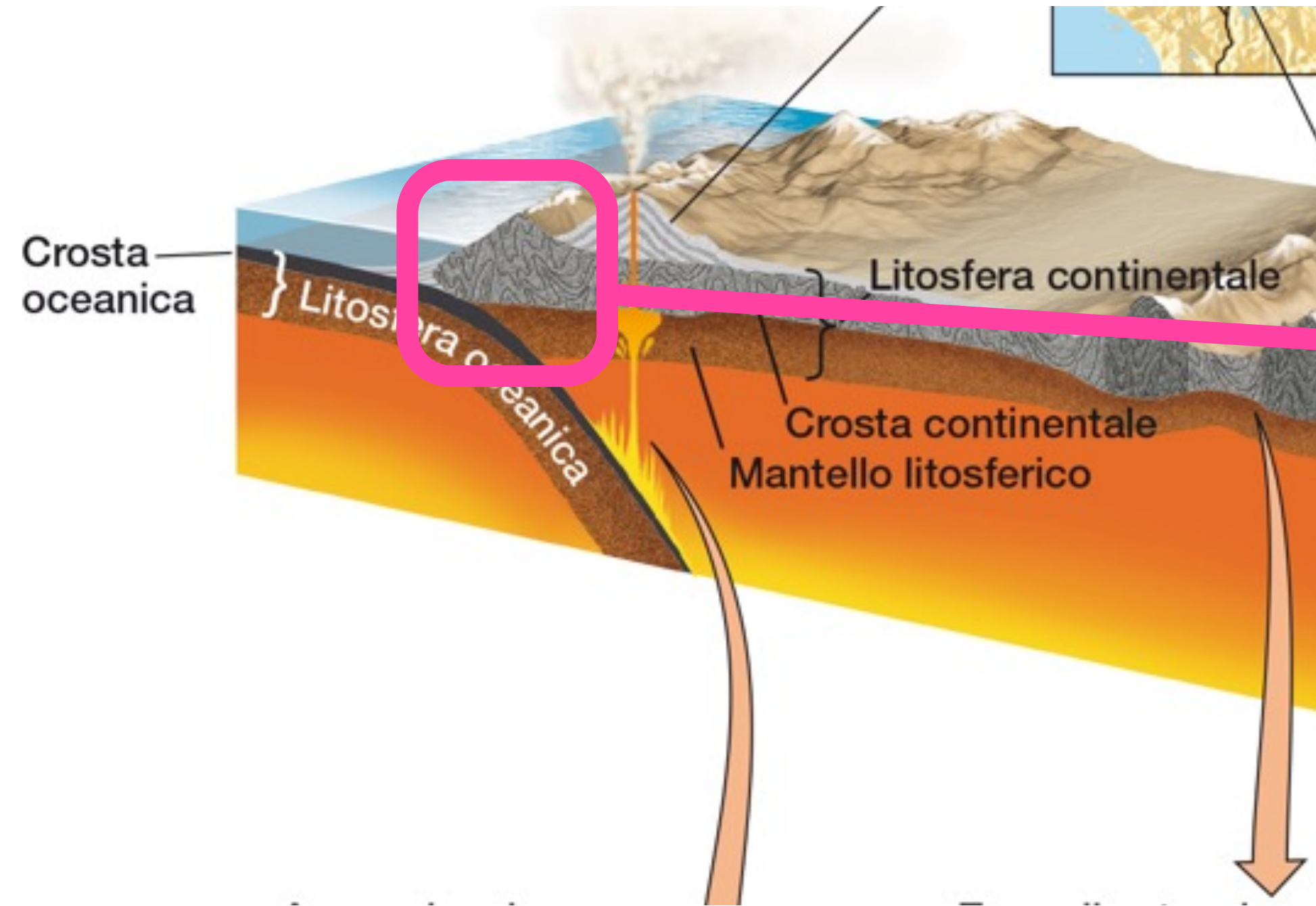
---

All'interno delle catene montuose è facile trovare rocce che sono state deformate prima in maniera duttile e poi in quella fragile





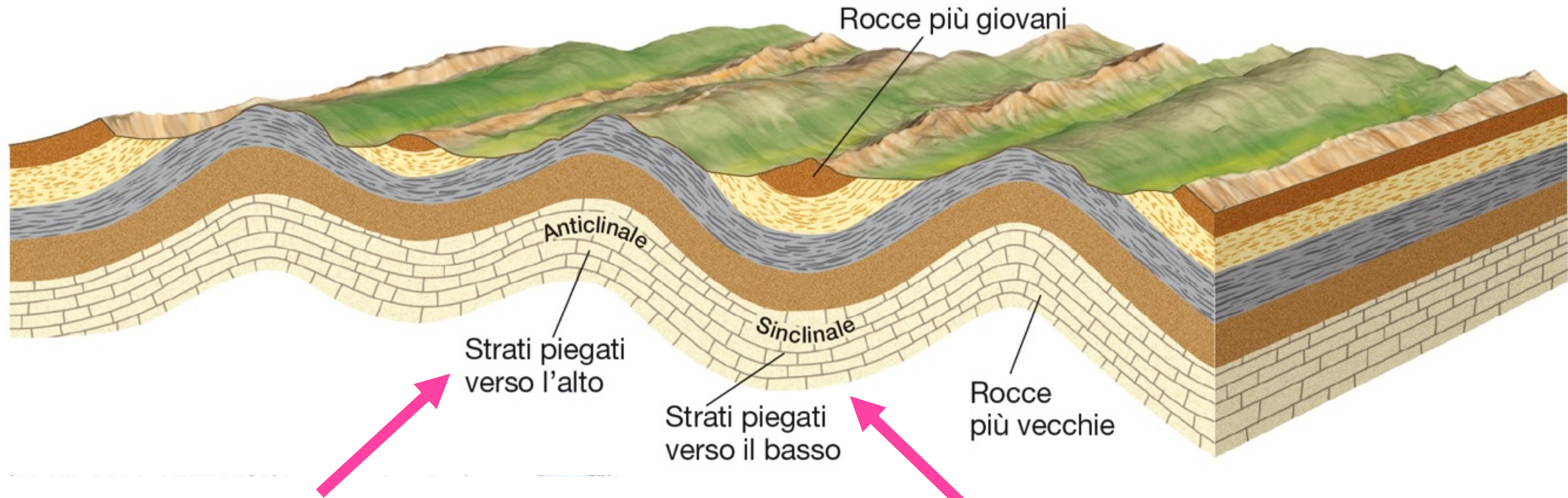
# La Teoria della Tettonica delle Placche



Una deformazione duttile delle rocce produce una struttura chiamata piega.

Immaginiamo dei livelli originariamente orizzontali a profondità maggiori di 15 km che in seguito a forze di compressione legate ad un orogenesi (ma anche di distensione) vengono deformate in maniera plastica e continua

# La Teoria della Tettonica delle Placche



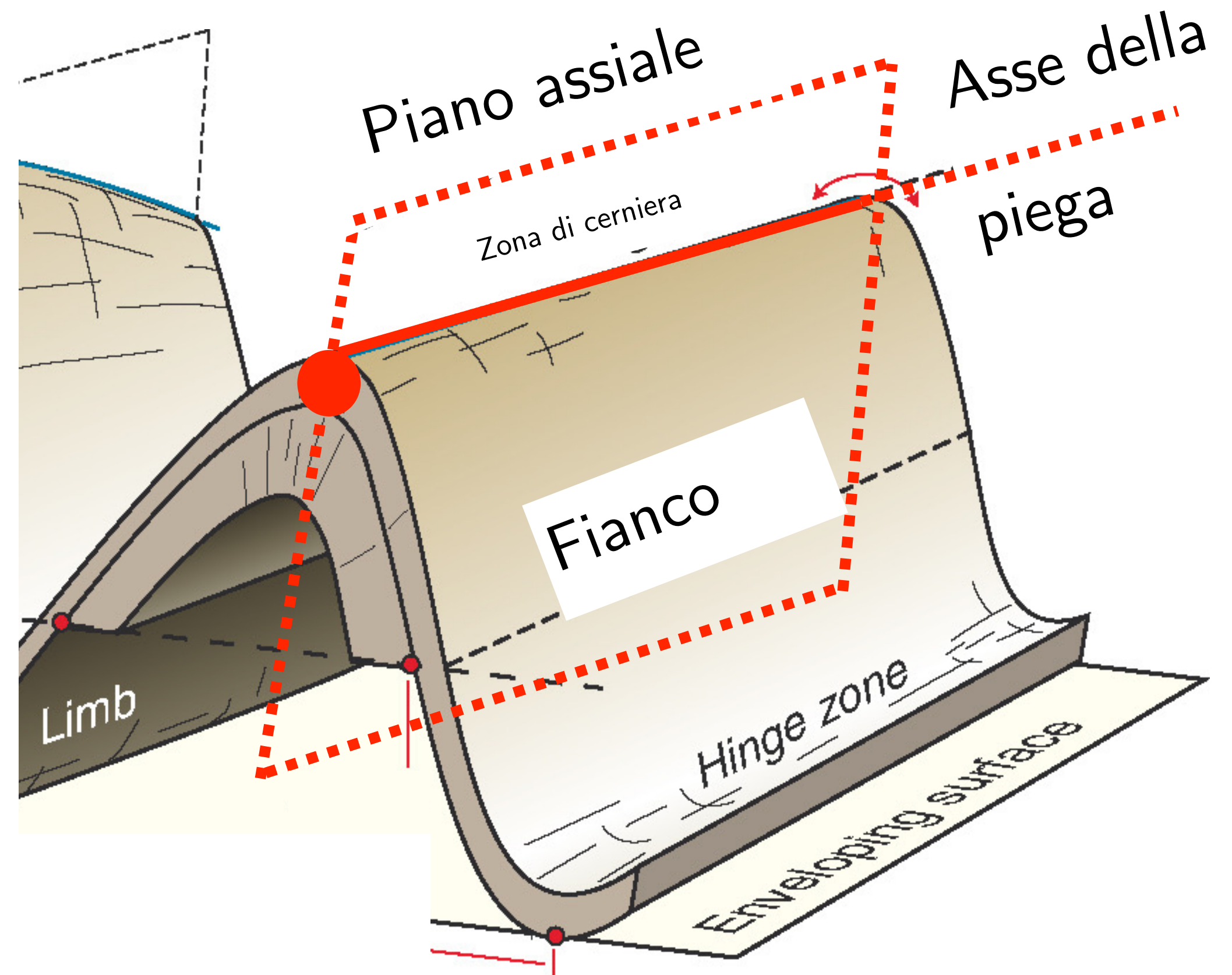
Piega antiforme è una piega con la convessità rivolta verso l'alto. Quando le rocce più antiche si trovano al nucleo allora si dice anticlinale

Piega sinforme è una piega con la convessità rivolta verso il basso. Quando le rocce più giovani si trovano al nucleo allora si dice sinclinale

# La Teoria della Tettonica delle Placche

La cerniera ● è la zona di massima curvatura della piega in corrispondenza della quale si congiungono i fianchi, cioè le superfici laterali della piega

Il piano assiale è una superficie passante per la cerniera della piega



L'asse della piega è la linea passante per la zona di cerniera ed è formata dall'intersezione del piano assiale con la zona di cerniera.

# La Teoria della Tettonica delle Placche

