Studiare i terremoti in laboratorio per meglio comprendere la fisica del processo

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Cristiano Collettini & Marco Scuderi

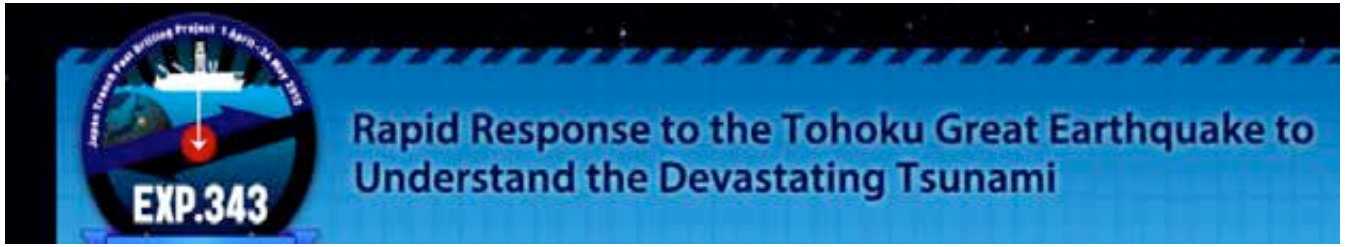
erc
2007-2013 7 SEVENTH FRAMEWORK PROGRAMME

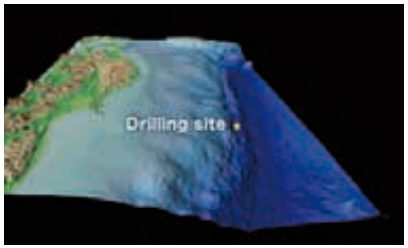
GLASS: 259256

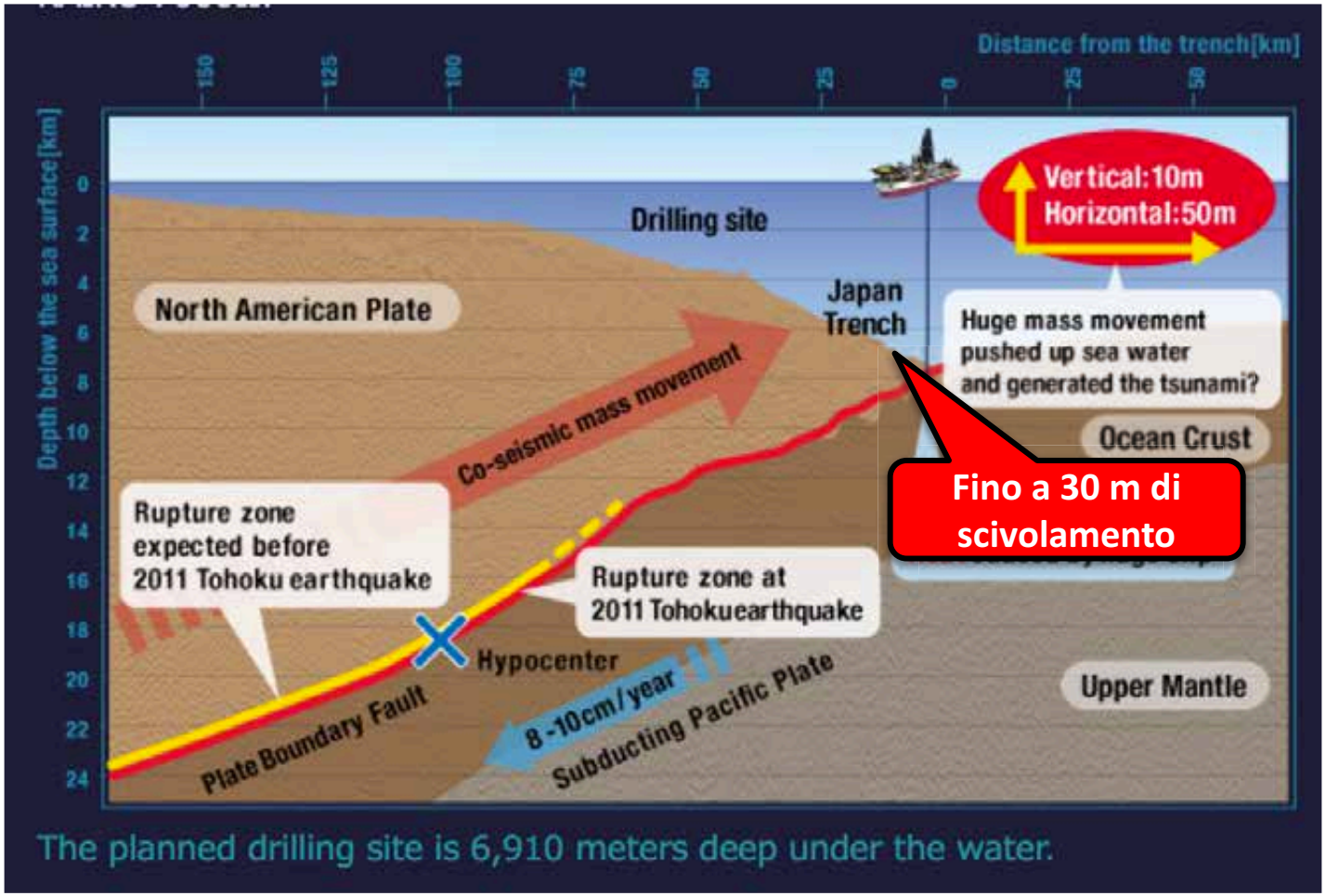
RESEARCH & INNOVATION
Marie Skłodowska-Curie actions

FEAT: 656676

Terremoto e tsunami di Tohoku 2011 Giappone, M=9.2







Maggiori informazioni a: http://www.jamstec.go.jp/chikyu/exp343/e/index.html

Terremoto e tsunami di Tohoku 2011 Giappone, M=9.2

L'inaspettato e forte scivolamento della porzione più superficiale della faglia ha provocato il grande tsunami.

La conoscenza dei terremoti e di conseguenza la stima del rischio a essi associato ha come prerequisito la comprensione dei processi fisici che li determinano.

La conoscenza dei terremoti e di conseguenza la stima del rischio a essi associato ha come prerequisito la comprensione dei processi fisici che li determinano.

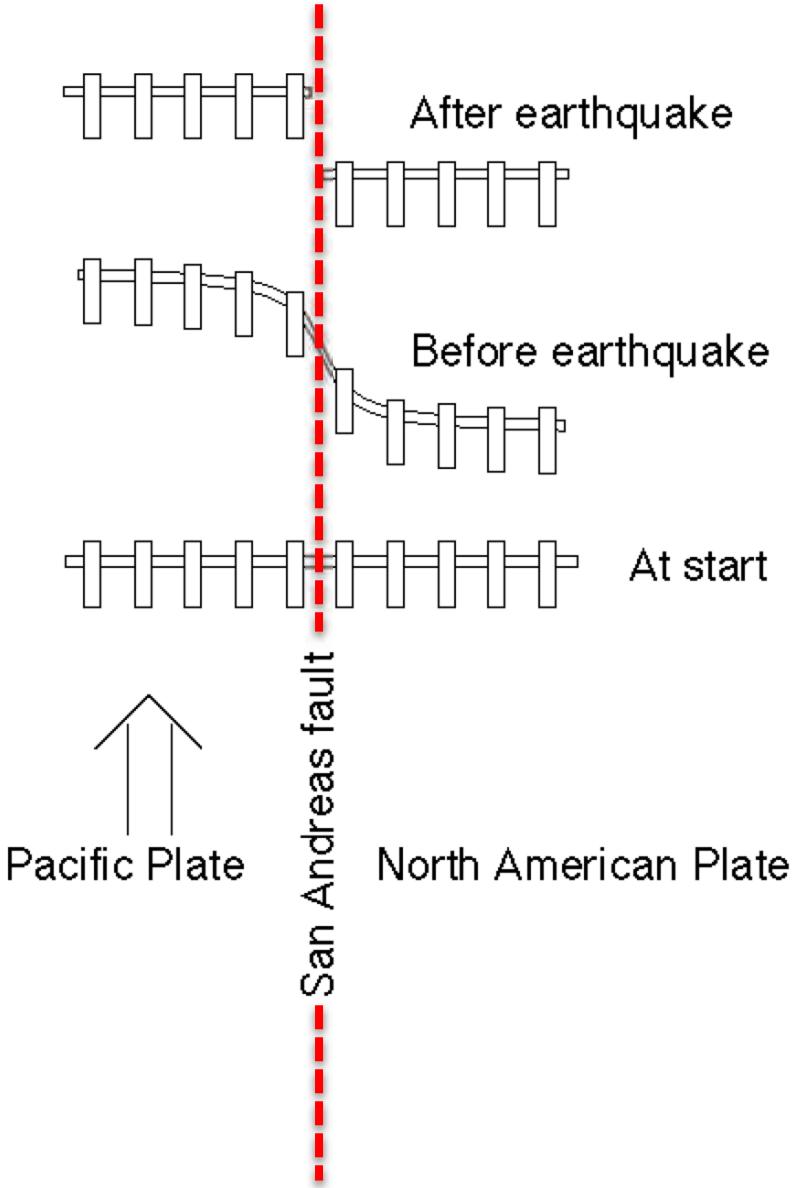
Tanto più sappiamo sulla fisica dei terremoti, tanto maggiori saranno le possibilità di essere preparati al prossimo evento.

Le basi per gli studi di fisica dei terremoti sono state poste dal terremoto di San Francisco 1906, M = 7.8.

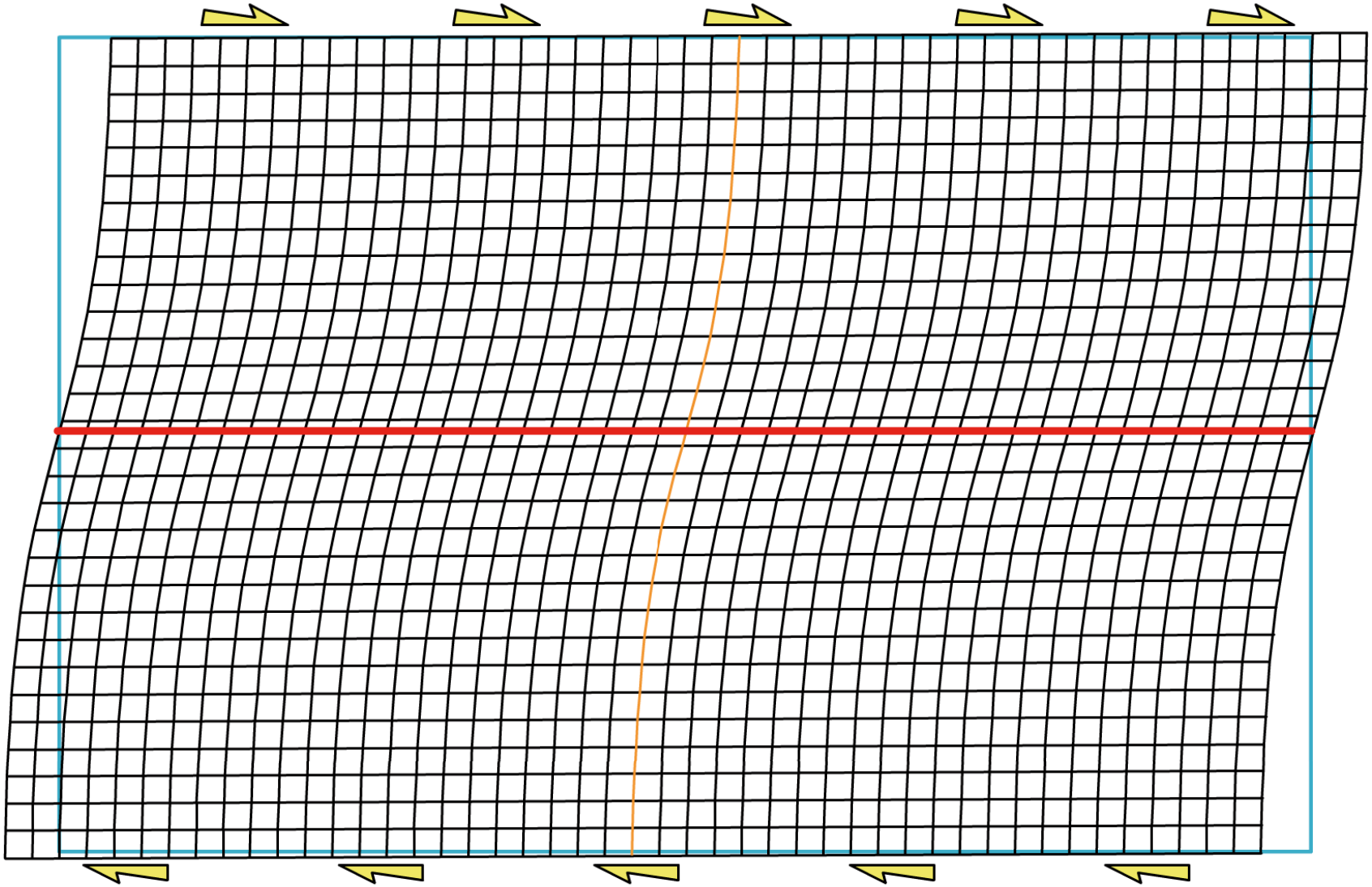
Il terremoto di San Francisco 1906, M = 7.8: relazione tra terremoto e faglie

Il terremoto di San Francisco 1906, M = 7.8: effetti di sito e rischio sismico

Il terremoto di San Francisco 1906, M = 7.8: stick-slip e rimbalzo elastico Reid 1910

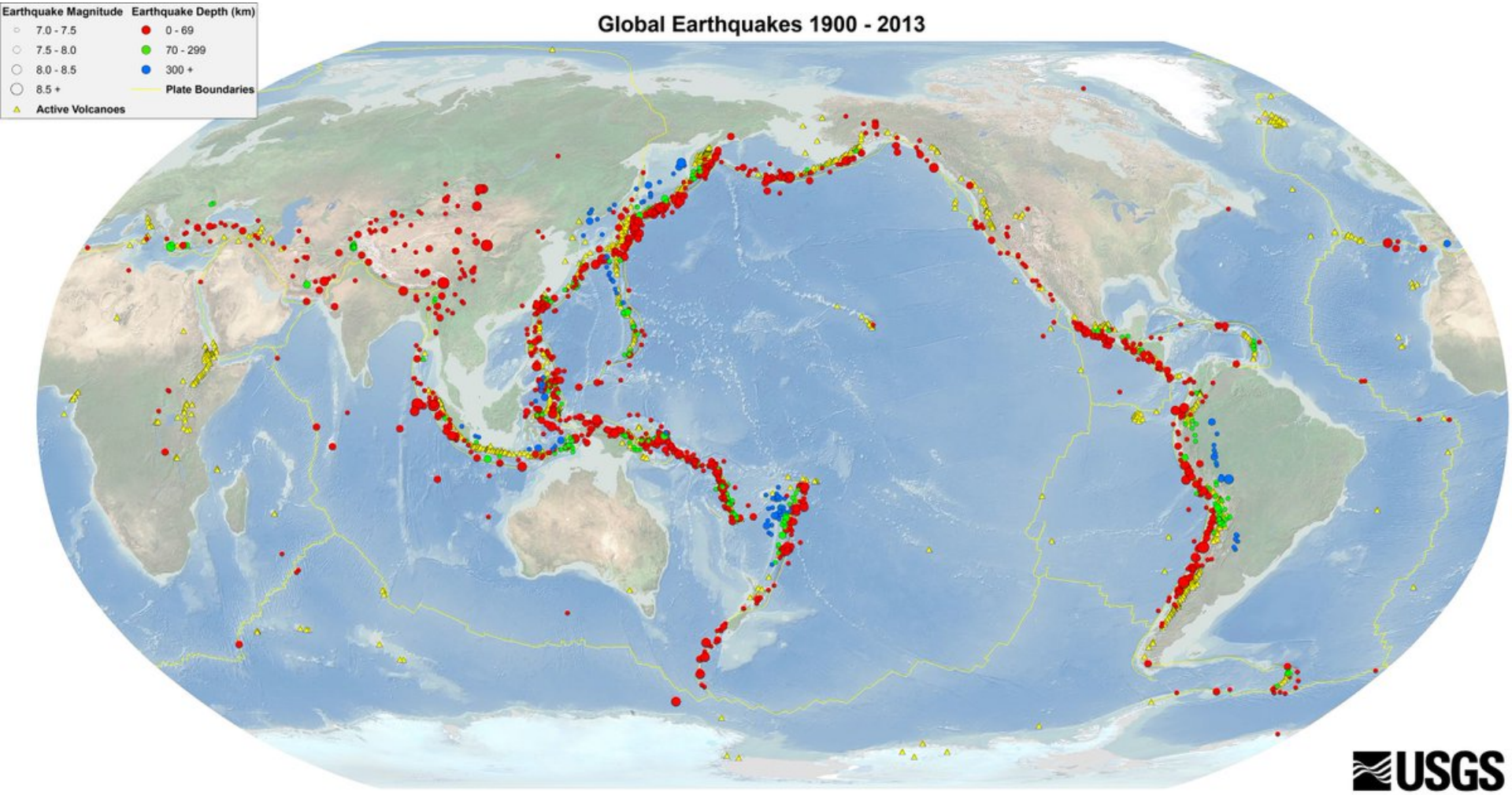


Teoria del rimbalzo elastico Reid 1910 e comportamento stick-slip

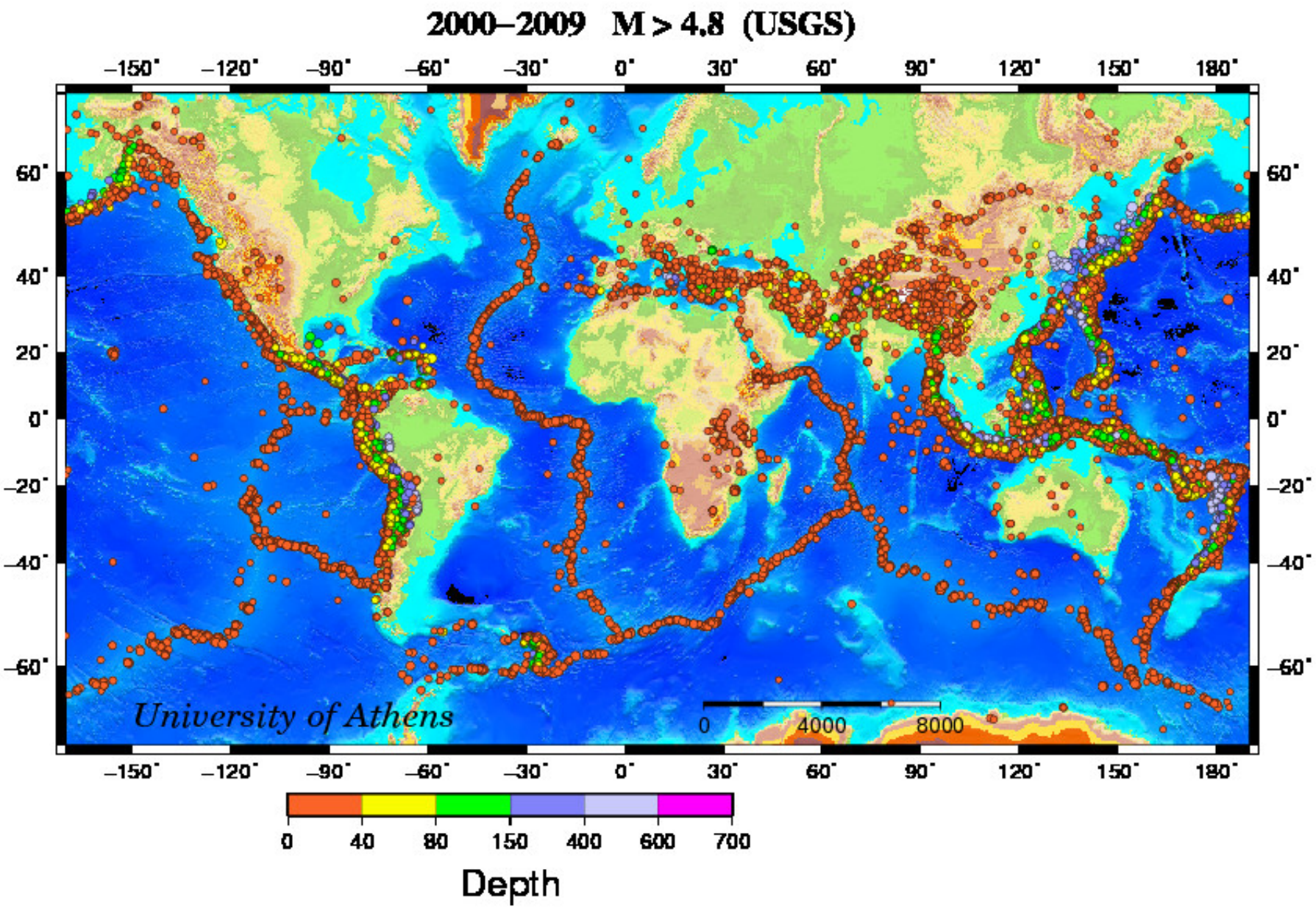


Stress accumulation over 200 years

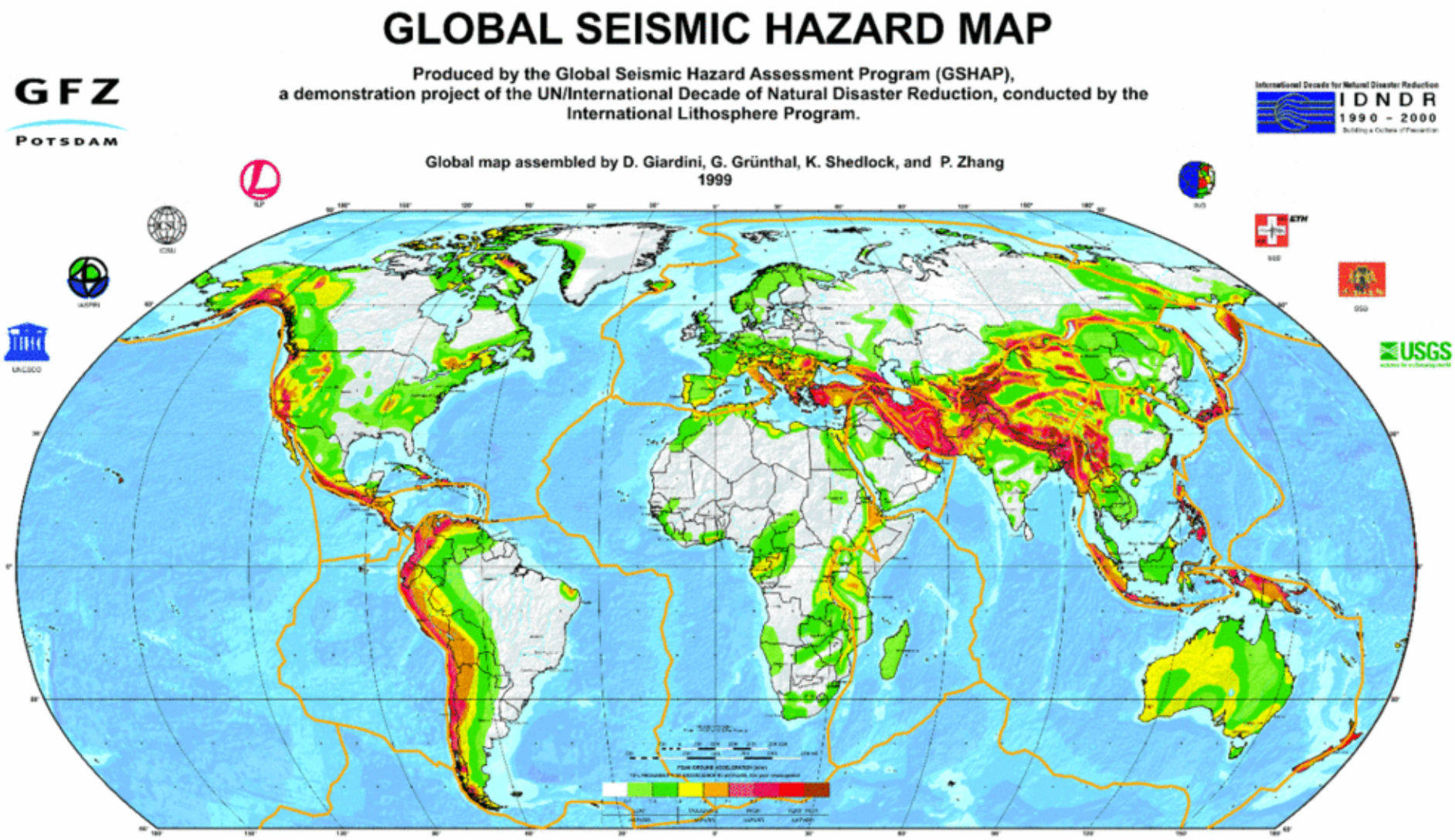
I terremoti generalmente avvengono ai limiti di placca…..



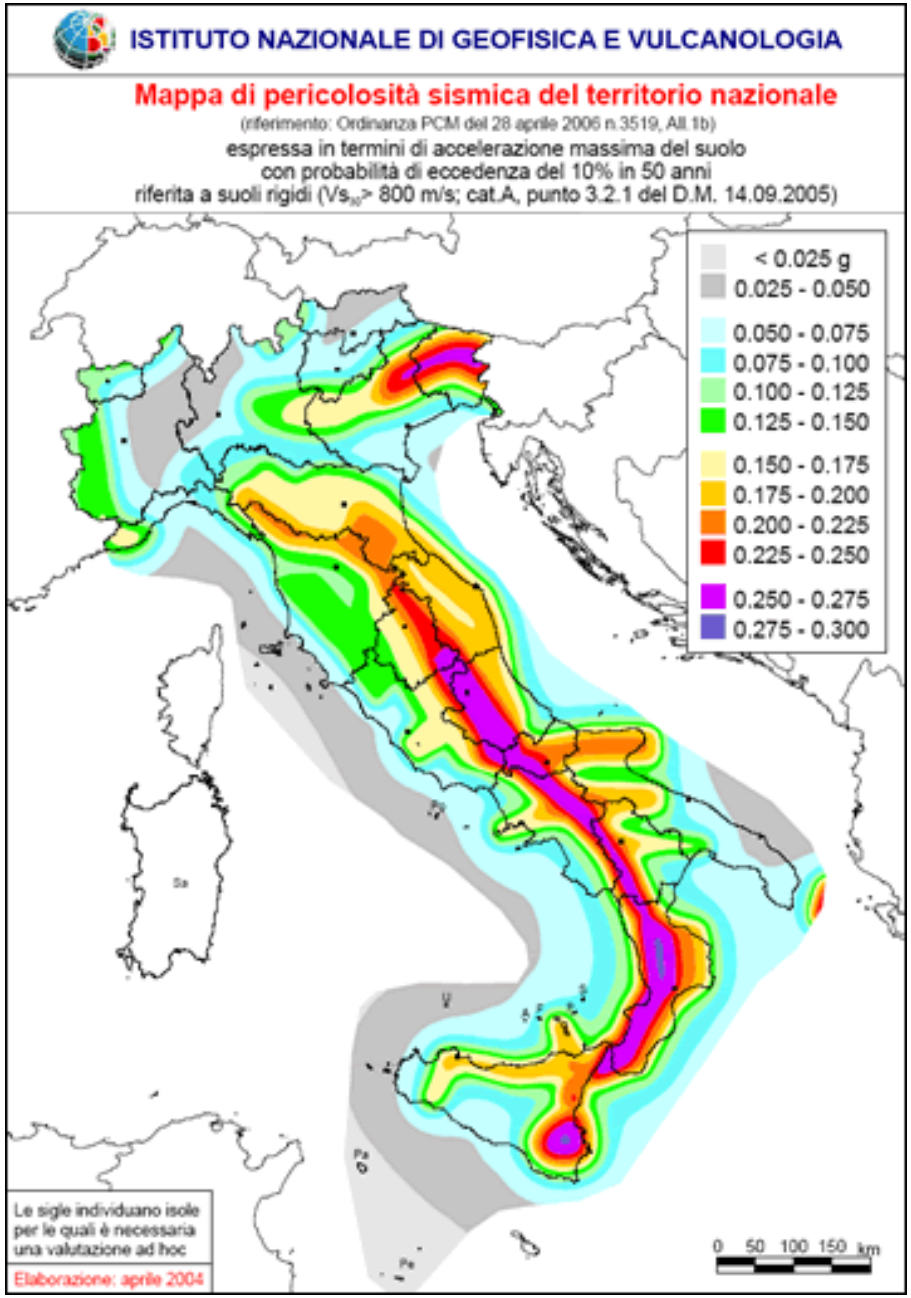
I terremoti generalmente avvengono ai limiti di placca.....



I terremoti generalmente avvengono ai limiti di placca.....

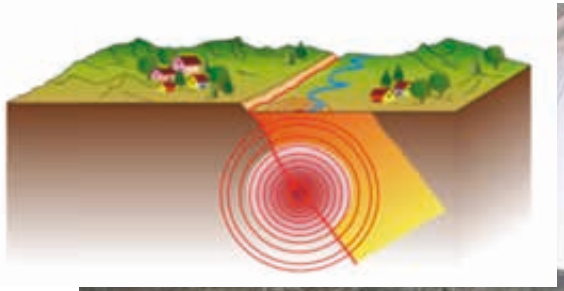


I terremoti generalmente avvengono ai limiti di placca.....



…..sulle faglie

Espressione superficiale della faglia che ha generato il terremoto di Kobe in Giappone nel 1995, M = 6.5.

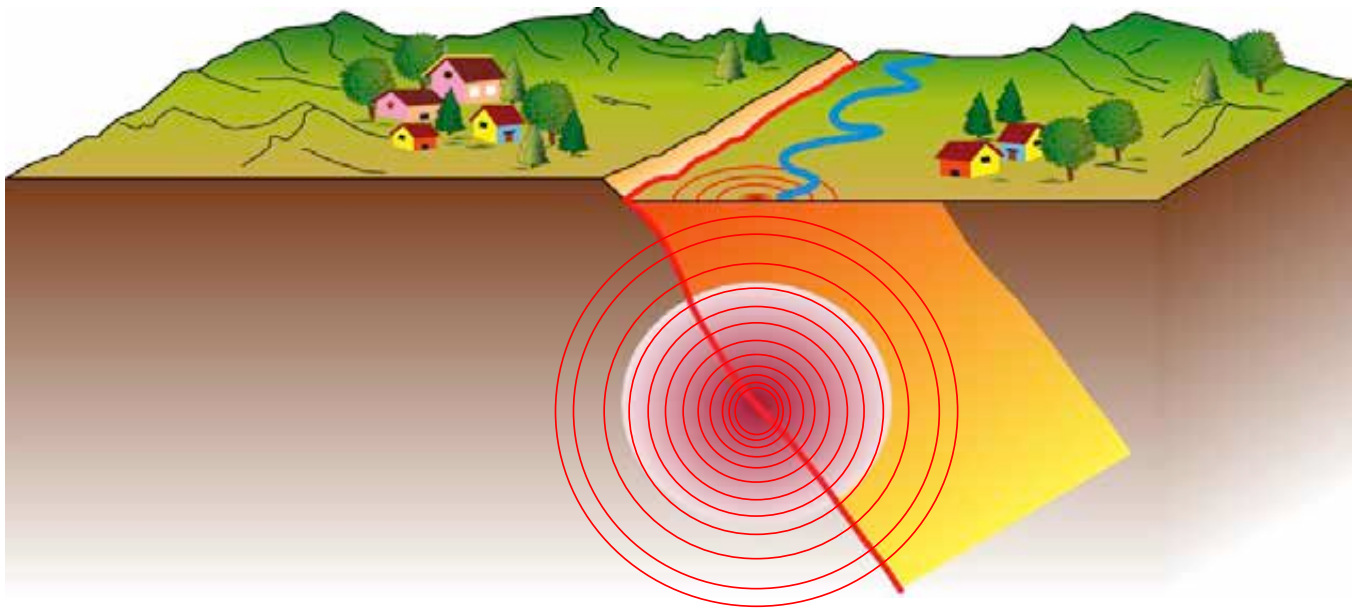


…..sulle faglie

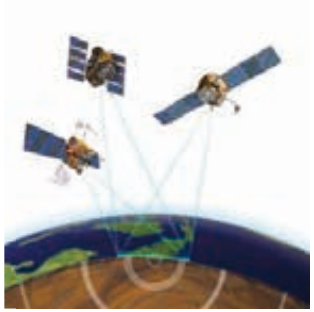
Espressione superficiale della faglia che ha generato il terremoto di Norcia il 30/10/2016 M = 6.5.

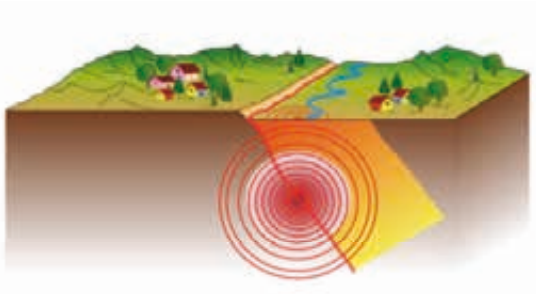
Faglia di San Andreas in California

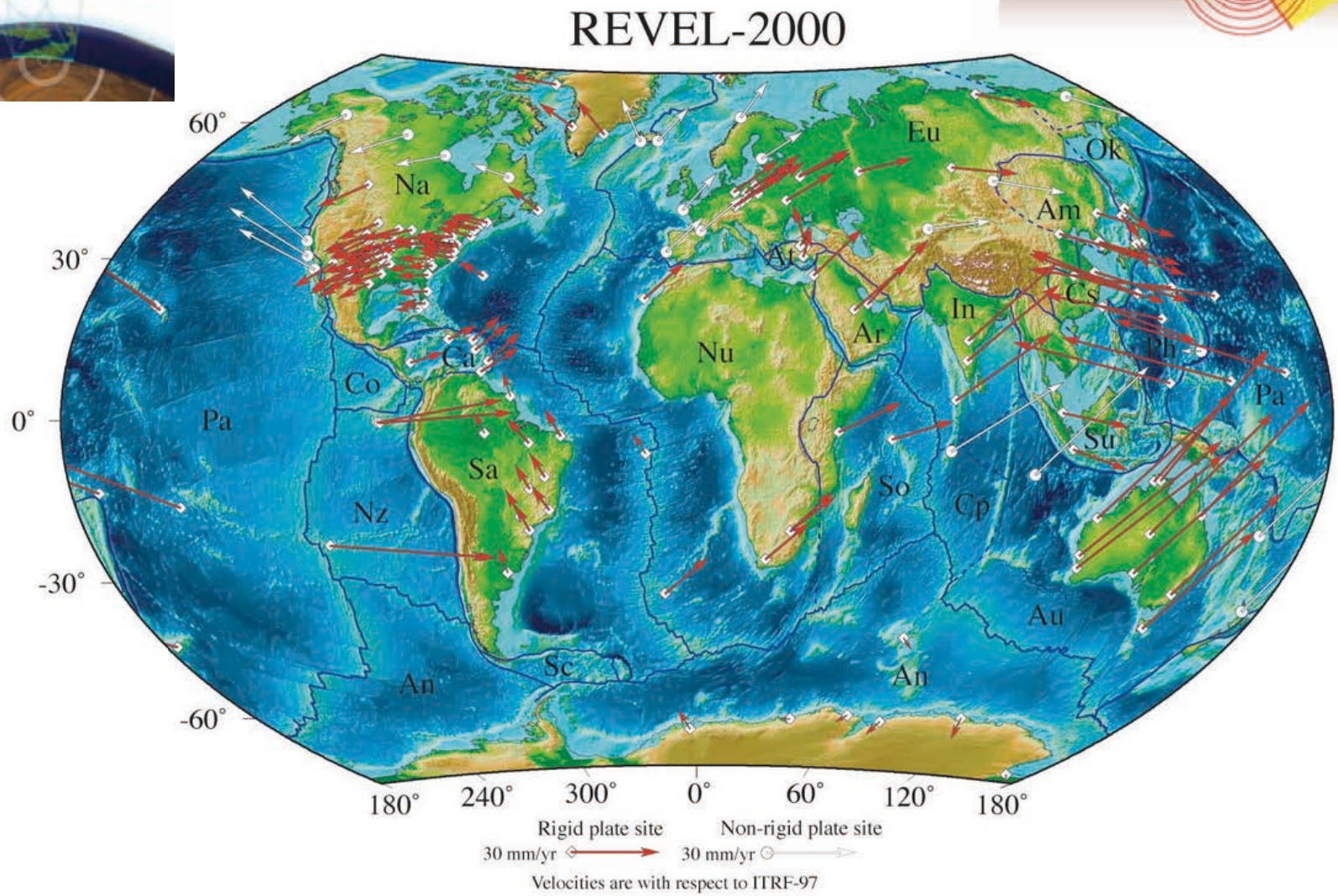
Faglia: struttura geologica assimilabile ad un piano che separa due porzioni di crosta terrestre. Il terremoto è l'espressione diu un movimento lungo la faglia.



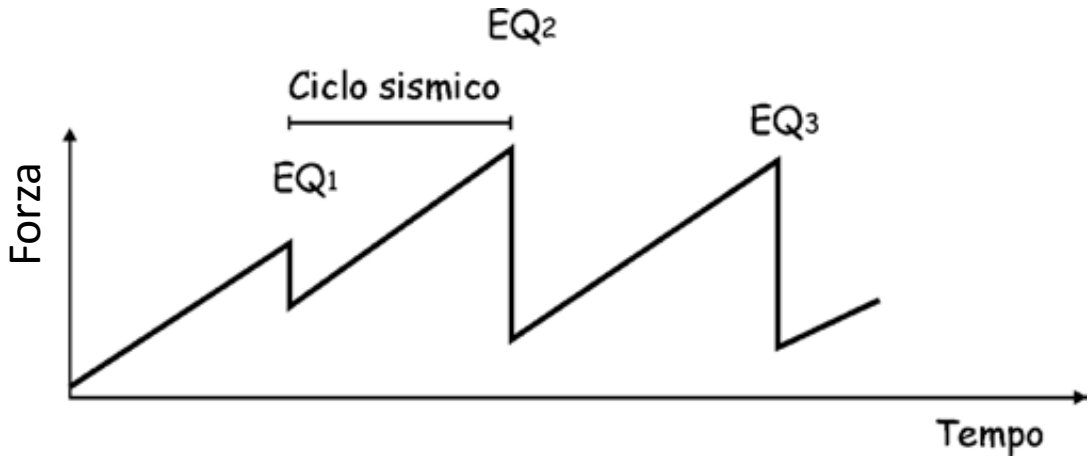
Lo spostamento continuo delle placche, oggi misurato dai sistemi satellitari, viene accomodato lungo le faglie con un movimento **stick-slip**

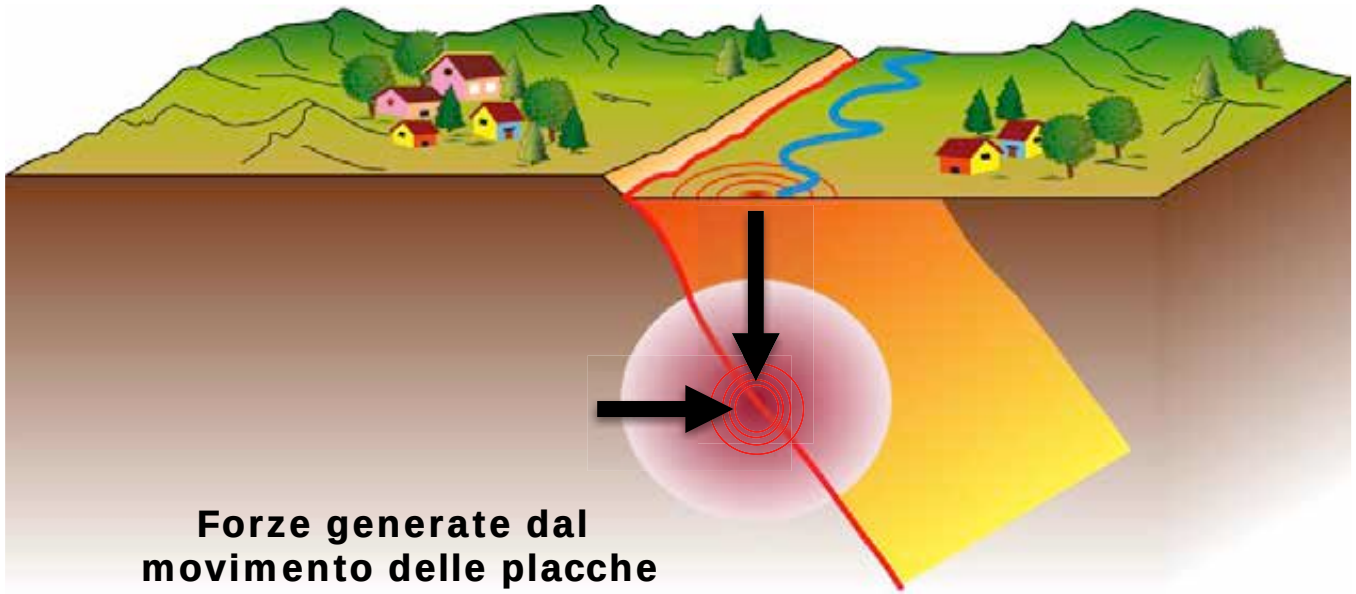




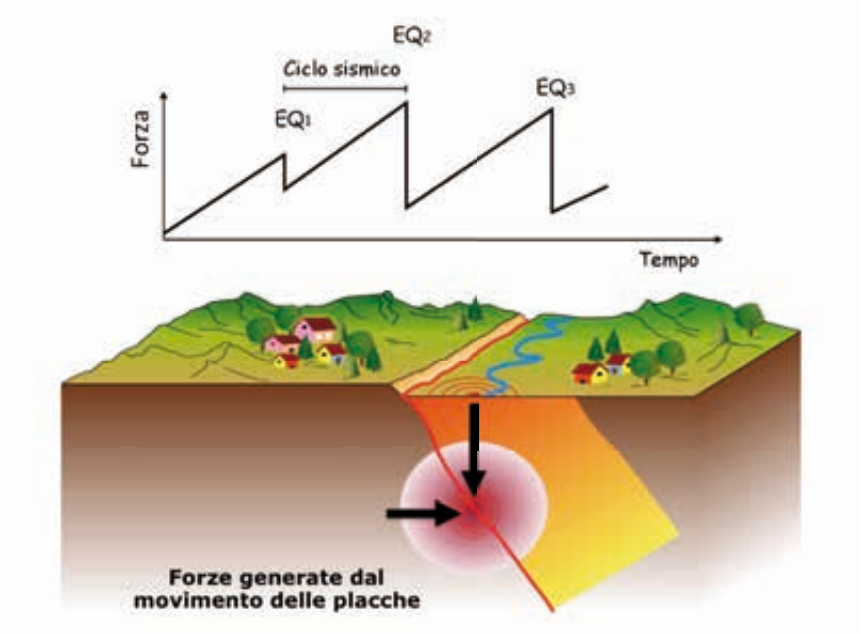


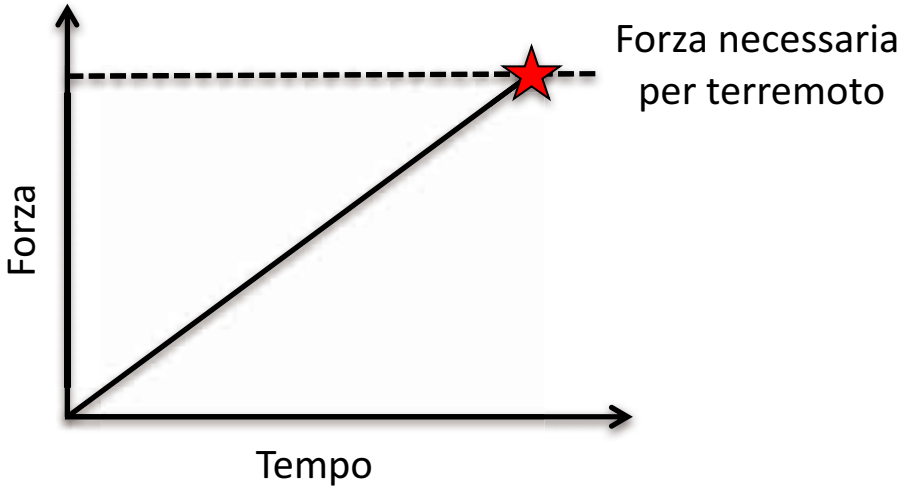
Durante un **ciclo sismico** (intervallo di tempo che intercorre tra l'enucleazione di un terremoto e l'evento successivo sulla stessa faglia) il comportamento della faglia è **stick-slip**



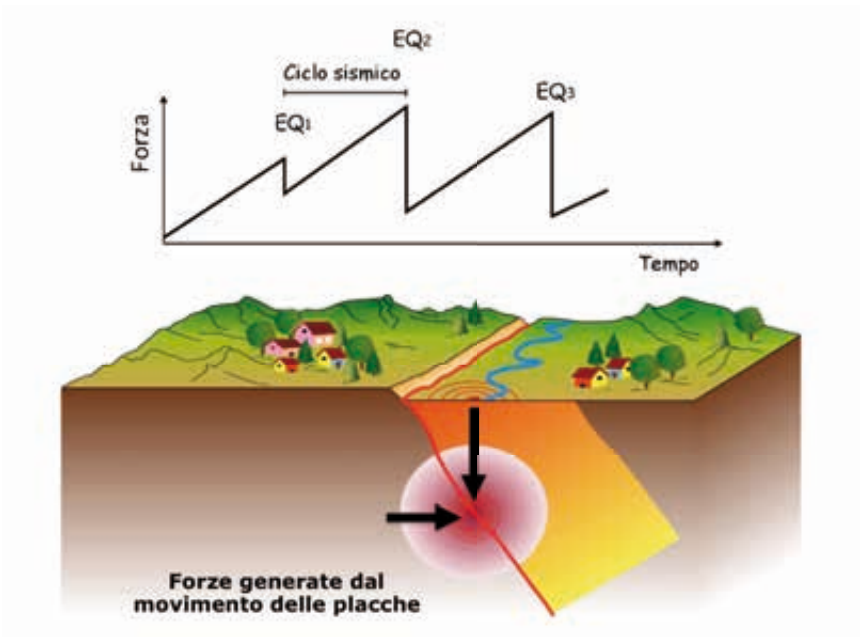


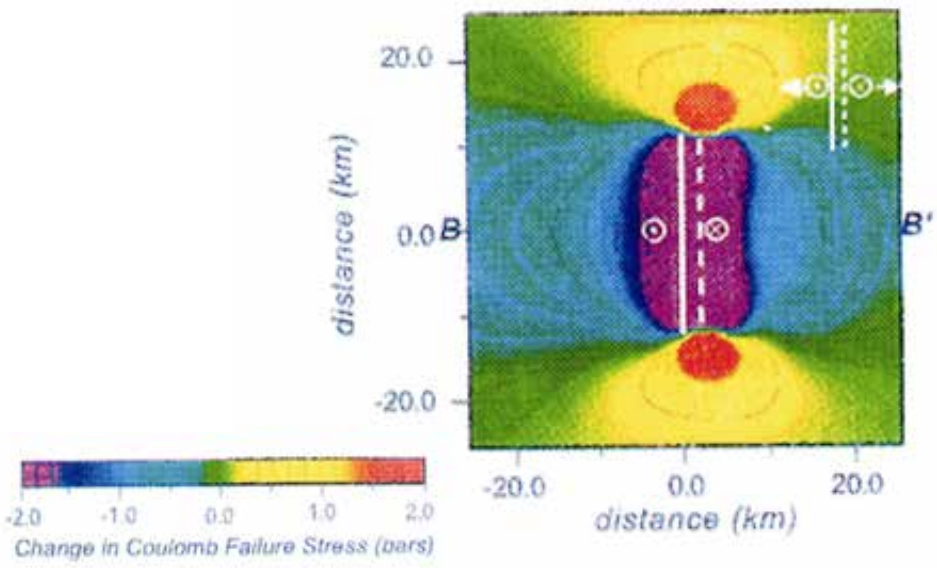
Perché la commissione grandi rischi ha detto che ci si può aspettare un terremoto fino a M = 7 nella zona di Campotosto?

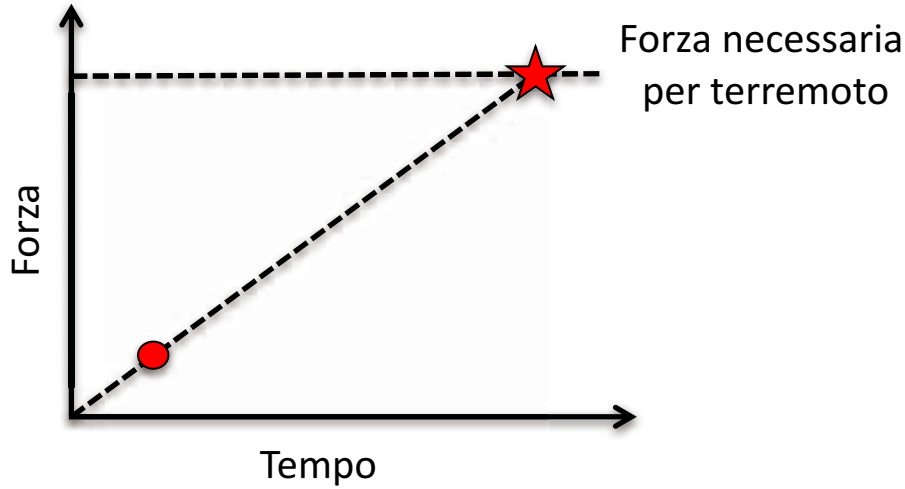




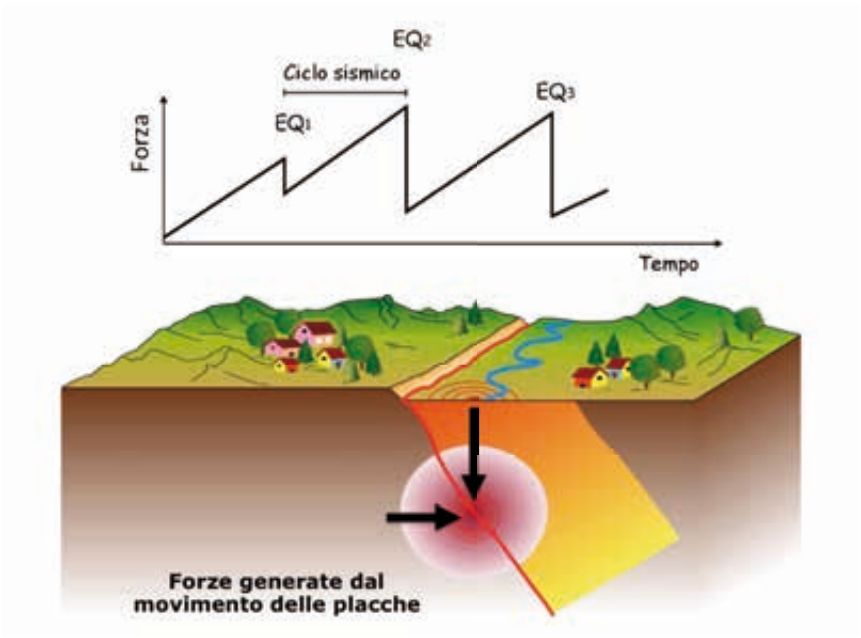
Perché la commissione grandi rischi ha detto che ci si può aspettare un terremoto fino a M = 7 nella zona di Campotosto?

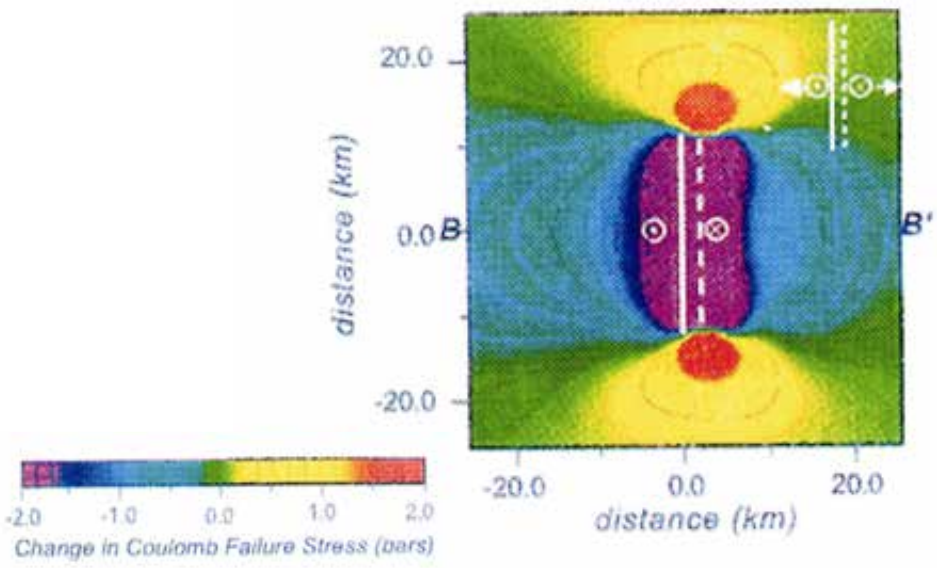


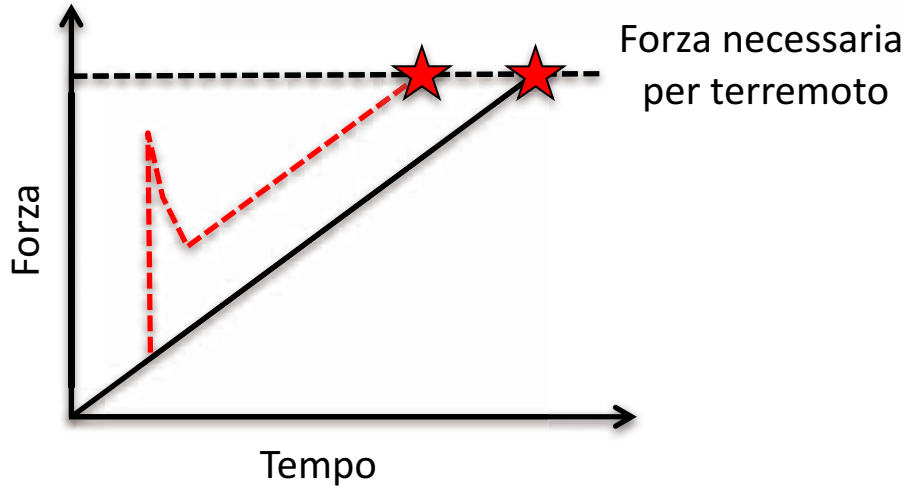




Perché la commissione grandi rischi ha detto che ci si può aspettare un terremoto fino a M = 7 nella zona di Campotosto?

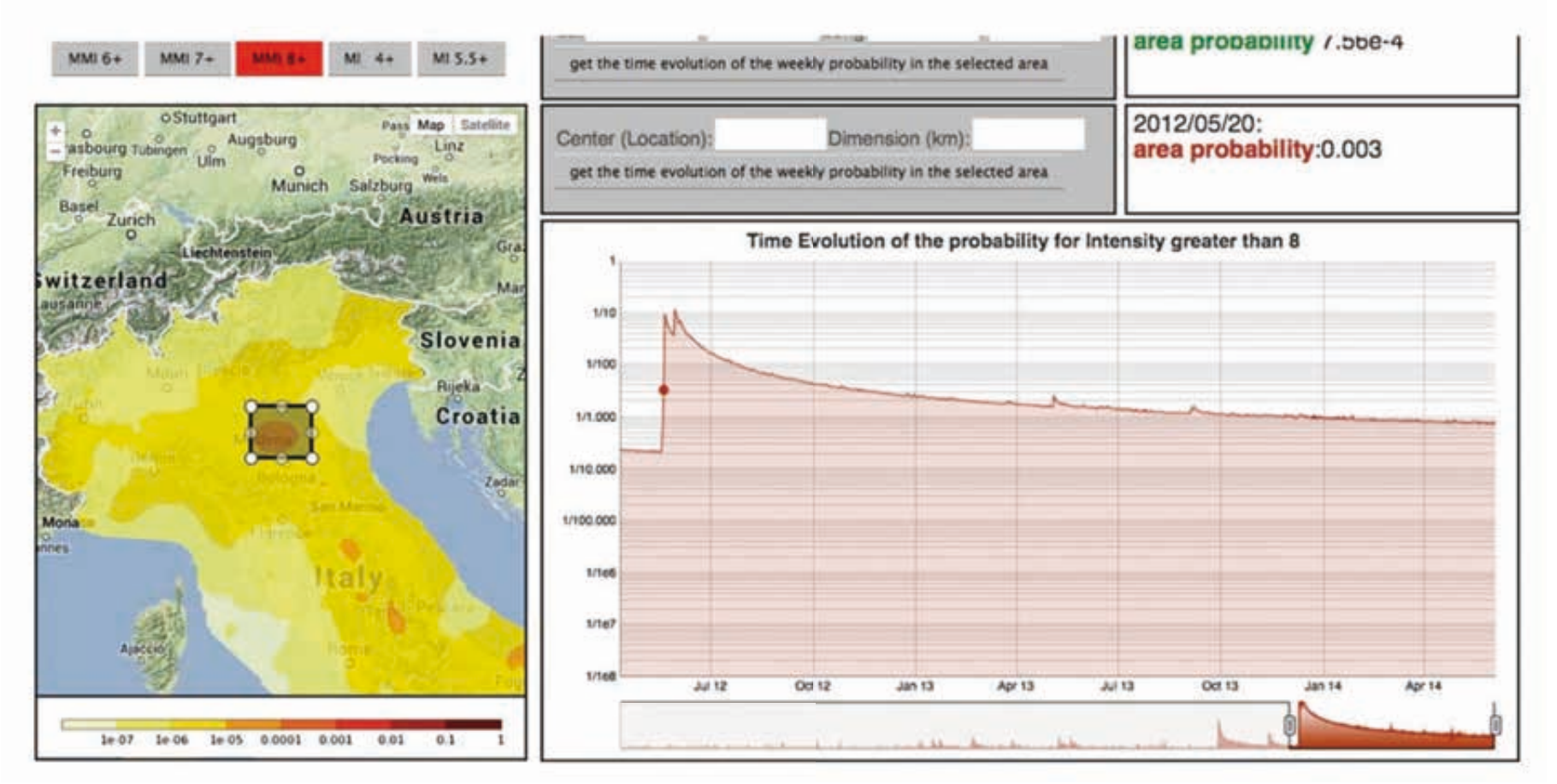




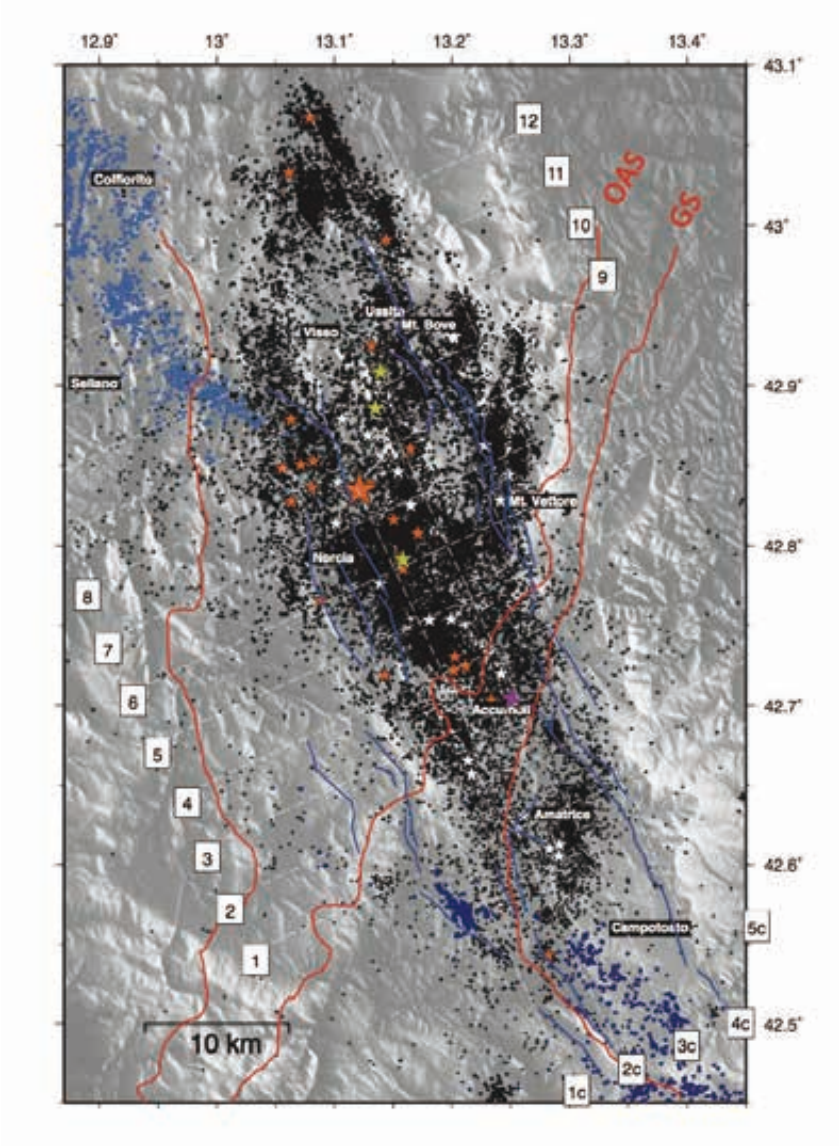


Evoluzione della probabilità di un terremoto con Intensità > 8 prima e durante la sequenza emiliana del 2012.

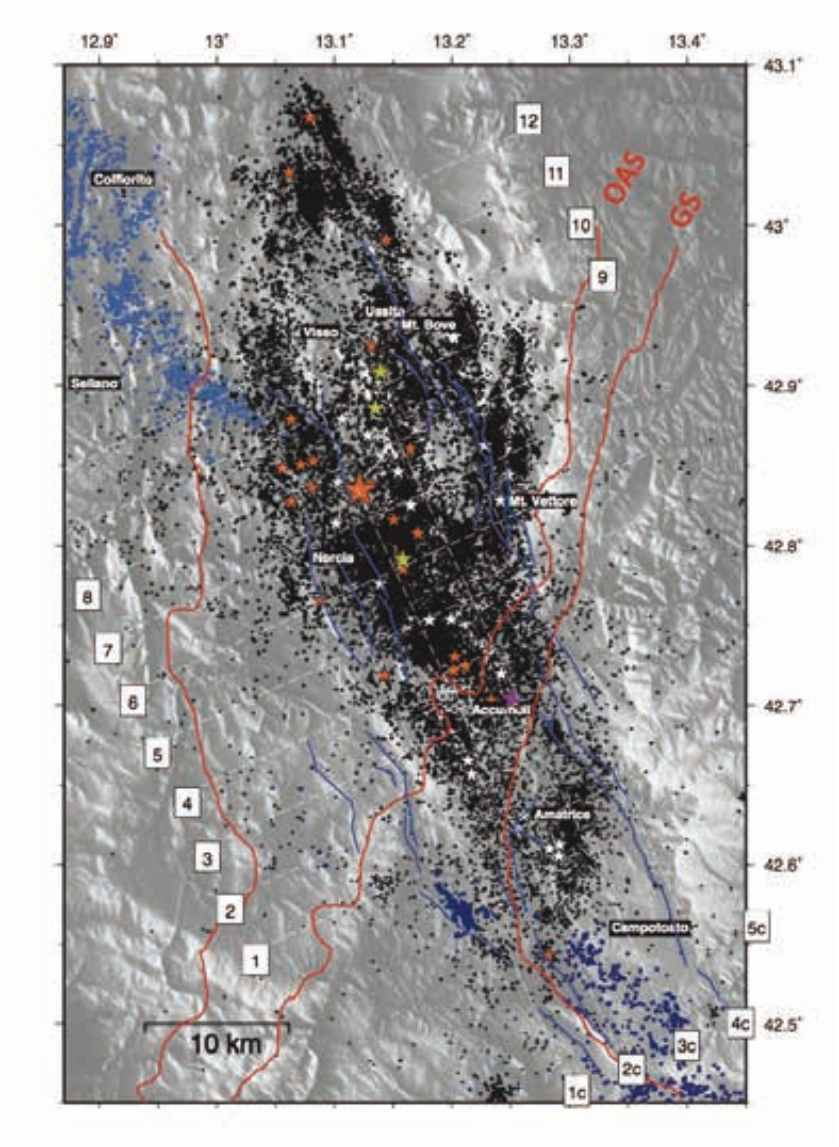
VII	- Molto forte	Caduta di comignoli; lesione agli edifici
VIII	- Distruttiva	Rovina parziale di alcuni edifici; vittime isolate
IX	- Rovinosa	Rovina totale di alcuni edifici; molte vittime; crepacci nel suolo
X	- Disastrosa	Crollo di parecchi edifici; numerevoli vittime; crepacci evidenti nel terreno

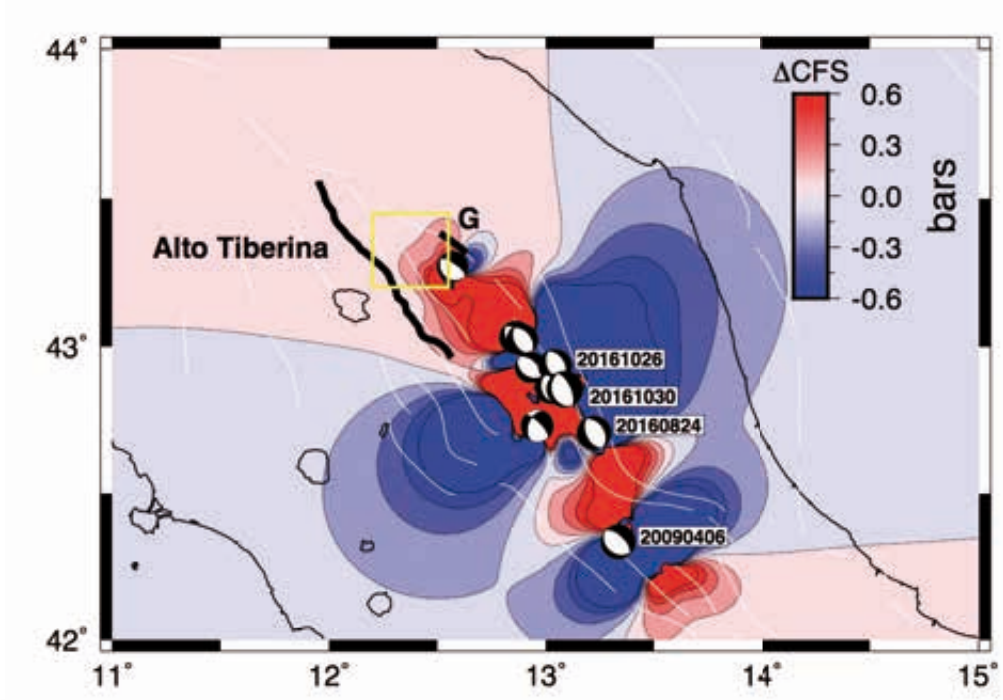


Perché la commissione grandi rischi ha detto che ci si può aspettare un terremoto fino a M = 7 nella zona di Campotosto?

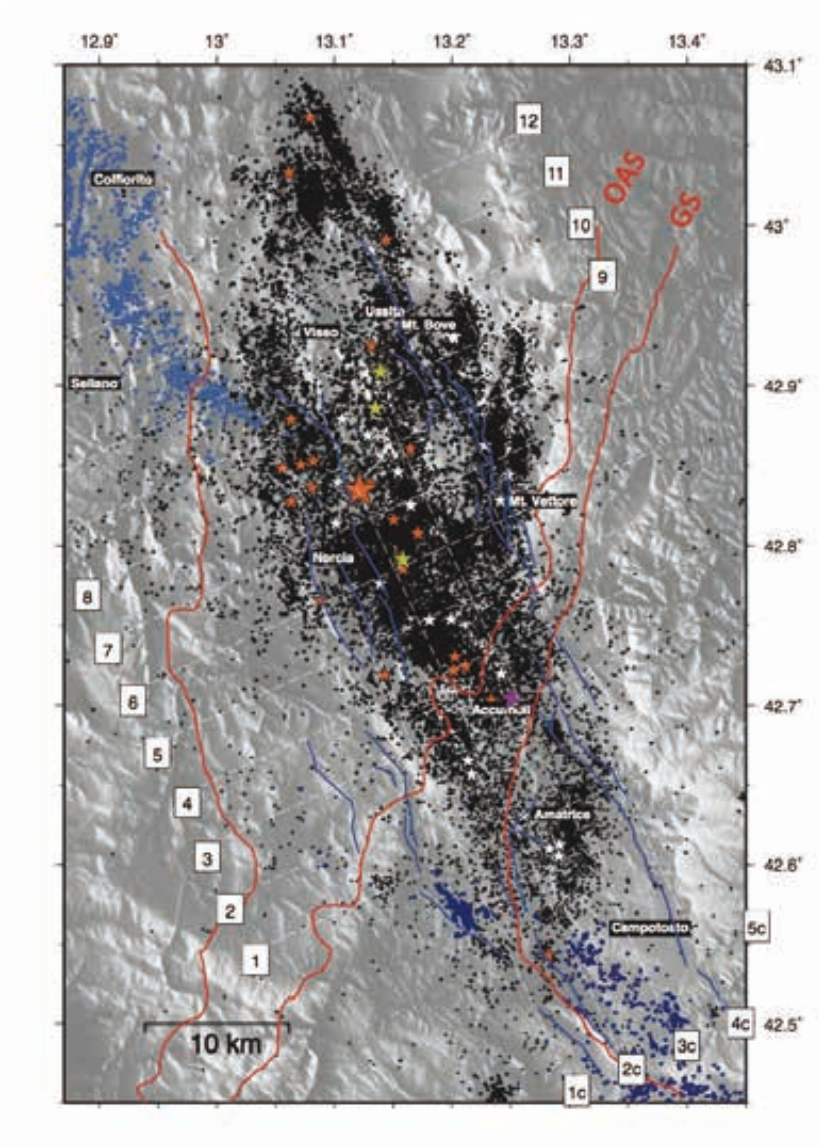


Perché la commissione grandi rischi ha detto che ci si può aspettare un terremoto fino a M = 7 nella zona di Campotosto?

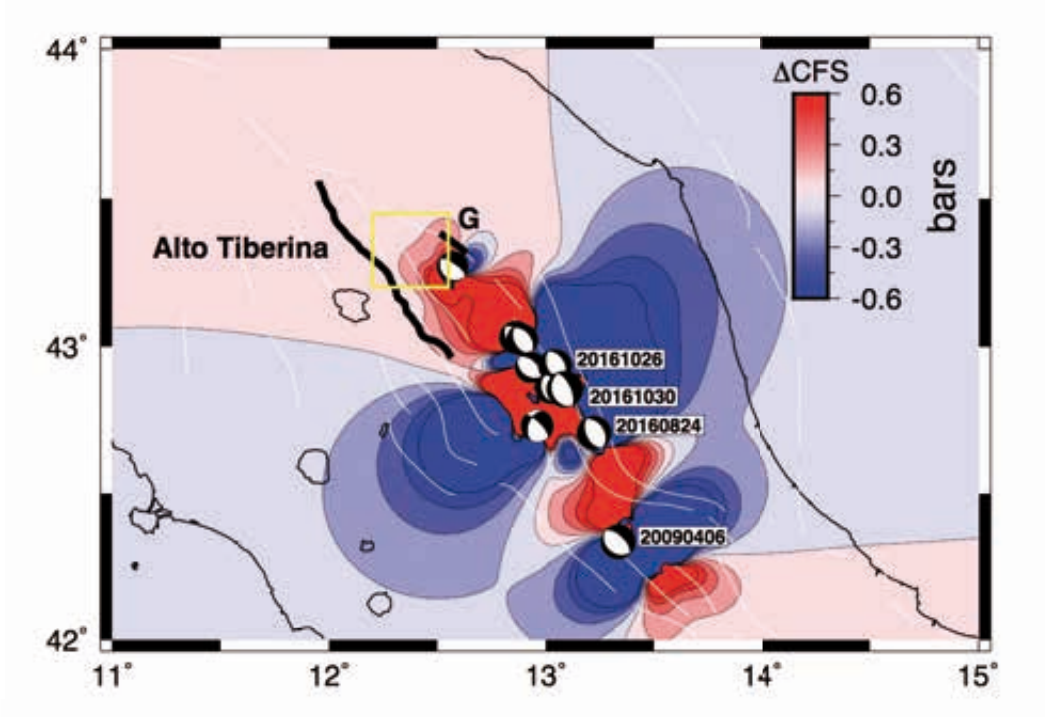




Perché la commissione grandi rischi ha detto che ci si può aspettare un terremoto fino a M = 7 nella zona di Campotosto?

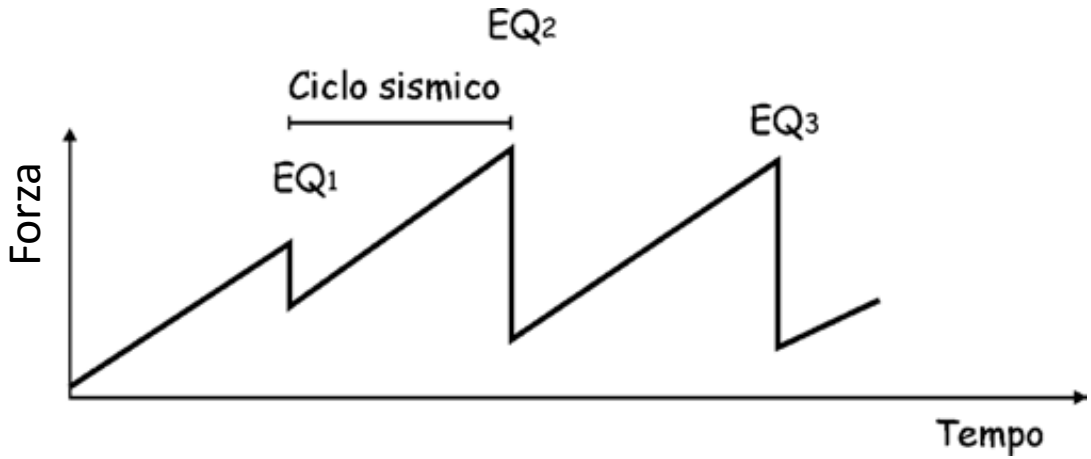


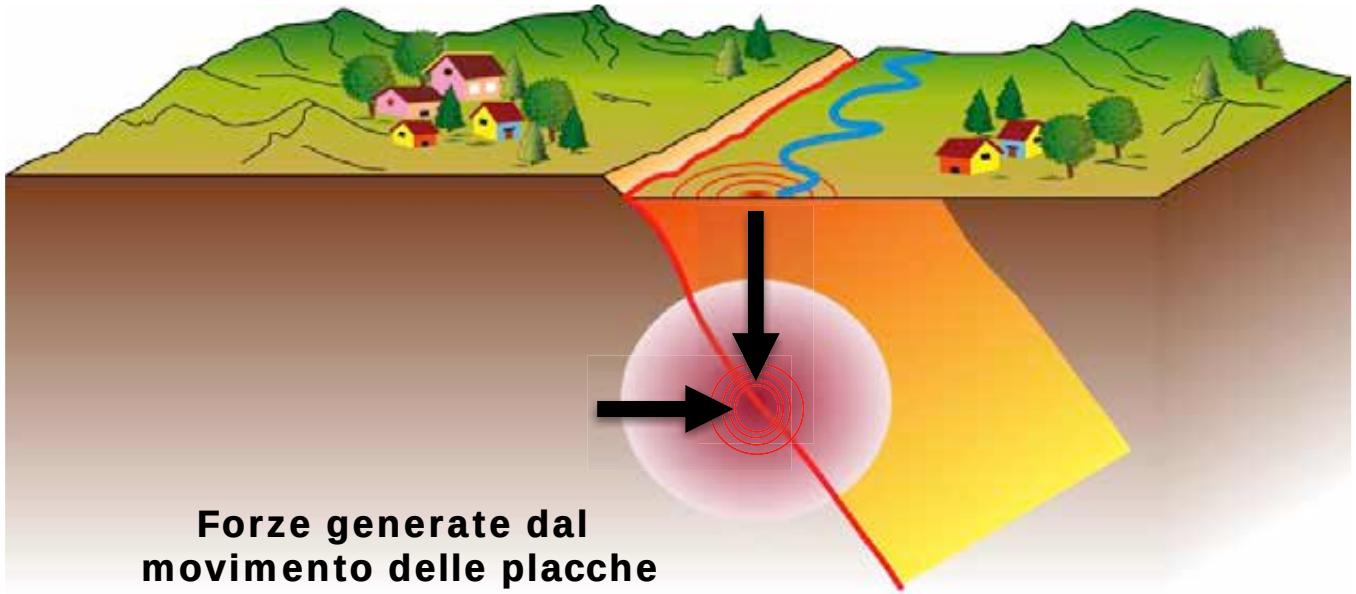
M	s	Rottura L	Rottura A
7	1 m	30 km	10^3 km^2
6	40 cm	10 km	10^2 km^2
5	10 cm	3 km^2	10 km^2
2	4 mm	100	10^4 m^2
1	1 mm	30	10^3 m^2



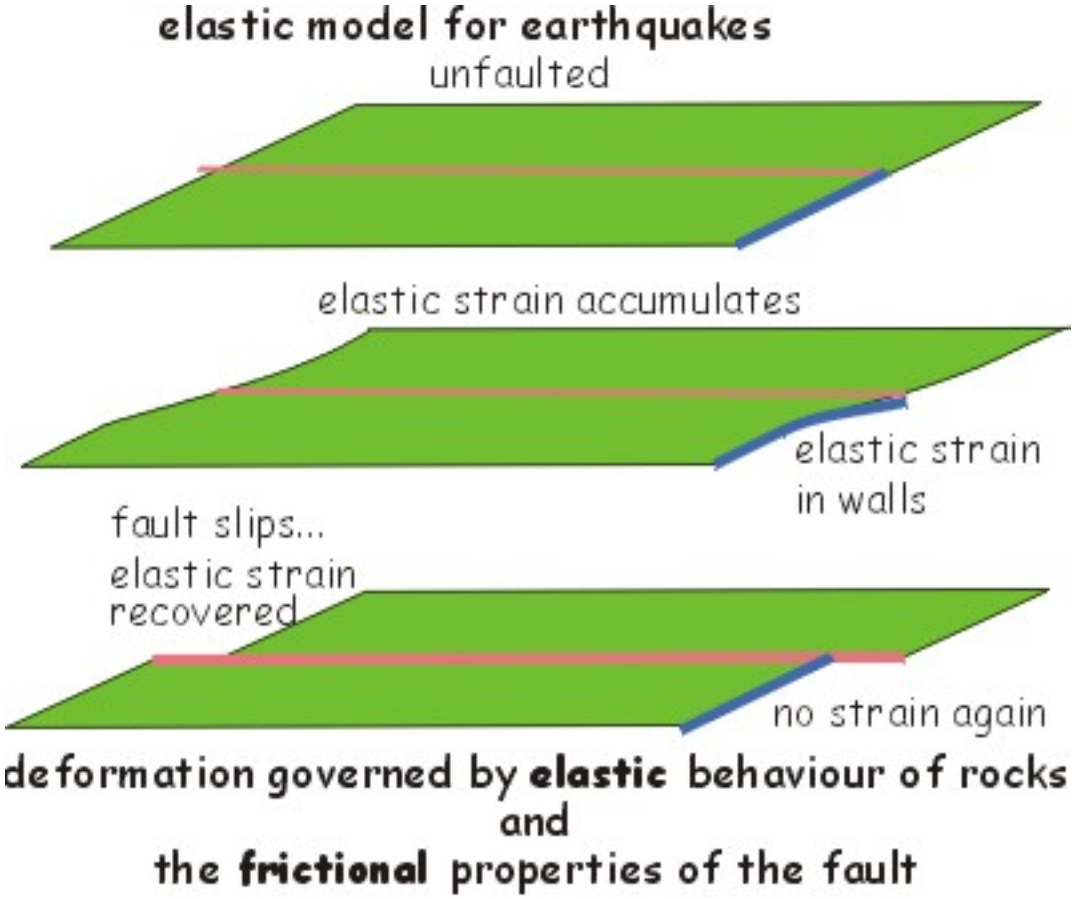
Il comportamento **stick-slip** della faglia è controllato prevalentemente:

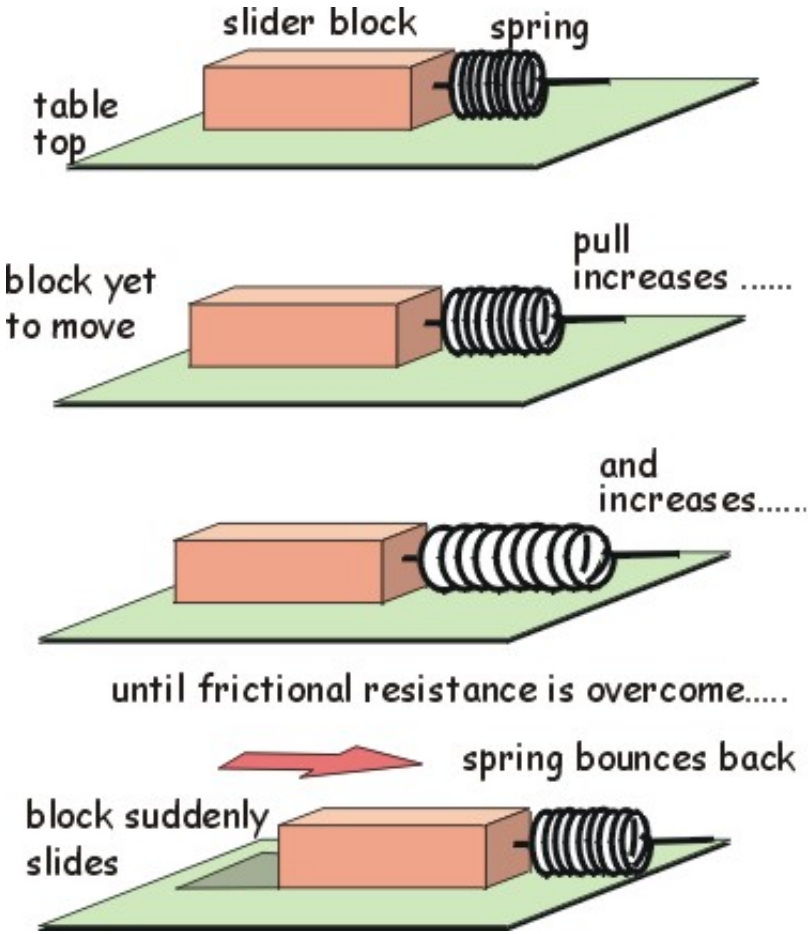
1) dalla velocità di deformazione placche;
2) dalla rigidità delle rocce intorno alla faglia;
3) dall'attrito lungo il piano di faglia.



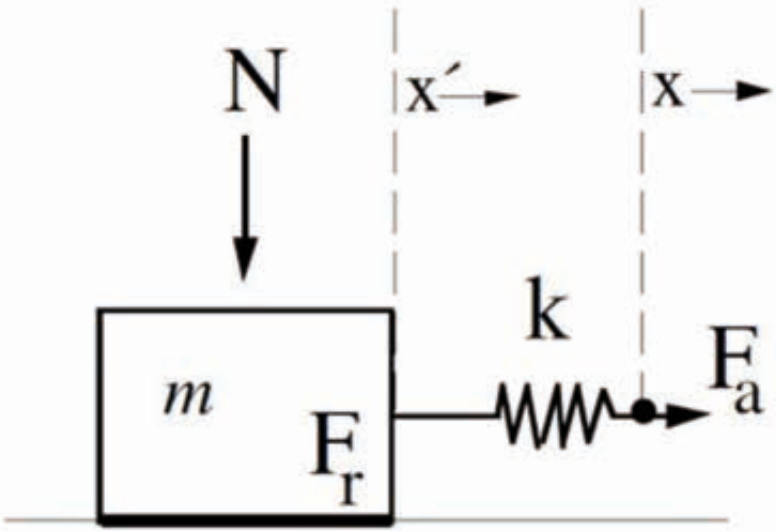


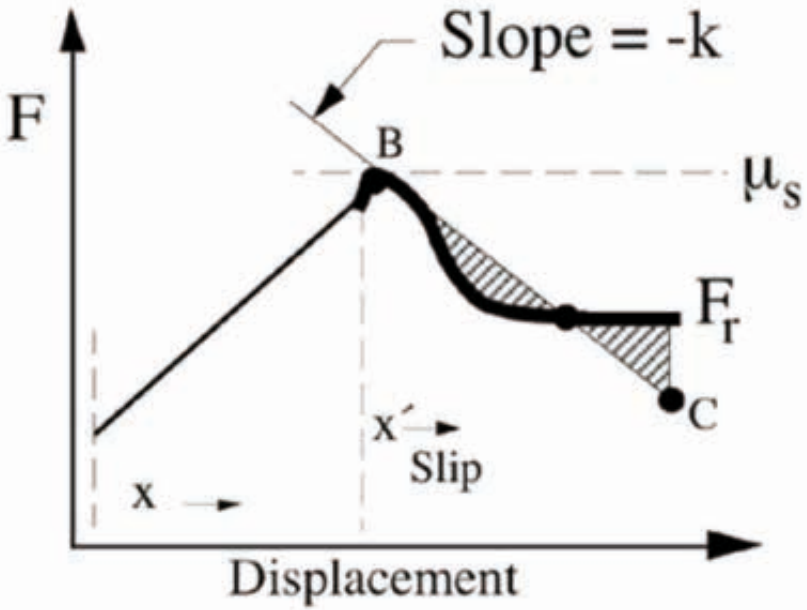
Stick-slip e l'analogo dello spring-slider
(ovvero il comportamento elastico-frizionale)



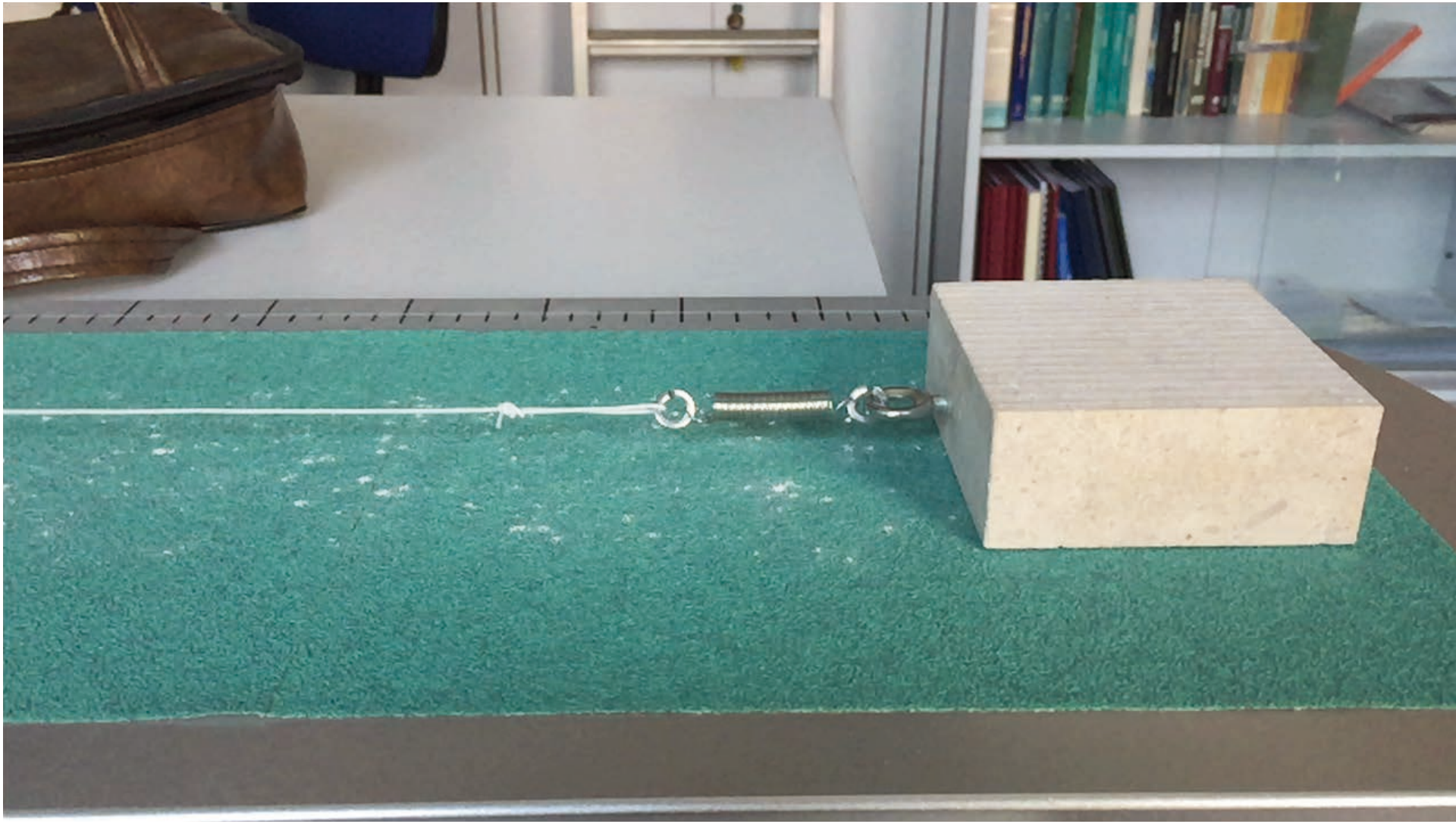


Stick-slip e l'analogo dello spring slider (ovvero il comportamento elastico-frizionale)





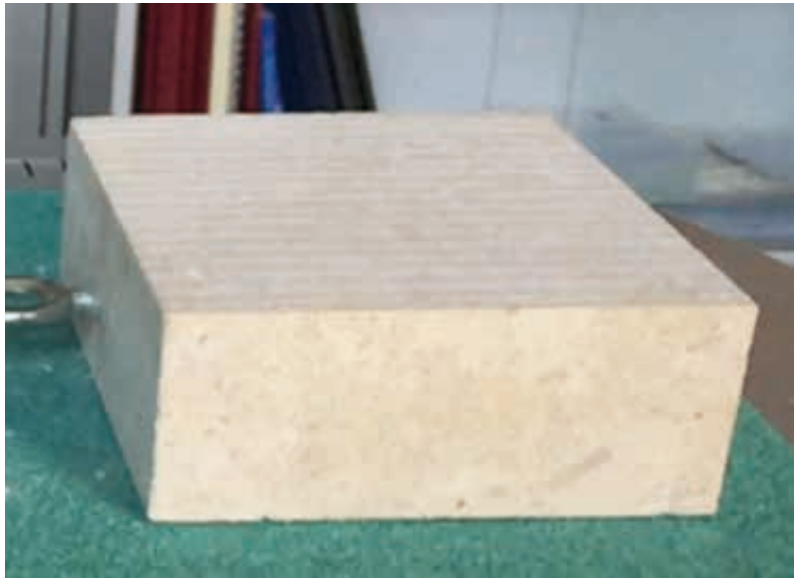
Lo spring slider in azione (ovvero il comportamento elastico-frizionale)



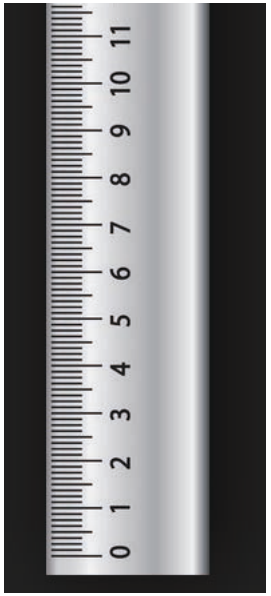
Cominciamo la parte sperimentale

Molle

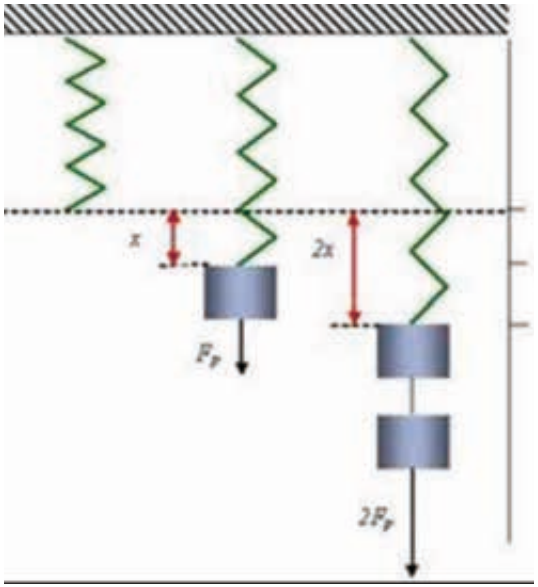
Pesi

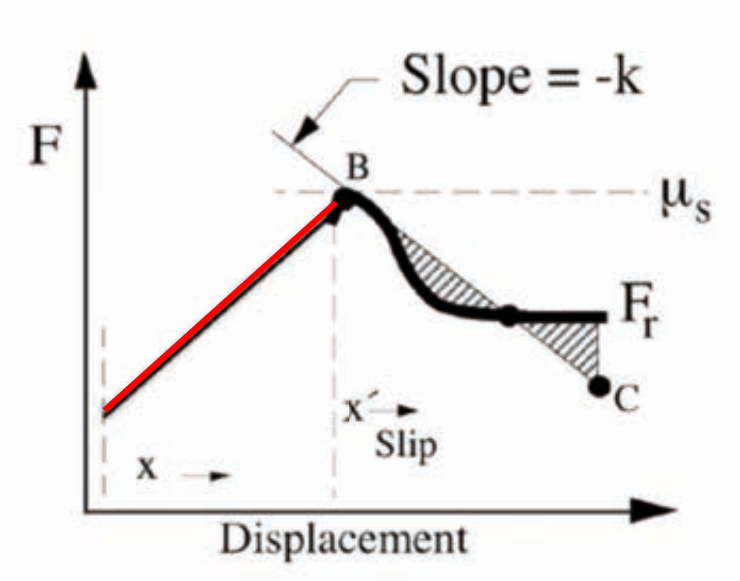


Righello



Legge di Hooke

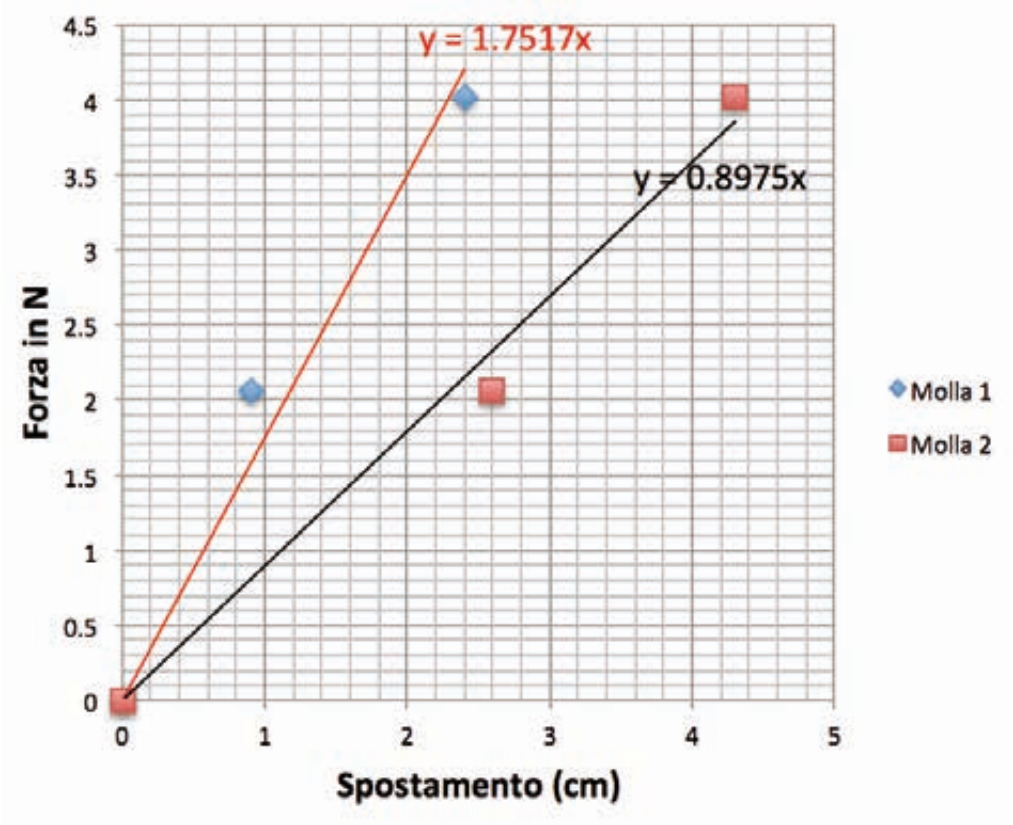


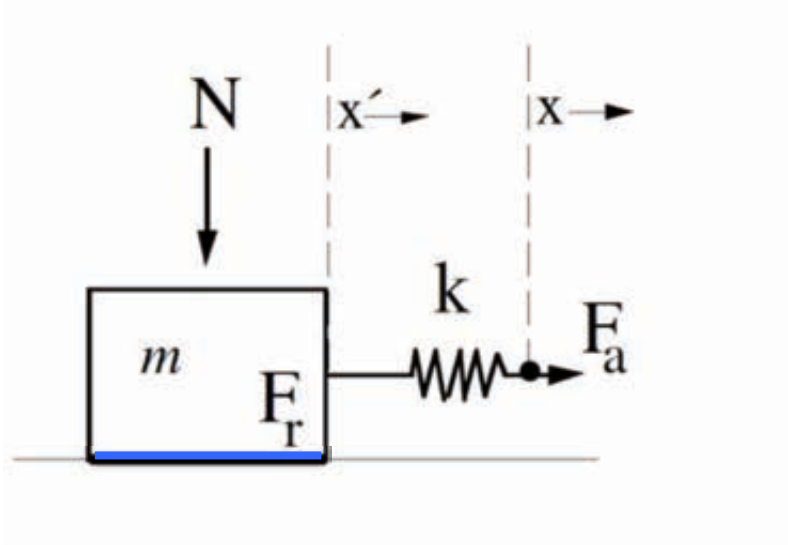


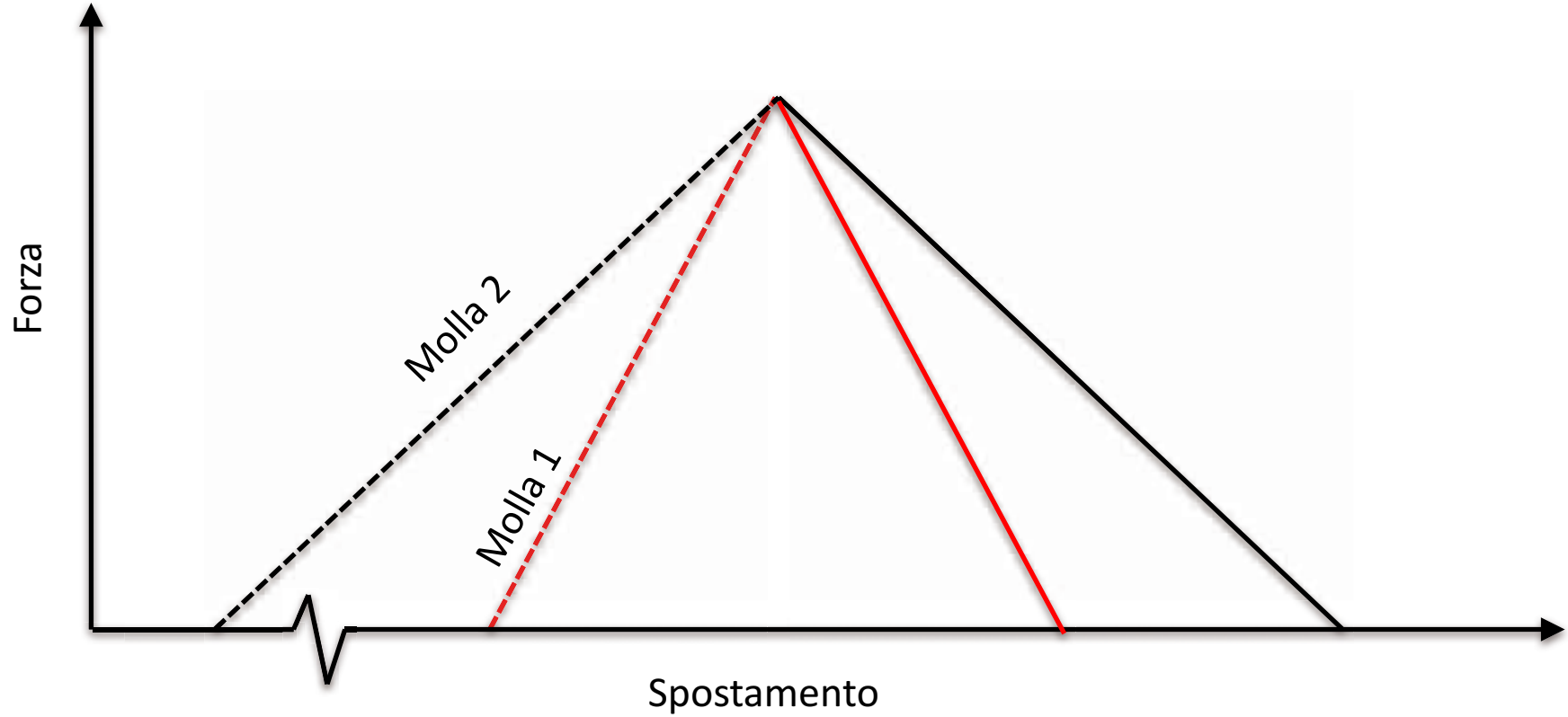
Nota: 1 N = 102 g

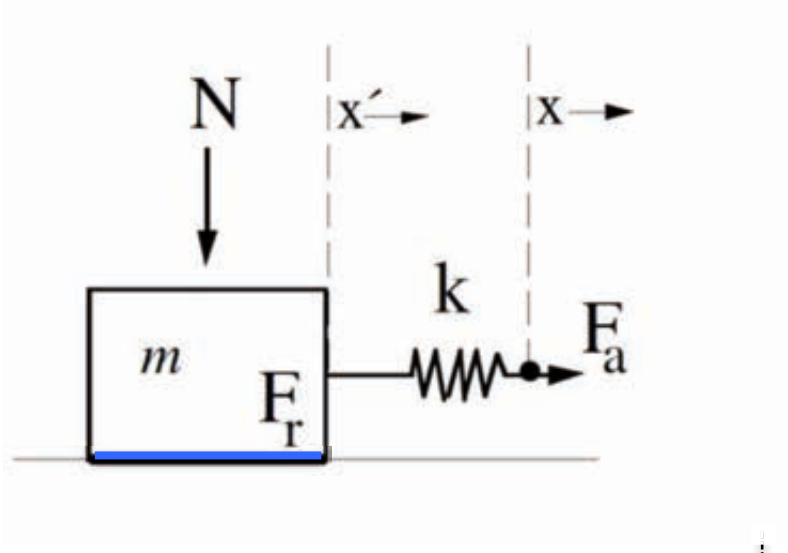
Molla 1		
peso	newton	allungamento
0	0	0
211 (g)	2,0686	0.9 (cm)
410 (g)	4,0196	2,4 (cm)

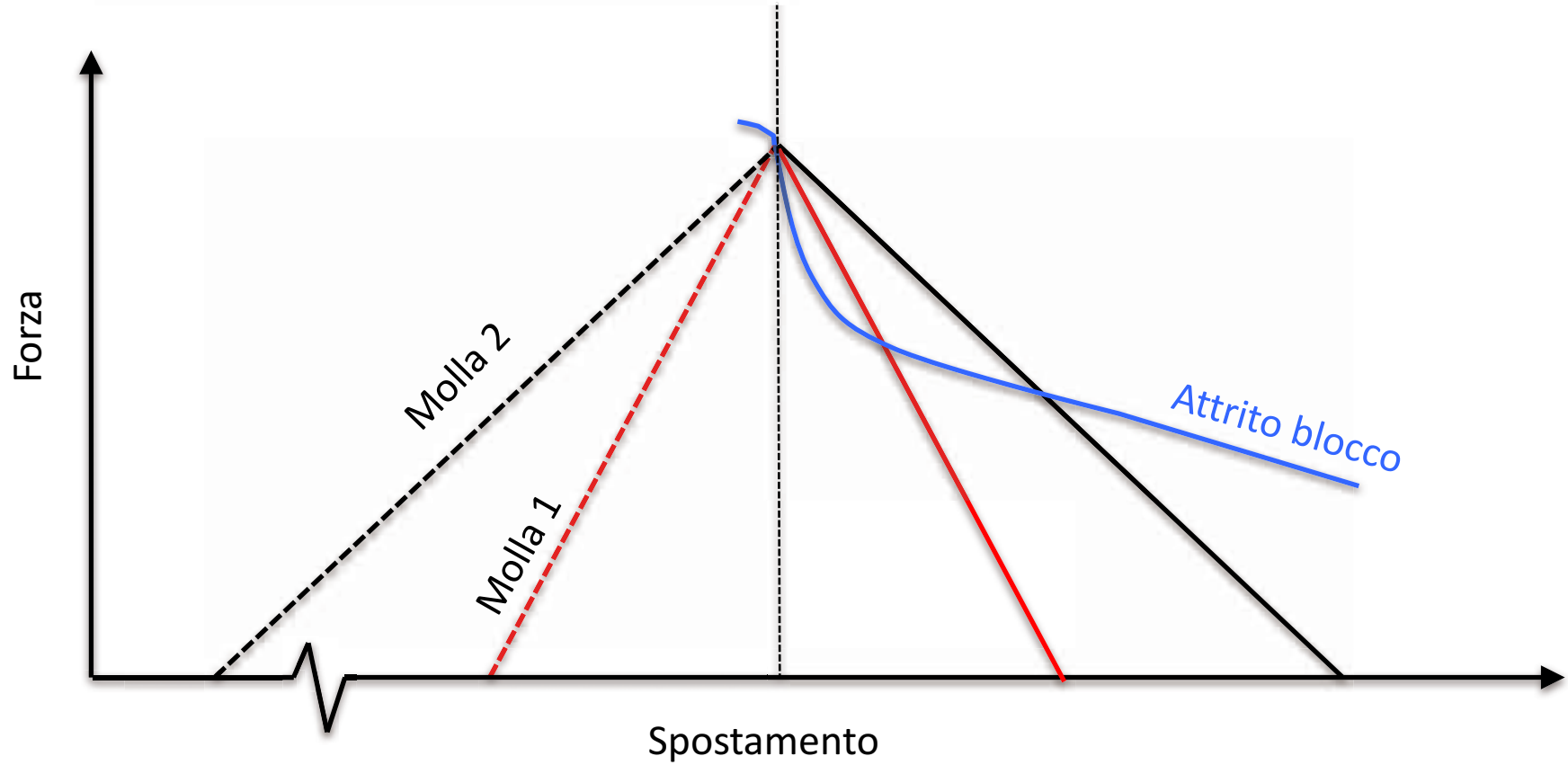
Molla 2		
peso	newton	allungamento
0	0	0
211 (g)	2,0686	3.9 (cm)
410 (g)	4,0196	4,8 (cm)

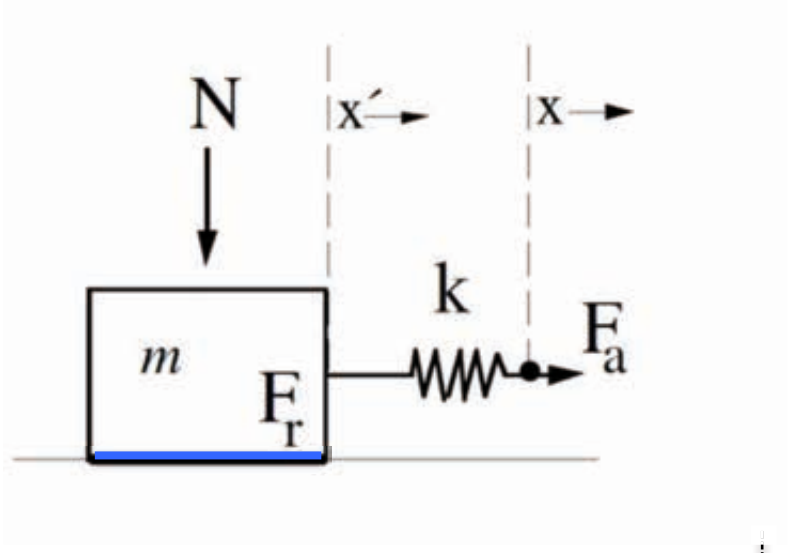


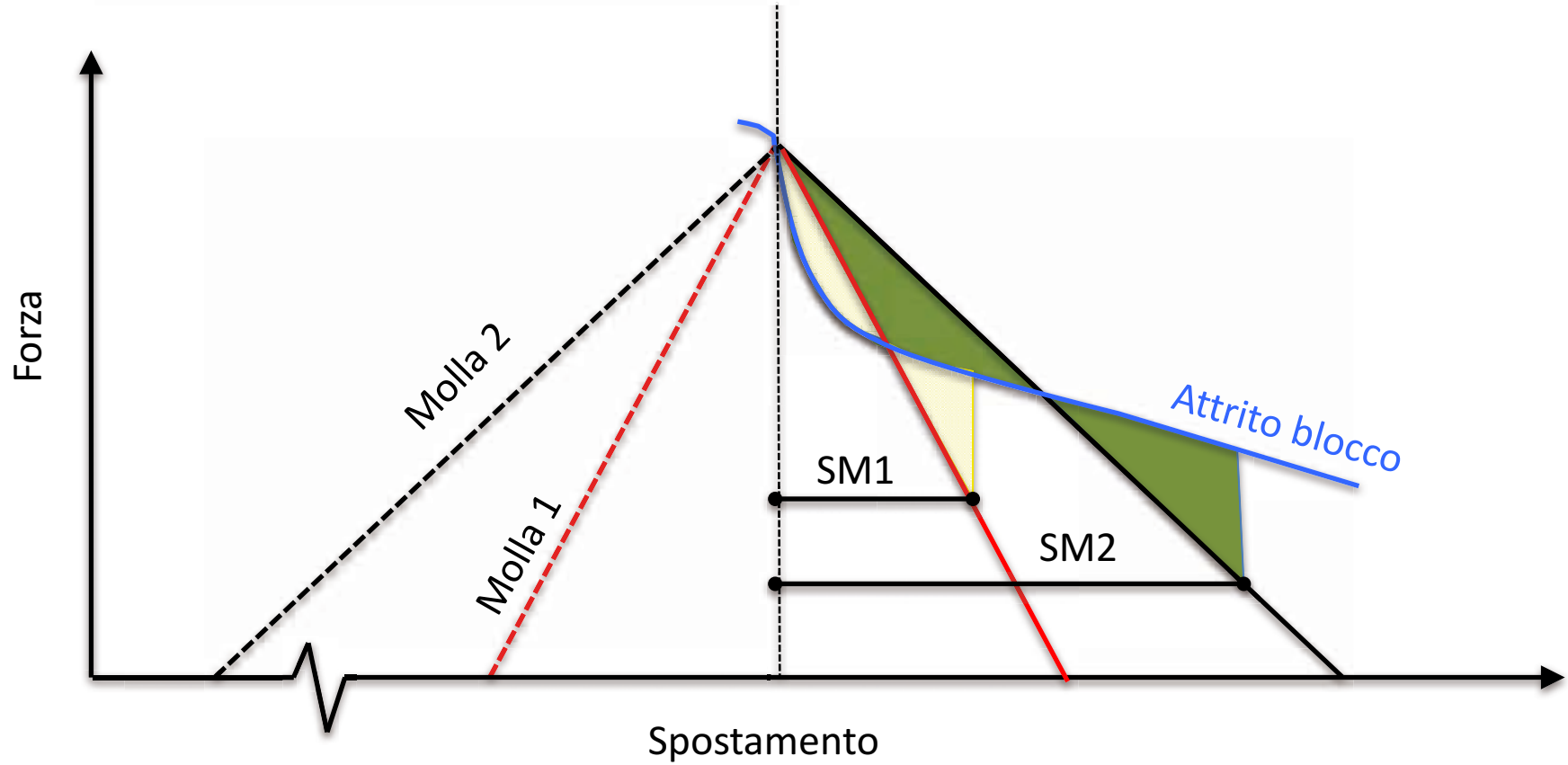

N
x´
x
k
m
F_r
F_a

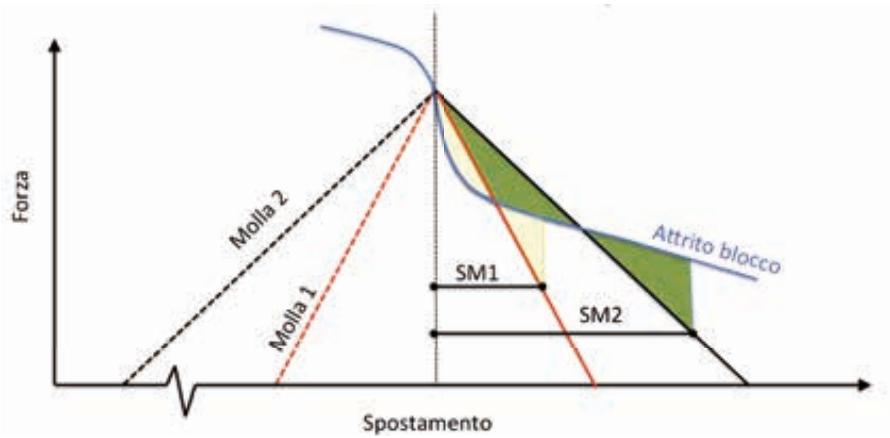

Forza
Molla 2
Molla 1
Spostamento


N
x´
x
k
m
F_r
F_a


Forza
Molla 2
Molla 1
Attrito blocco
Spostamento


N
x´
x
k
m
F_r
F_a


Forza
Molla 2
Molla 1
Attrito blocco
SM1
SM2
Spostamento



Molla 1	
Prova 1	prova 2
2	2,8
2,3	2,2
2,2	2
2	2,8
3	3
2,8	2
5	2,7
2,3	2,2
3,3	2
3	3
…….	……
Media	Media
2,79	2,516666667

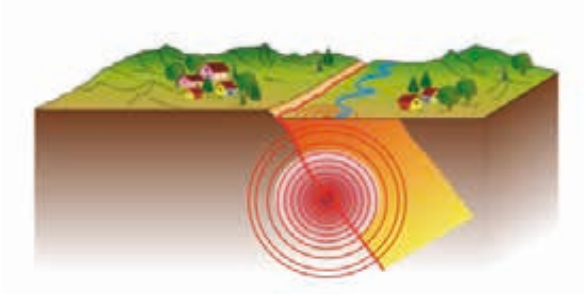
Molla 2	
Prova 1	prova 2
4	2
3,5	5
2,3	4,5
3,3	3
4,5	2
4	4
4,5	4
5,3	4,7
4,5	2,5
….	…..
….	…..
Media	Media
3,99	3,52

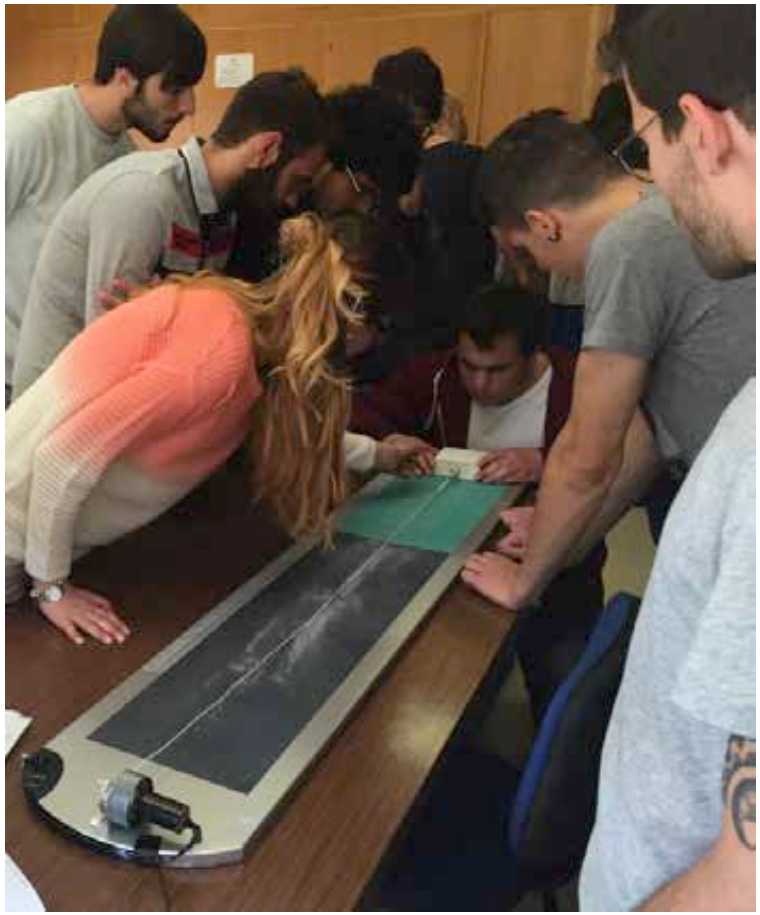
L’entità dello scivolamento e quindi la magnitudo del terremoto è funzione di vari parametri, p.es.:

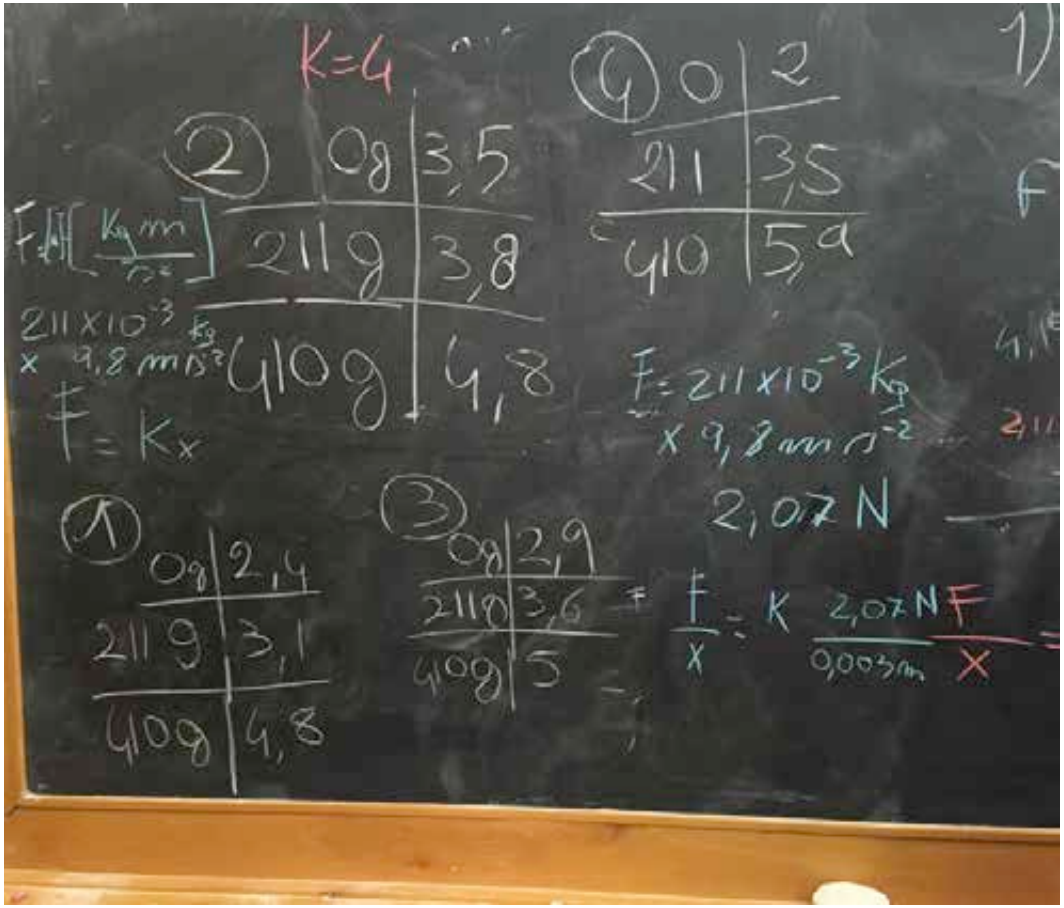
a) tipo di superficie di scivolamento analogo attrito della faglia;

b) rigidità della molla analogo delle rocce intorno alla faglia;

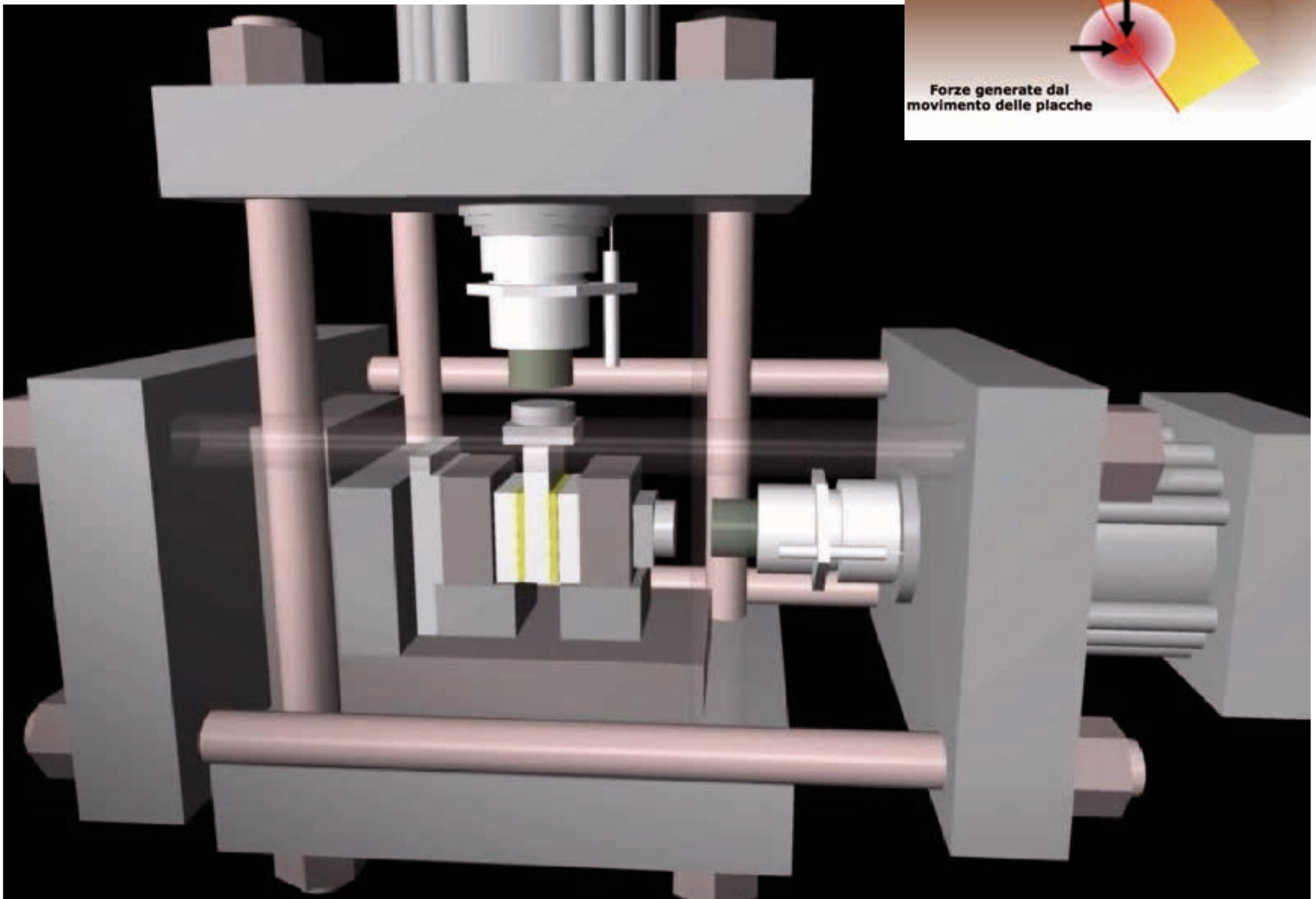
c) velocità del motore analogo delle velocità delle placche;



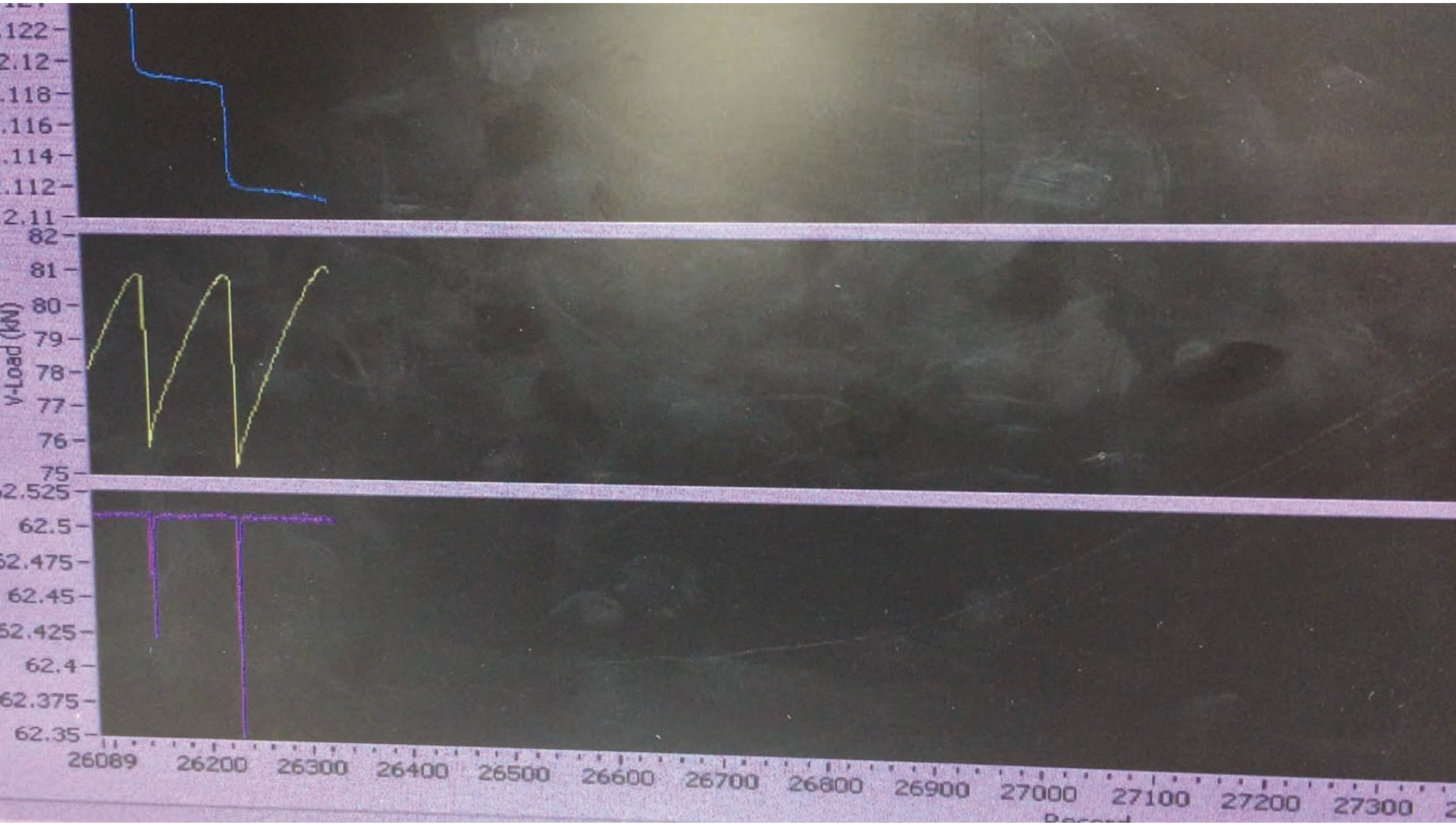




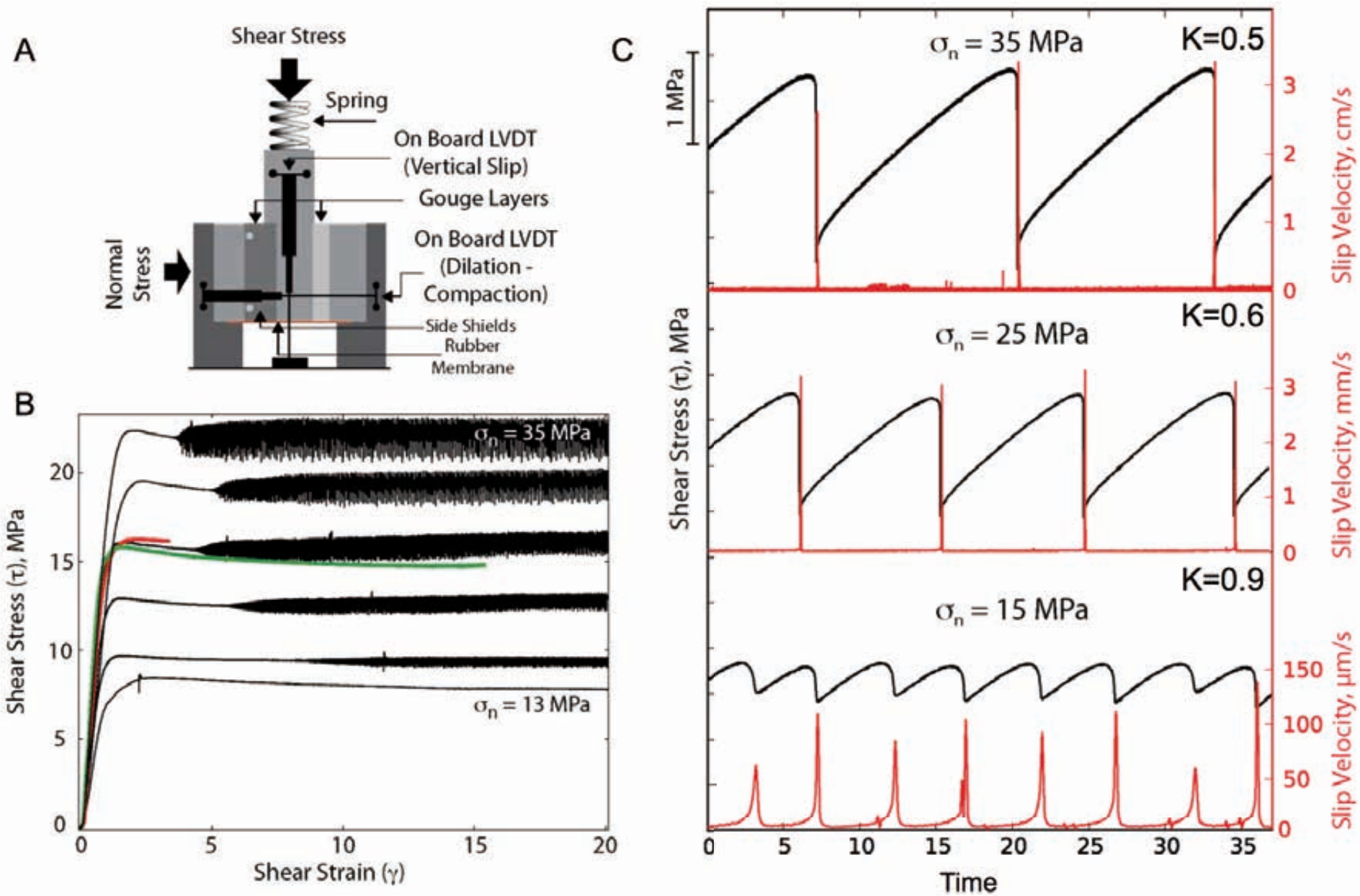
Apparati sperimentali per simulare lo scivolamento lungo faglie



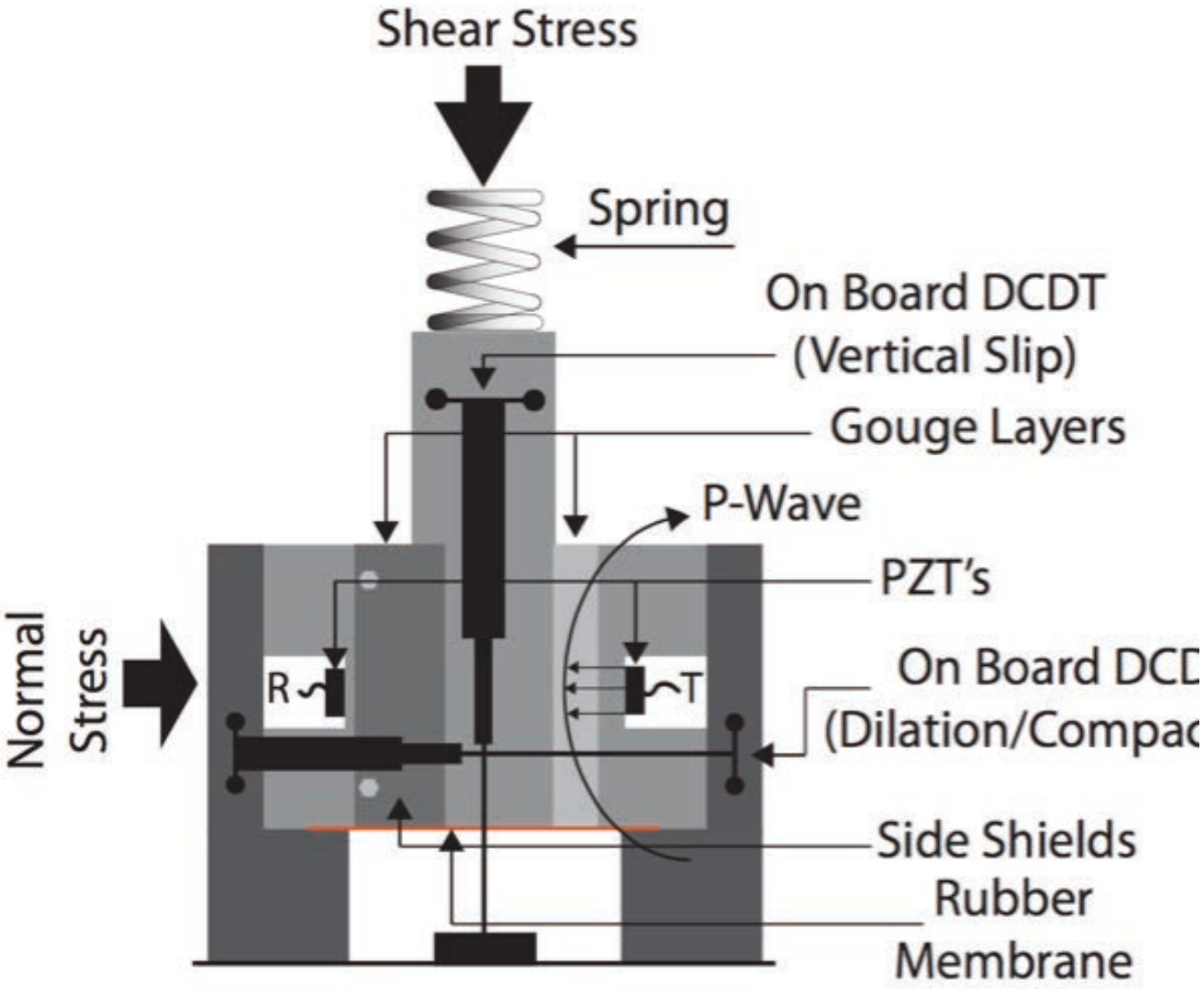
Cicli sismici e comportamento stick-slip in laboratorio



Cicli sismici e comportamento stick-slip in laboratorio

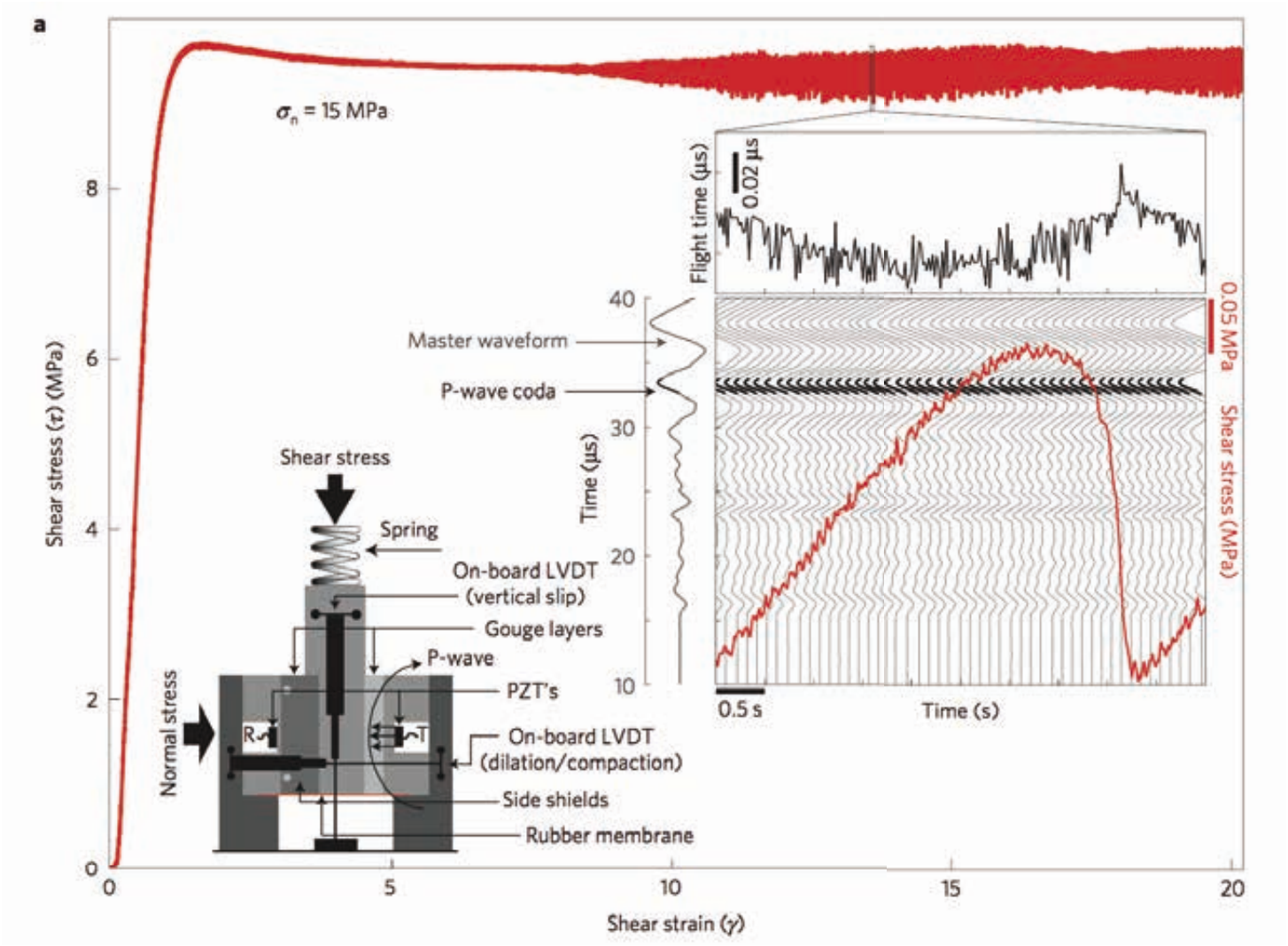


Velocità di propagazione delle onde acustiche come strumento per monitorare l'evoluzione dei parametri fisici della faglia durante il ciclo sismico.

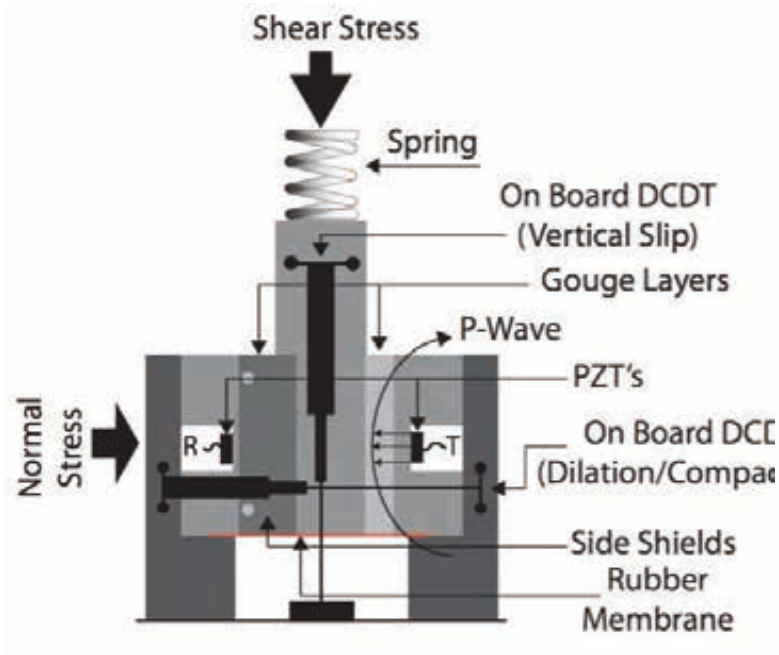


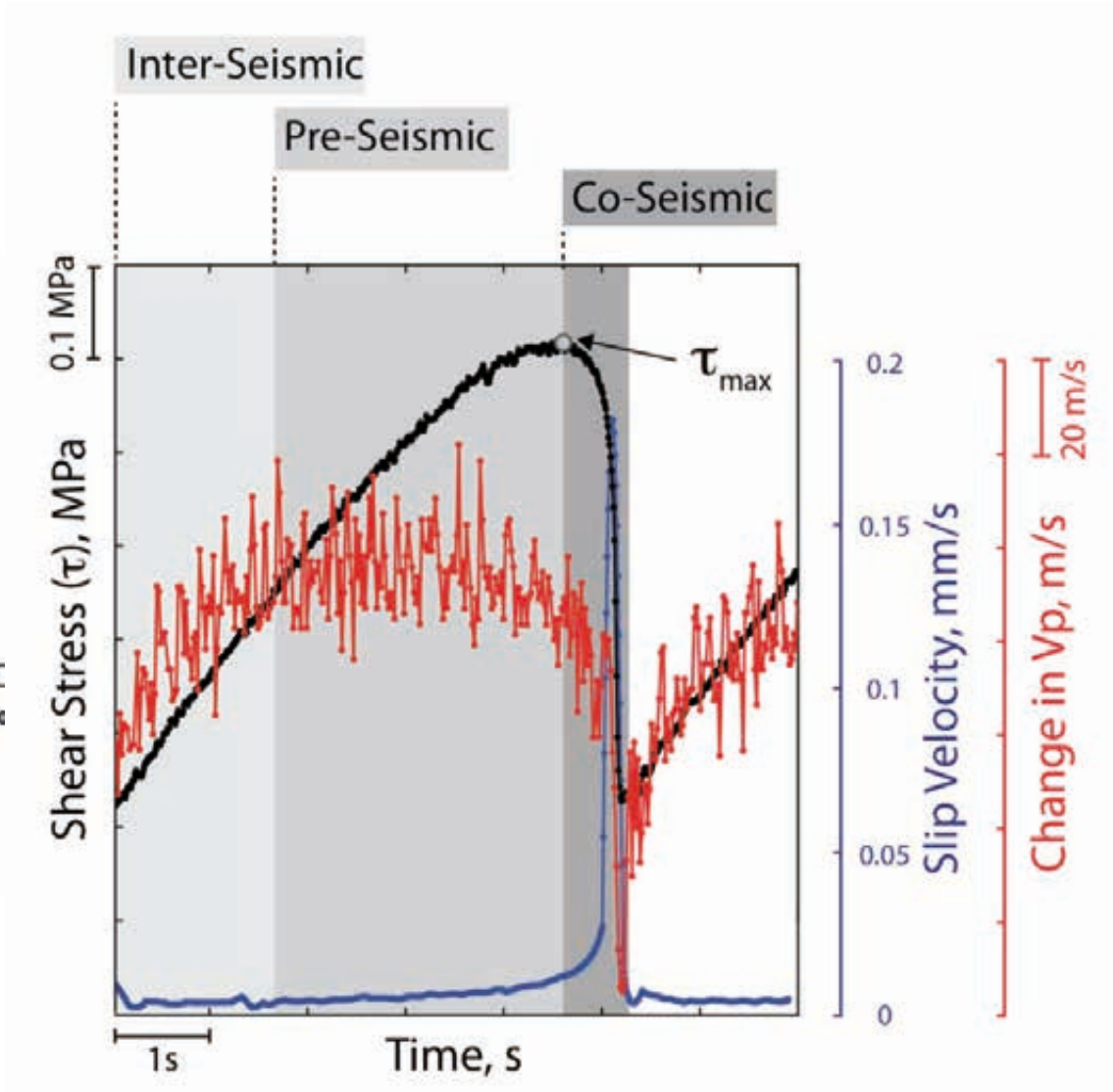
Scuderi et al., Nature Geoscience 2016

Velocità di propagazione delle onde acustiche come strumento per monitorare l'evoluzione dei parametri fisici della faglia durante il ciclo sismico.



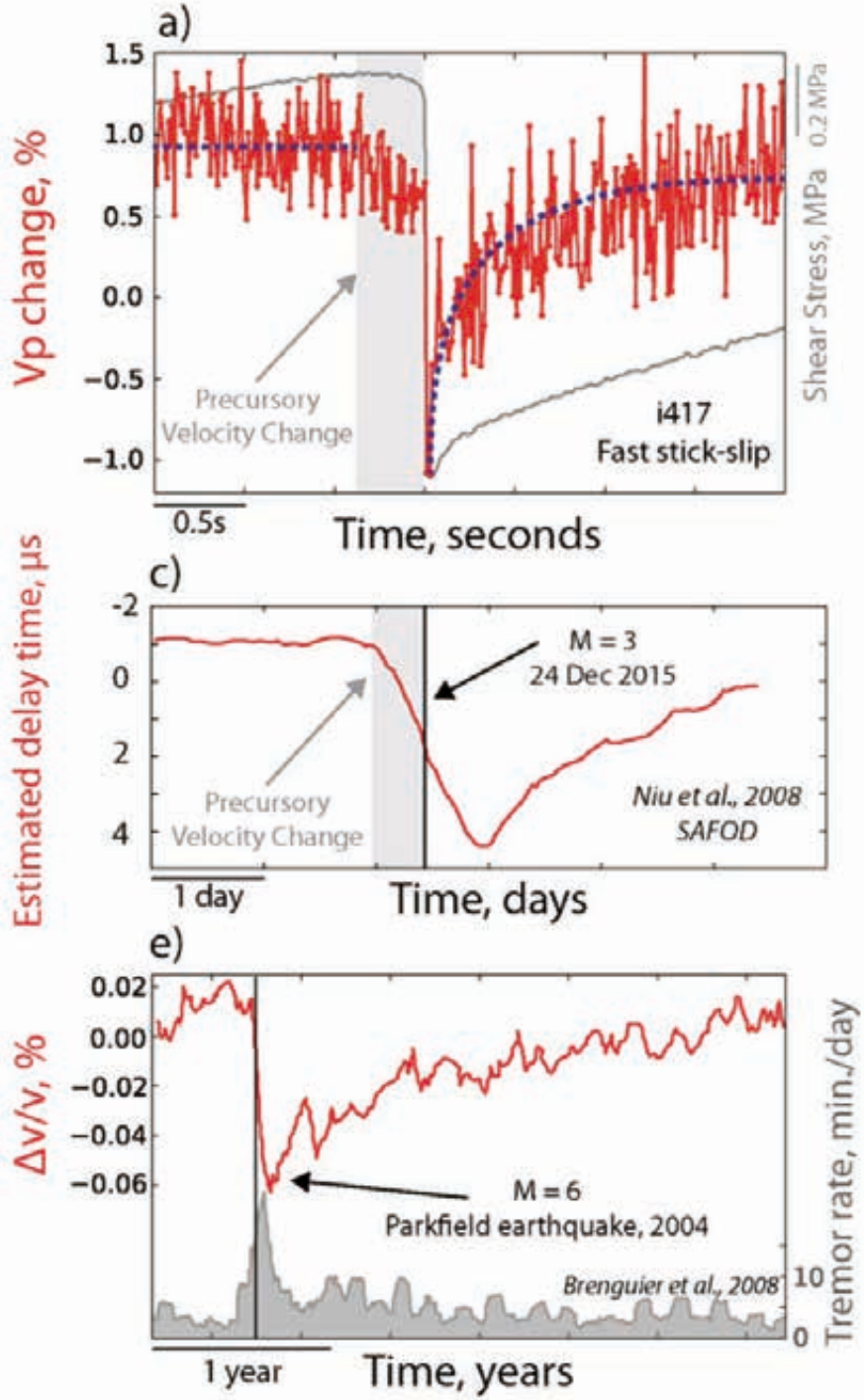
Segnali precursori dati dalla diminuzione delle velocità onde acustiche prima del terremoto in laboratorio.





Scuderi et al., Nature Geoscience 2016

1) Evoluzione delle Vp simili in eventi di laboratorio a) e naturali b) e c).



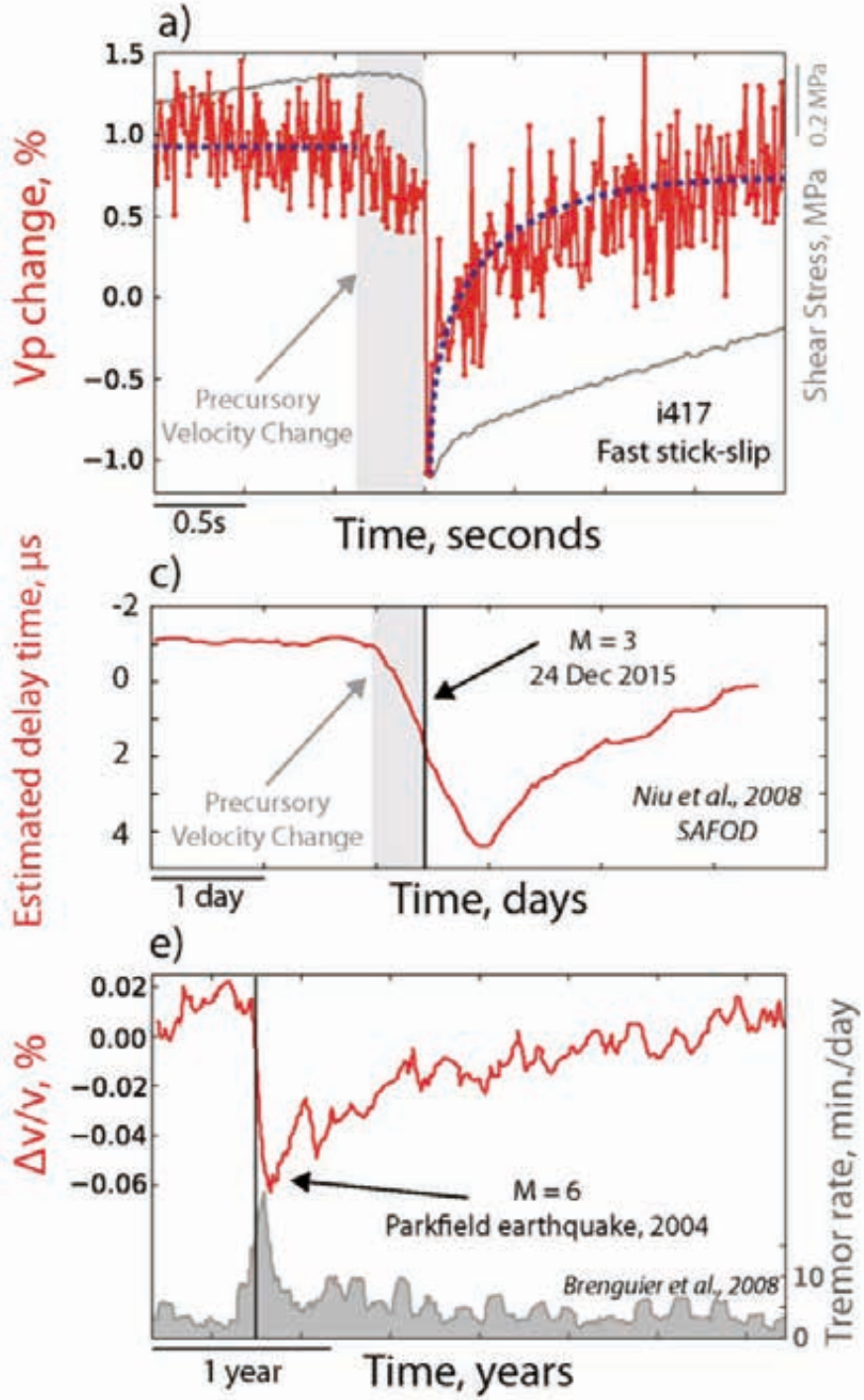
Scuderi et al., Nature Geoscience 2016

1) Evoluzione delle Vp simili in eventi di laboratorio a) e naturali b) e c).

2) Segnali precursori dati dalla diminuzione delle velocità onde acustiche

a) in laboratorio;

b) su faglie altamente monitorate come la San Andreas.



Scuderi et al., Nature Geoscience 2016

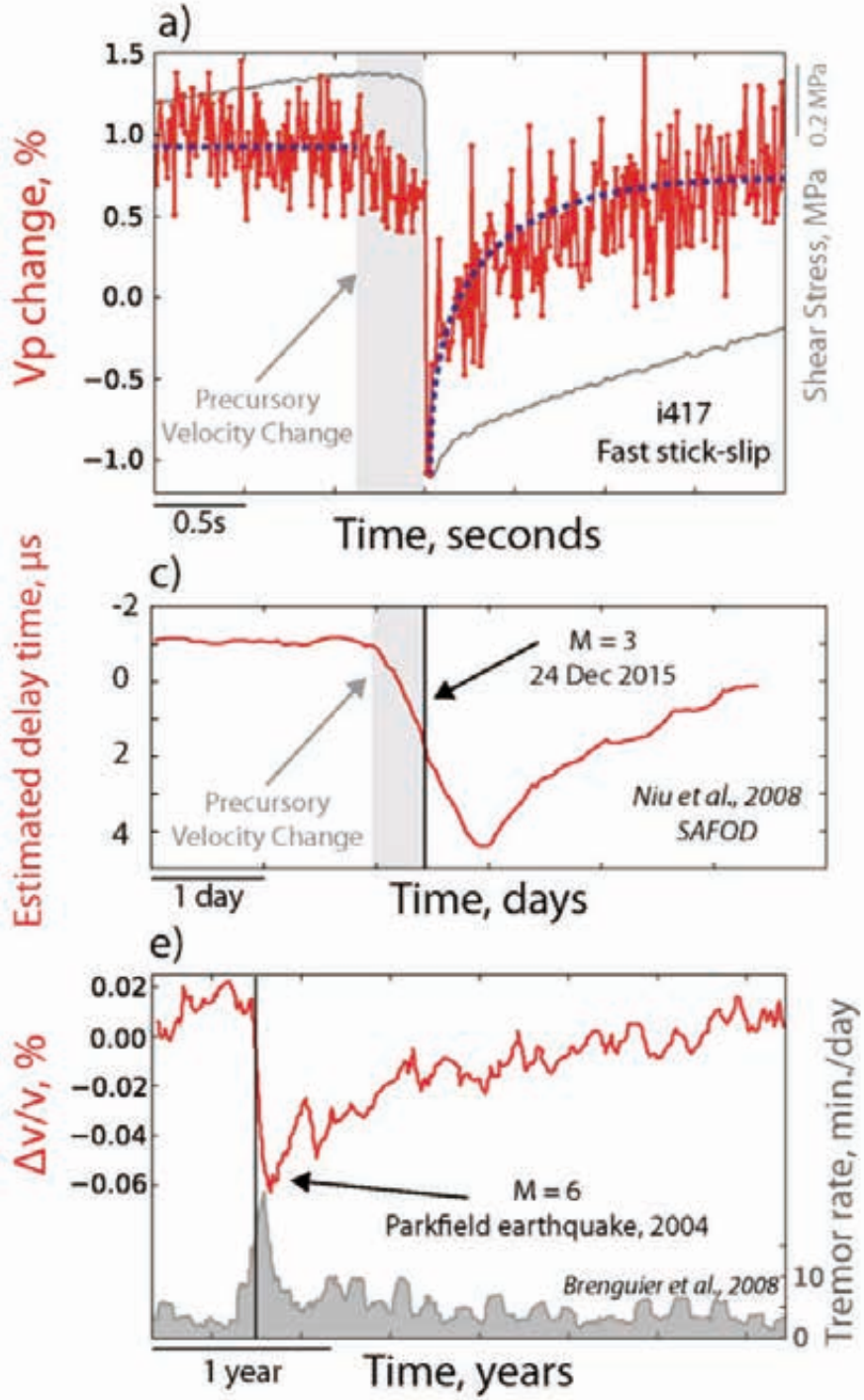
1) Evoluzione delle Vp simili in eventi di laboratorio a) e naturali b) e c).

2) Segnali precursori dati dalla diminuzione delle velocità onde acustiche

a) in laboratorio;

b) su faglie altamente monitorate come la San Andreas.

Monitoraggio di faglie real-time come potenziale strumento per individuare i segnali precursori dei terremoti !



Scuderi et al., Nature Geoscience 2016

Grazie
erc
2007-2013
7
SEVENTH FRAMEWORK PROGRAMME
RESEARCH & INNOVATION
Marie Skłodowska-Curie actions
GLASS: 259256
FEAT: 656676