



Cos'è il terremoto (?)

Fabio Romanelli

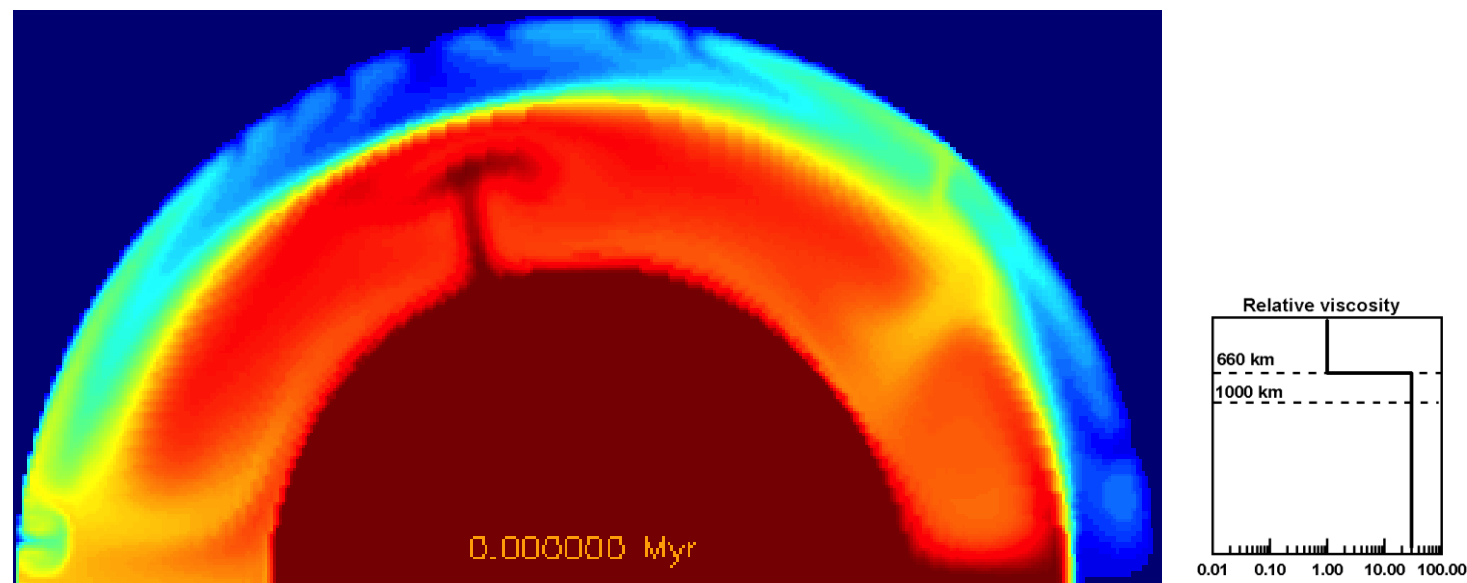
Dipartimento di Matematica e Geoscienze,
Università degli Studi di Trieste

romanel@units.it

Perché accadono i terremoti?

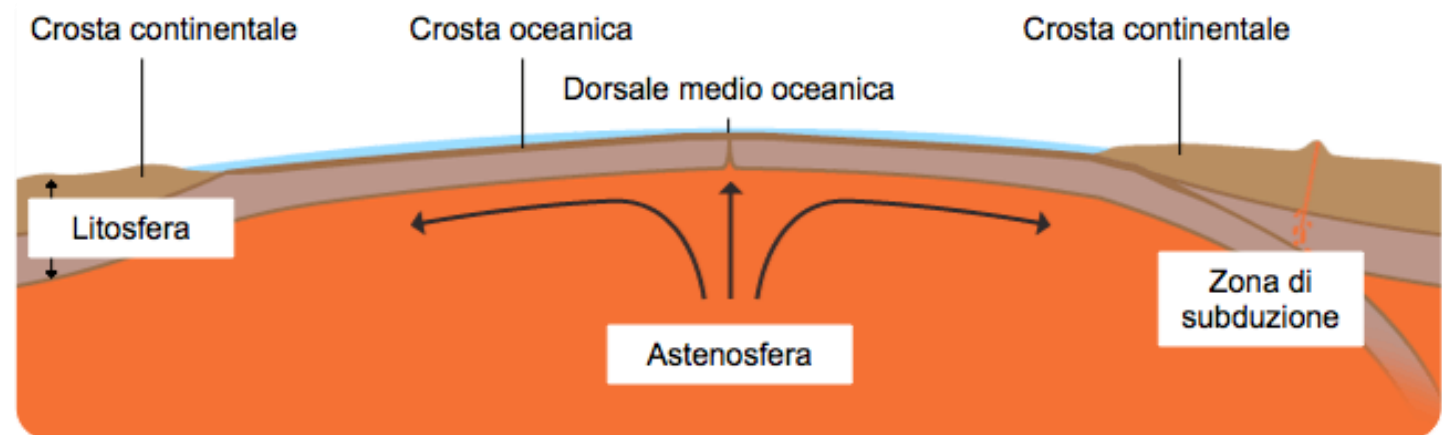


Da Namazu...



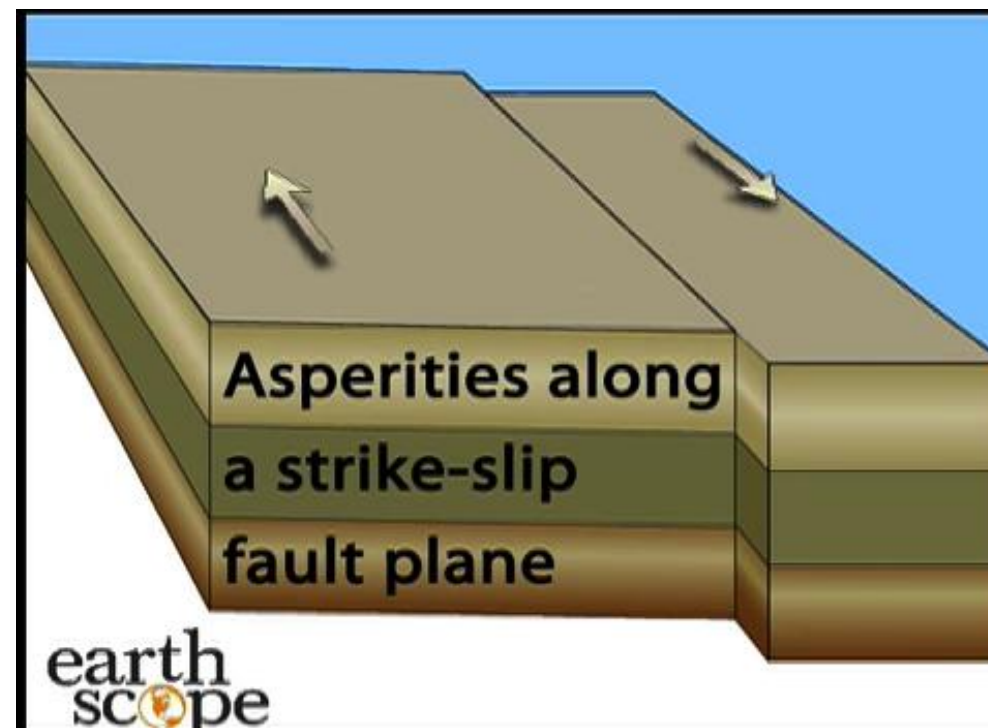
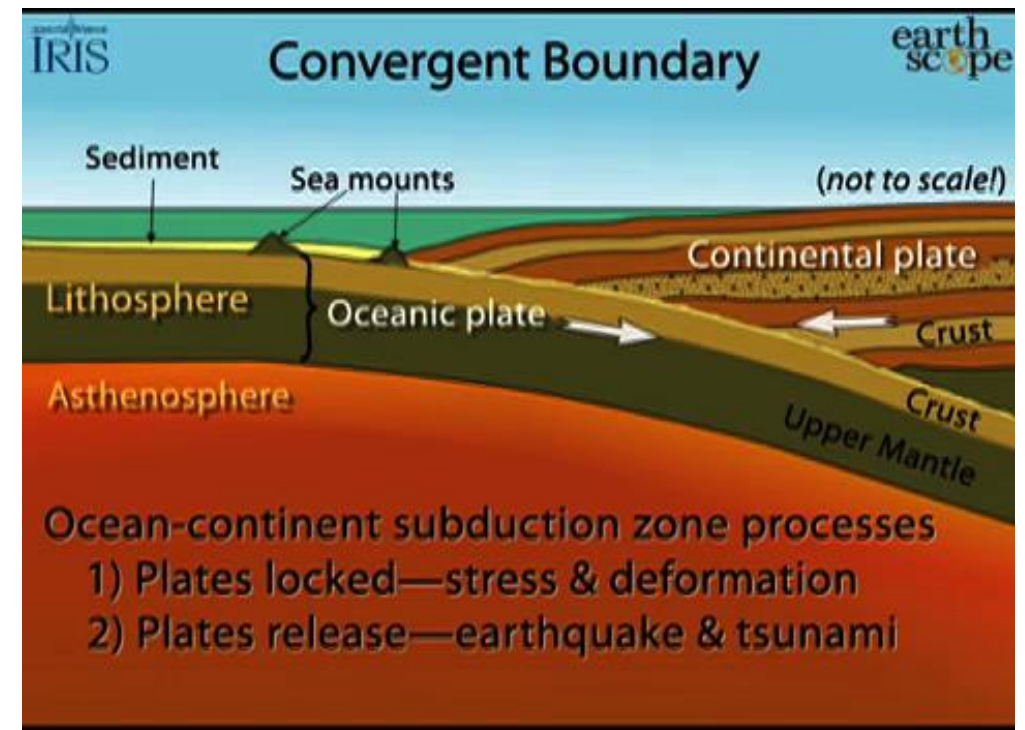
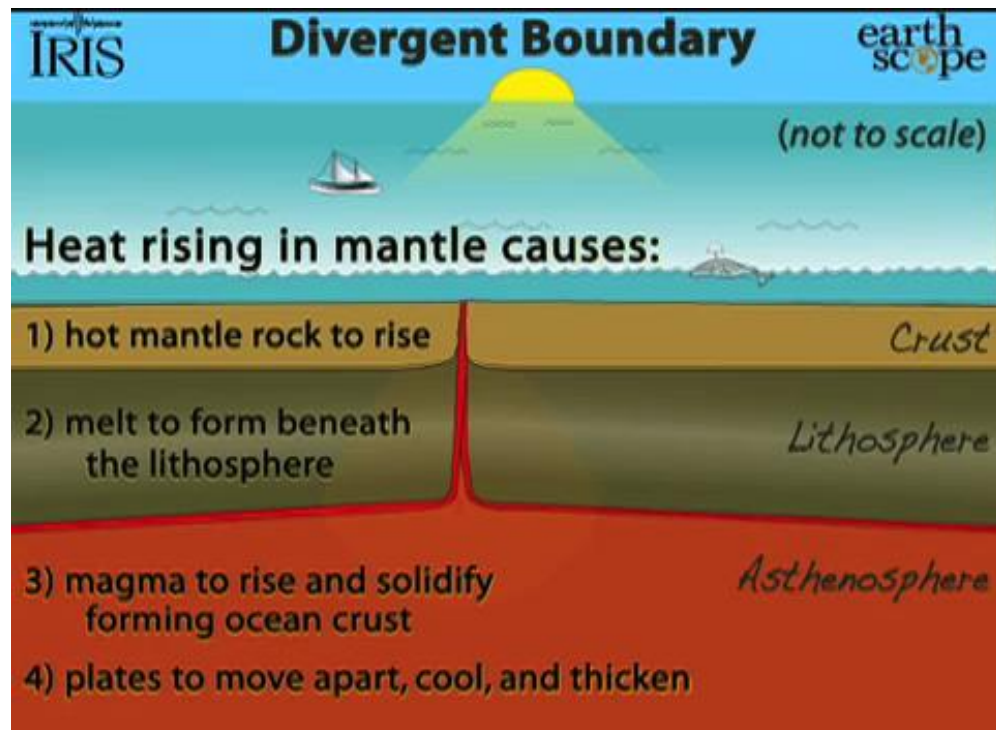
Thermo chemical convection

<http://geo.mff.cuni.cz/~cizkova/Anim/animace.htm>

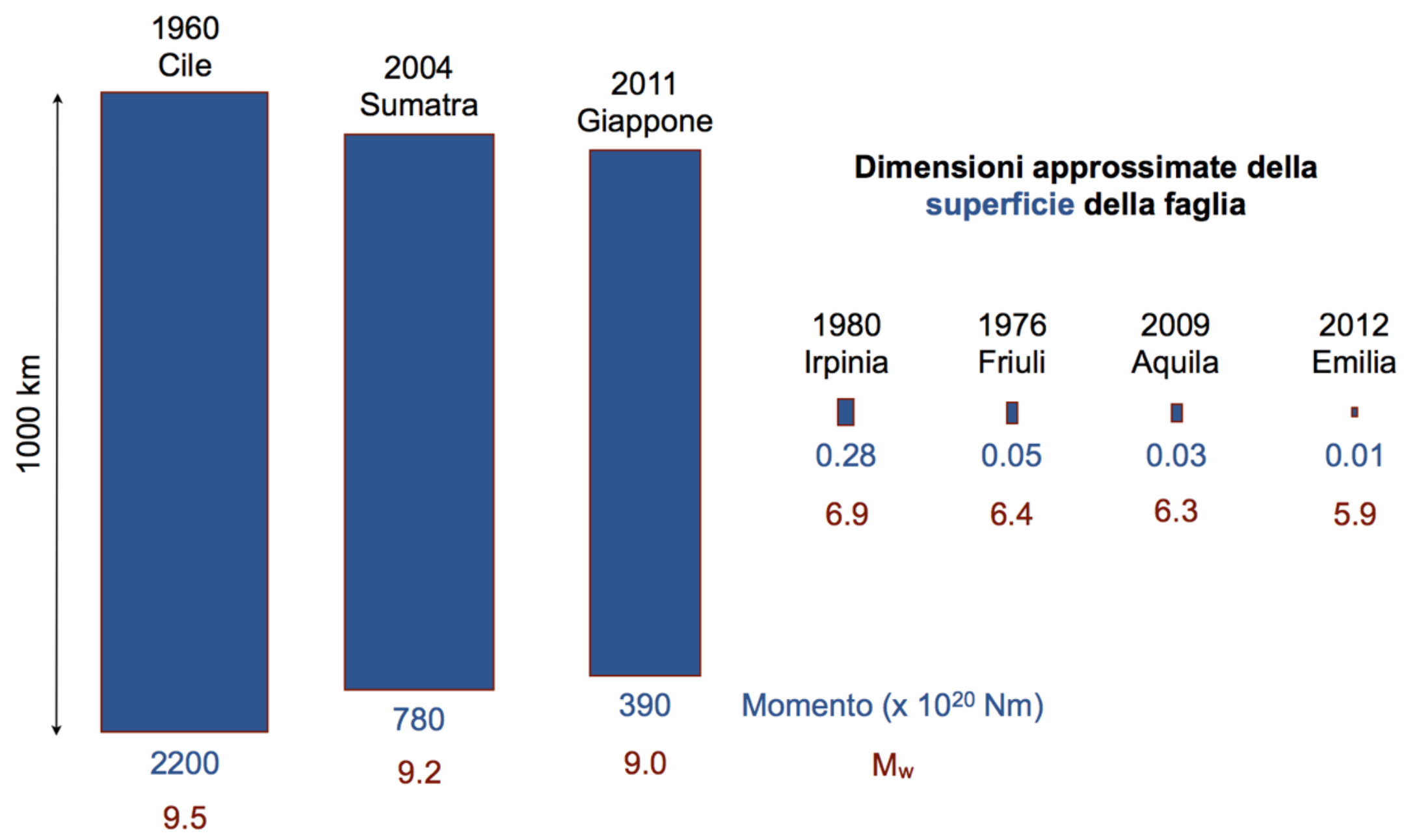


...alla fluidodinamica complessa

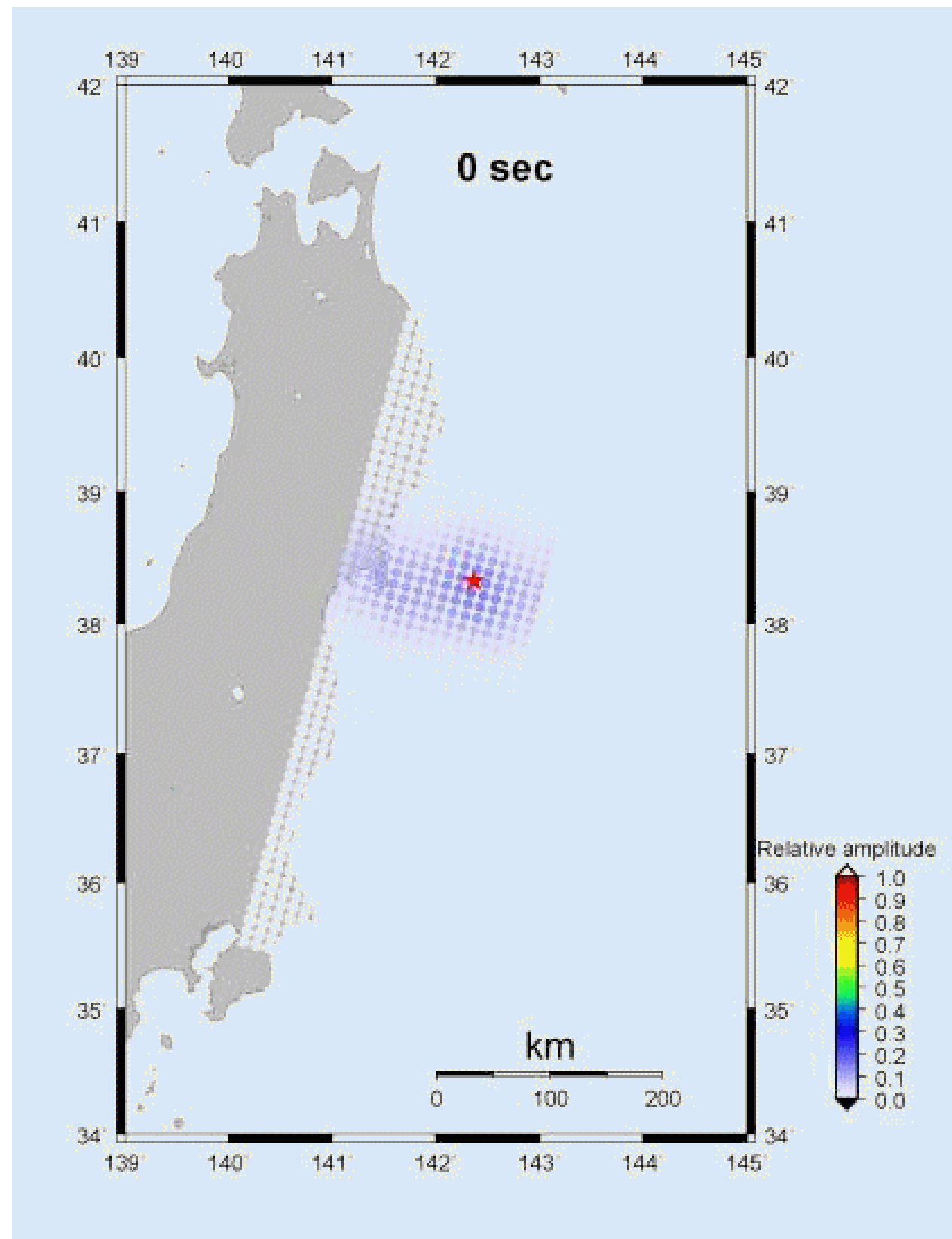
Perché accadono i terremoti?



Energia (magnitudo)

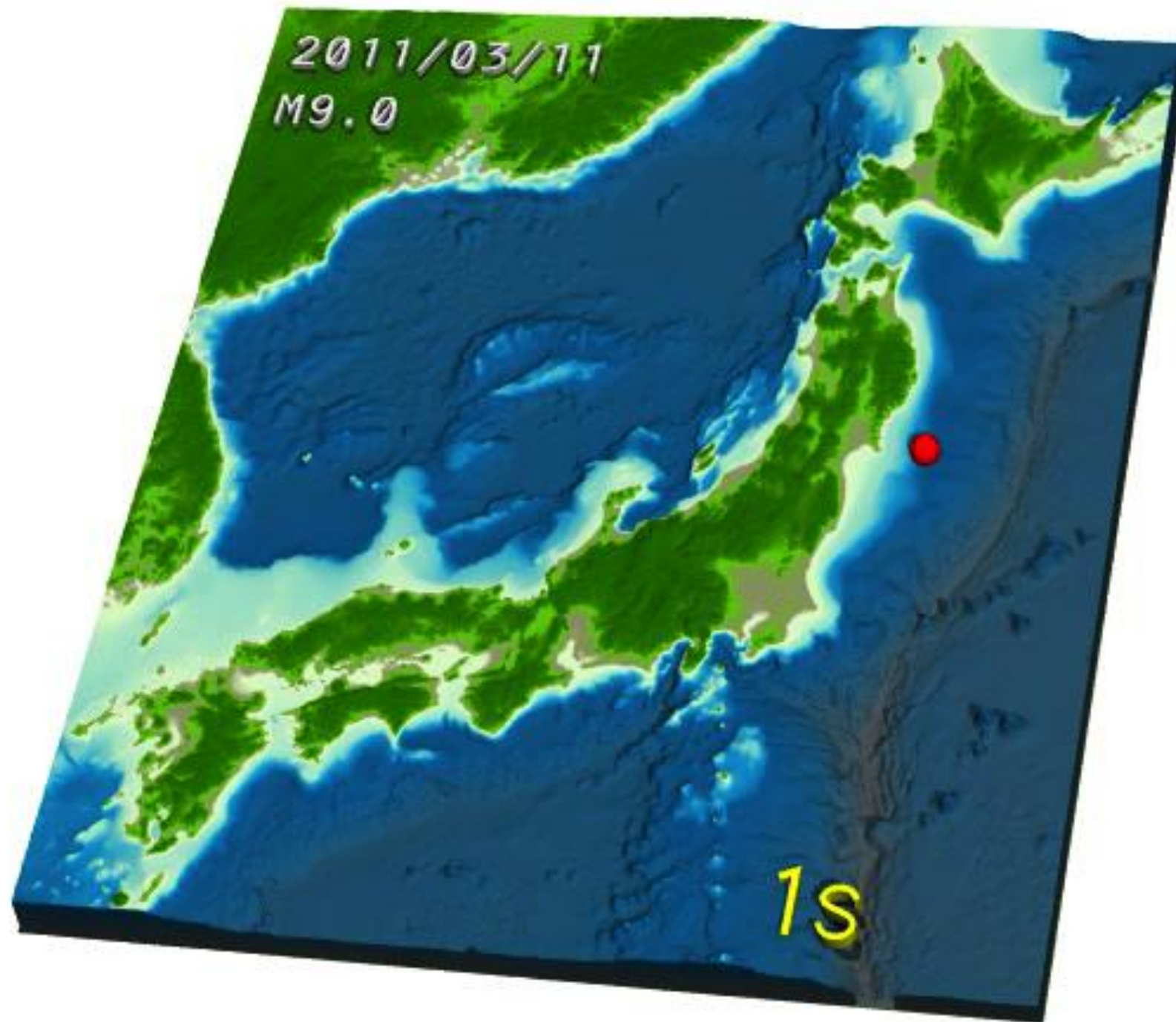


Processo di rottura dell'evento di Tohoku-oki



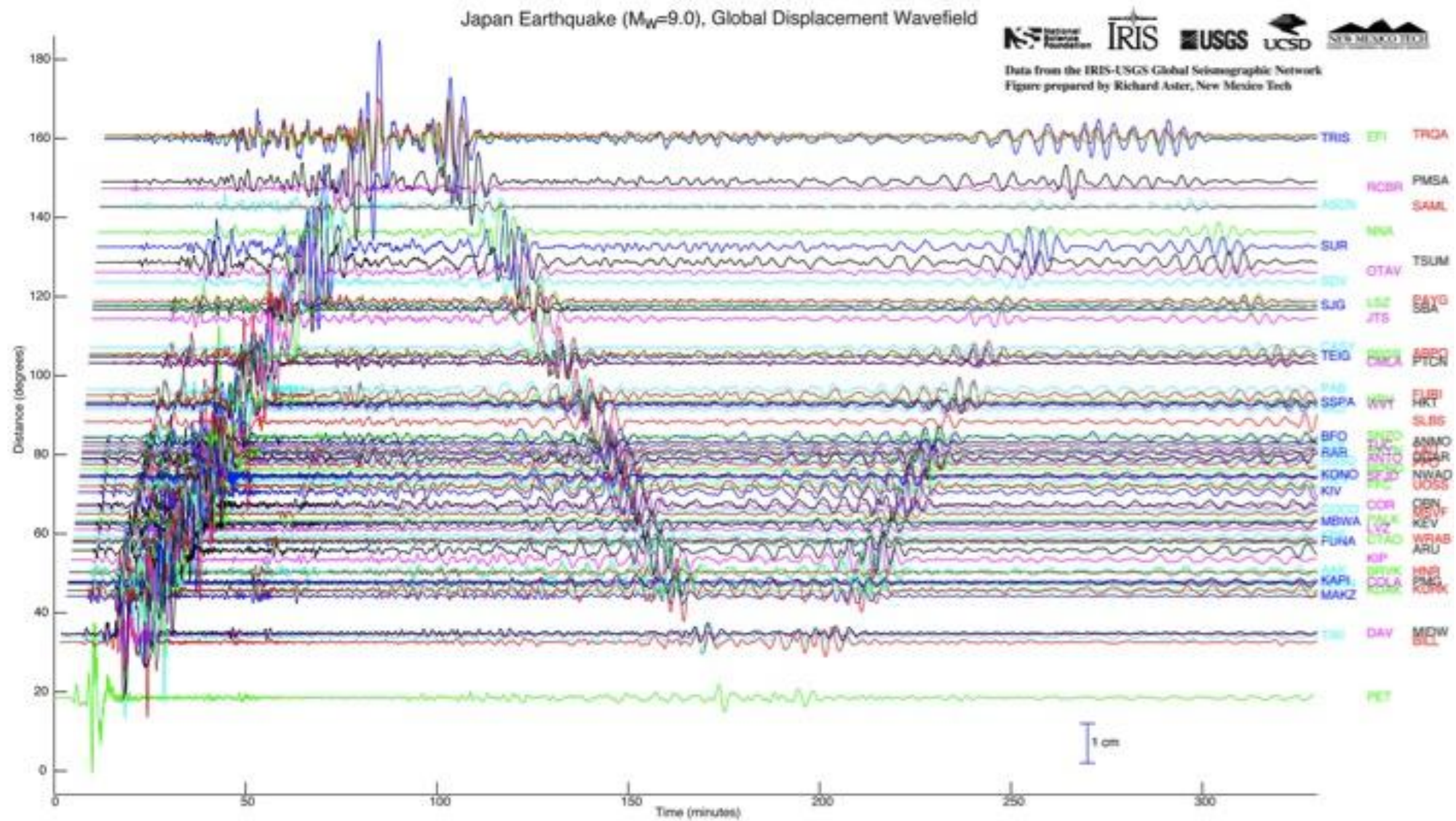
Courtesy of Dun Wang and Jim Mori

Animazione dello scuotimento del suolo

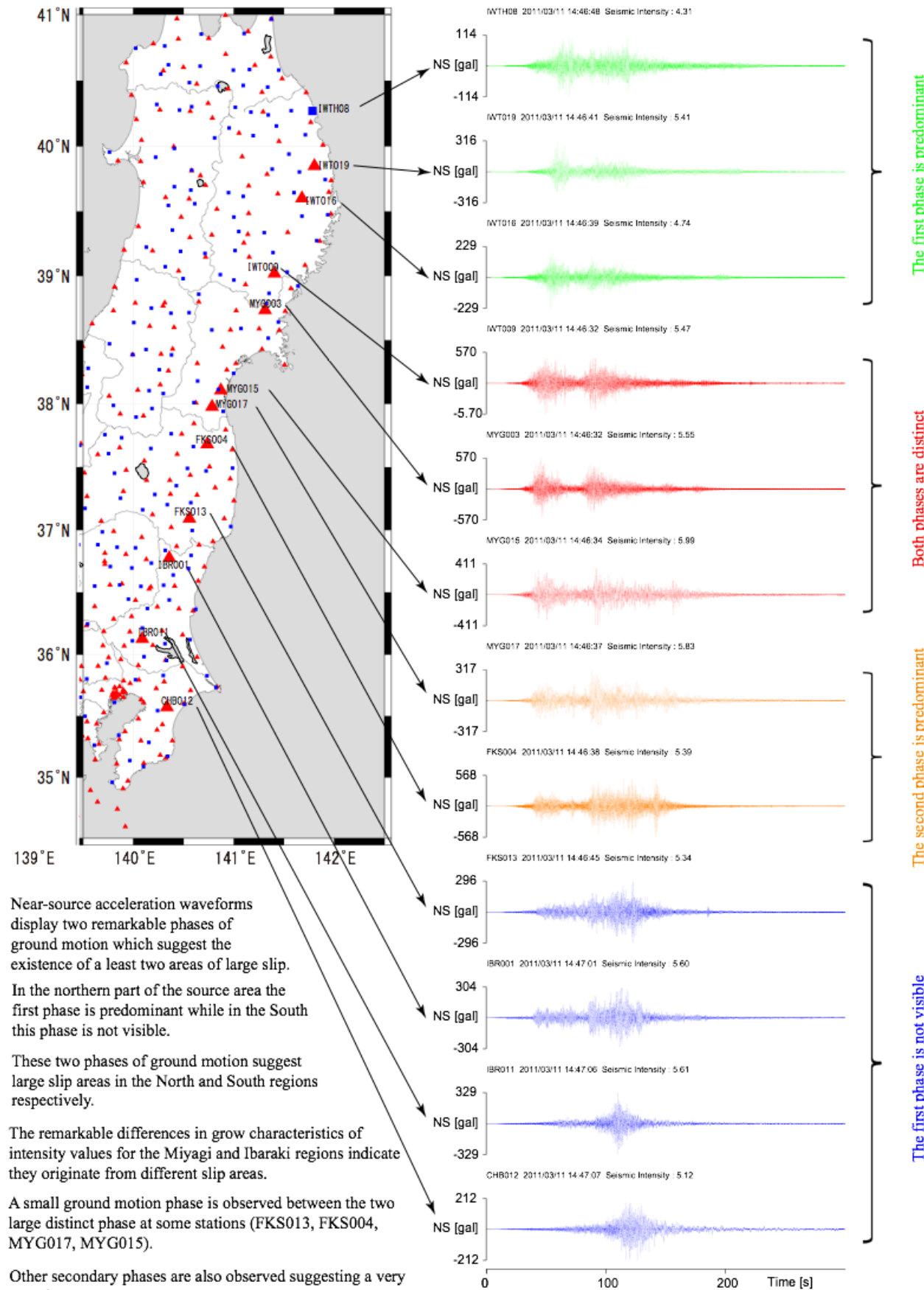


Courtesy of Takashi Furumura

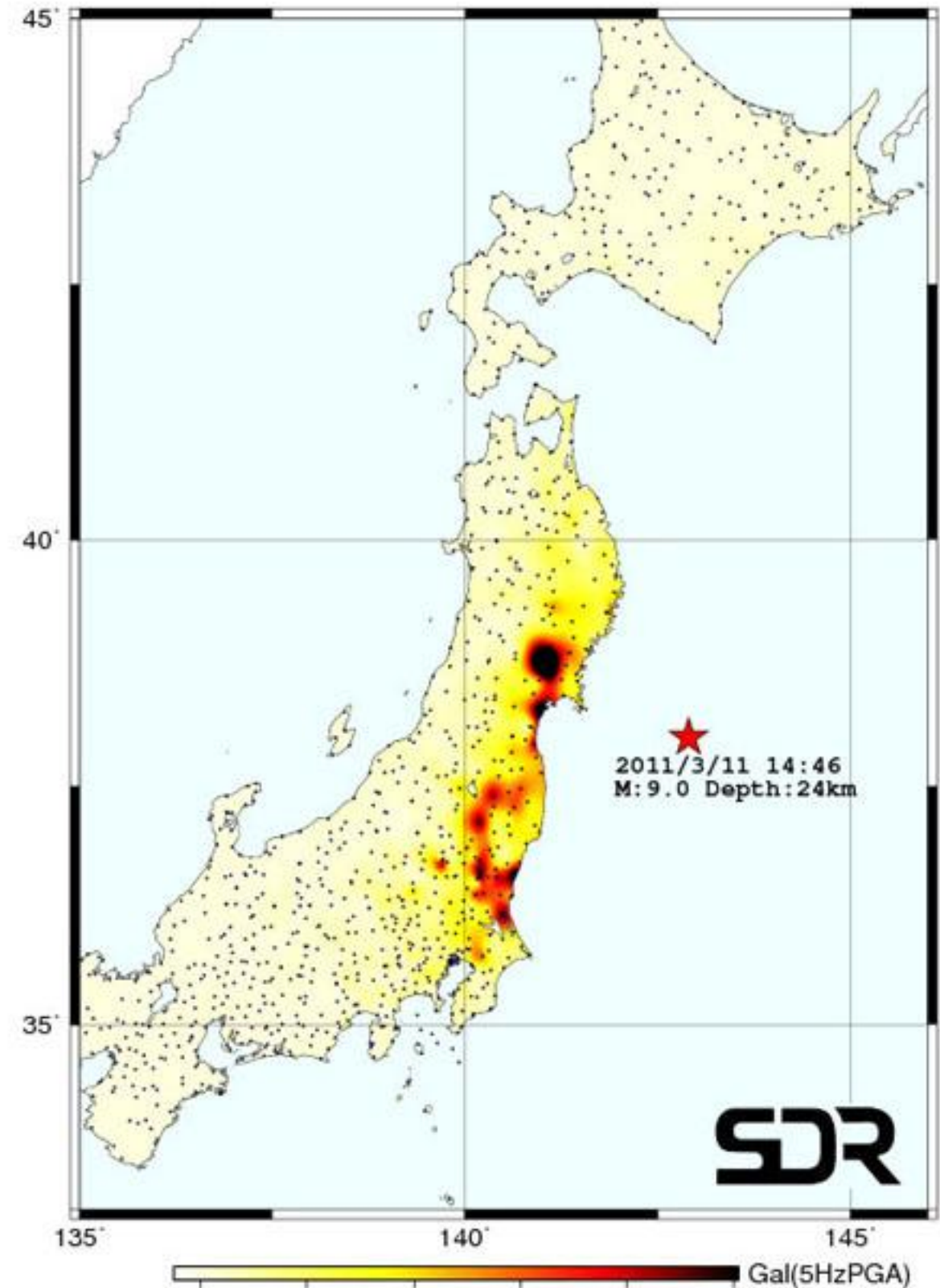
Sismogrammi globali



Rottura e moto del suolo



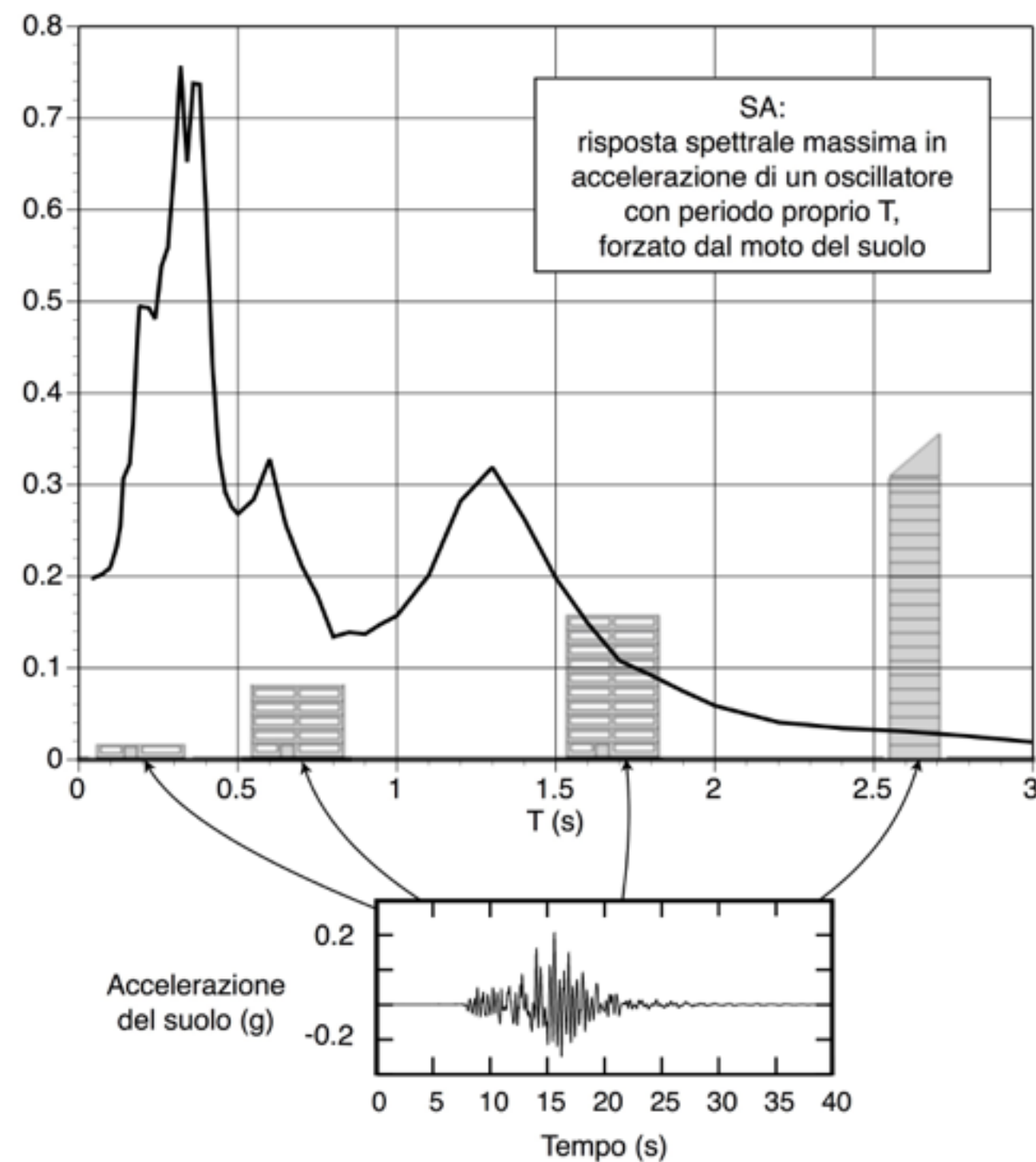
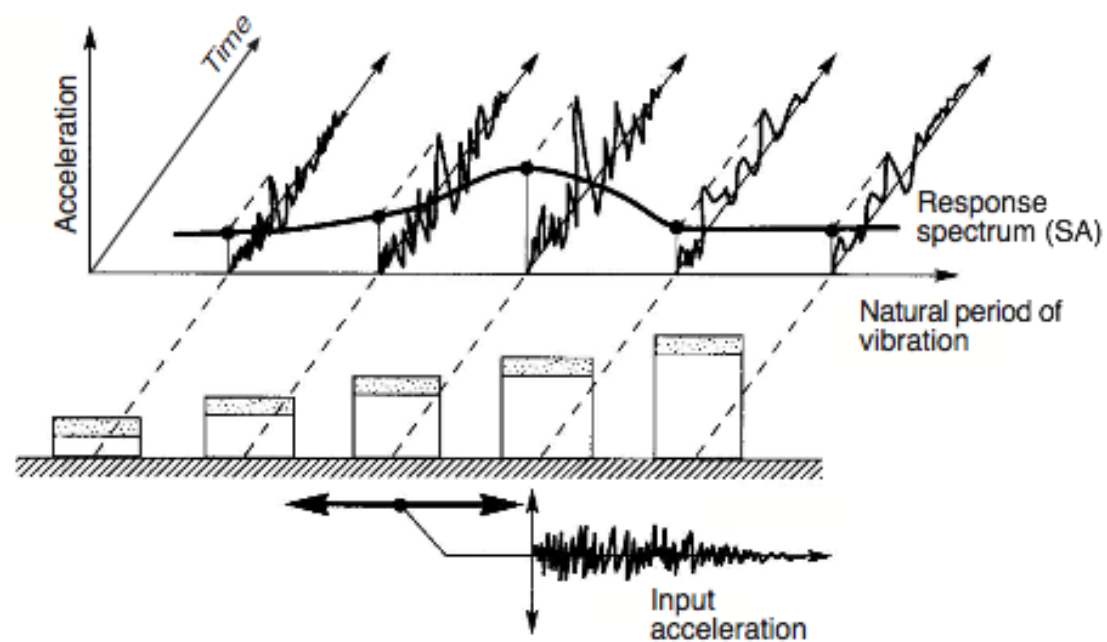
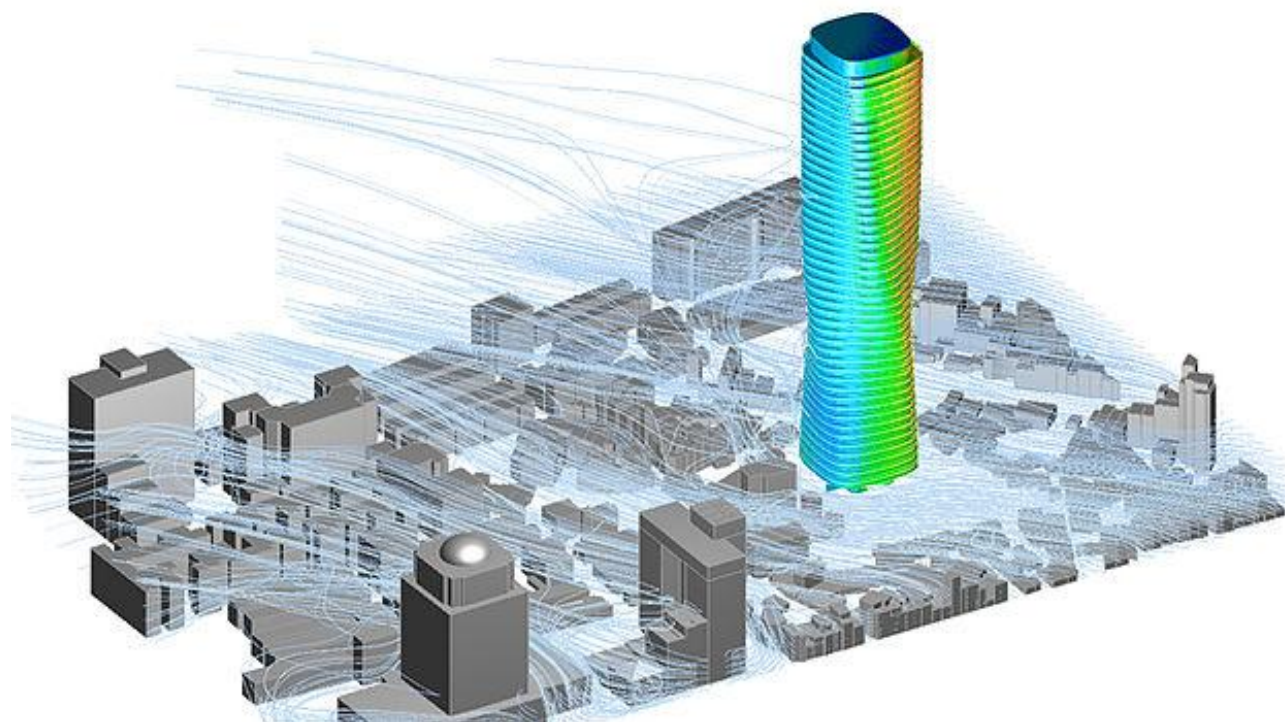
Source: Knet-NIED



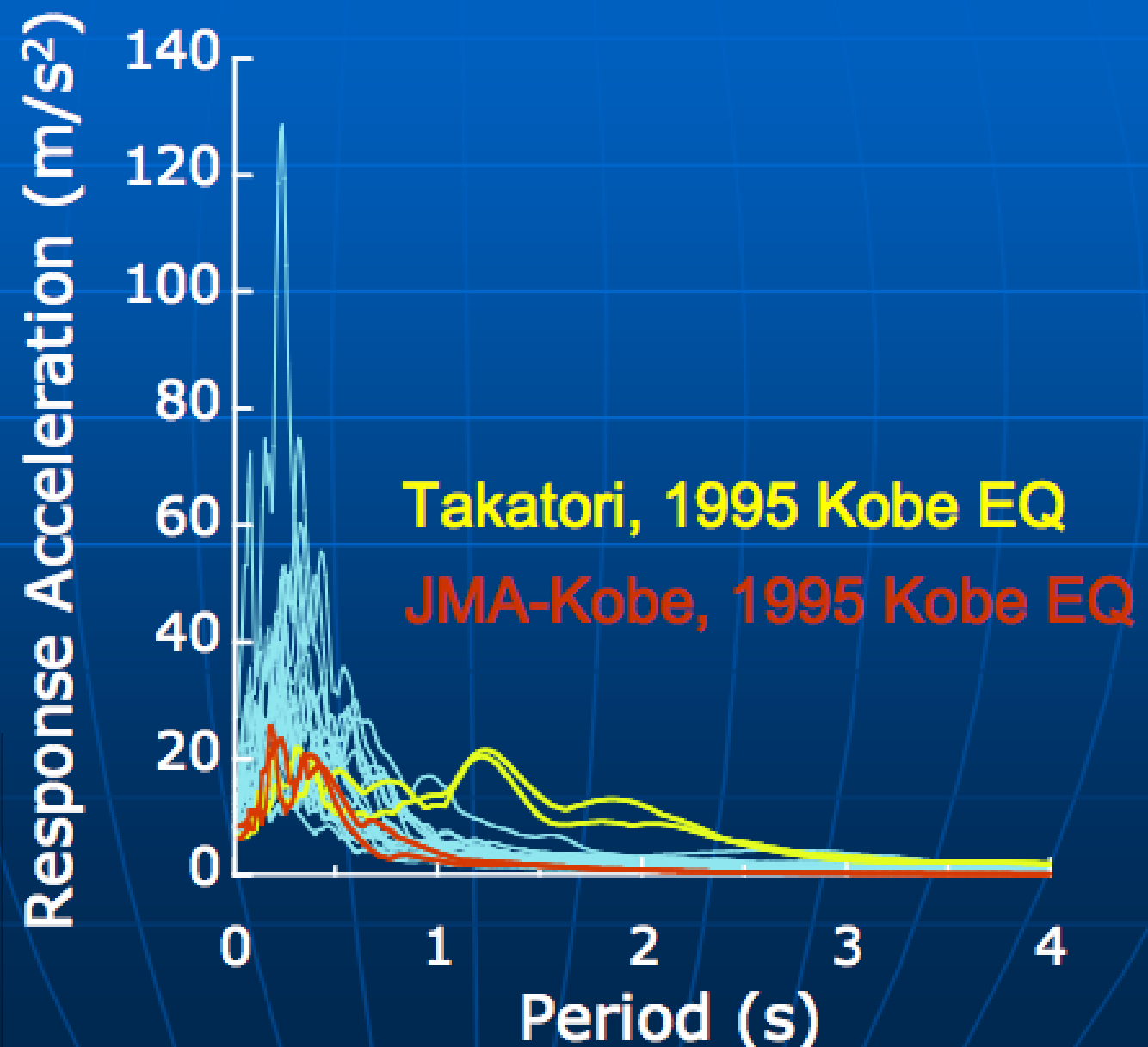
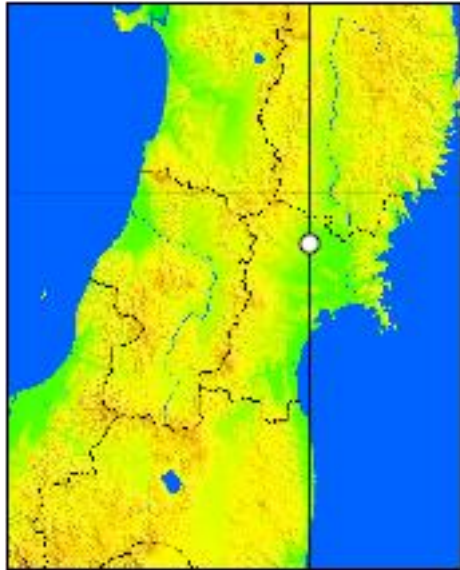
Strong motion distribution at Eastern Japan
(5HzPGA)

This PGA is commonly used as an index for the alarm to stop the train operation.

Spettro di risposta



Tsukidate



(a) Overall view of the Kurihara City Municipal Office Building



(b) Fall of ceiling of Municipal Assembly Hall (1)

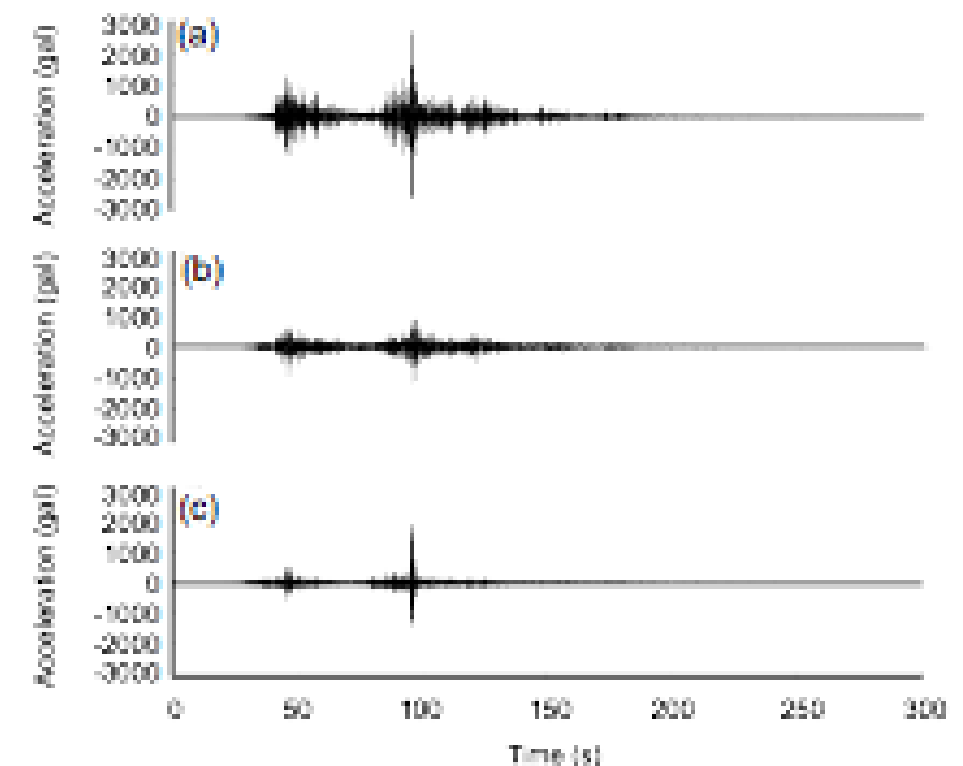


(c) Fall of finishing tiles on a column

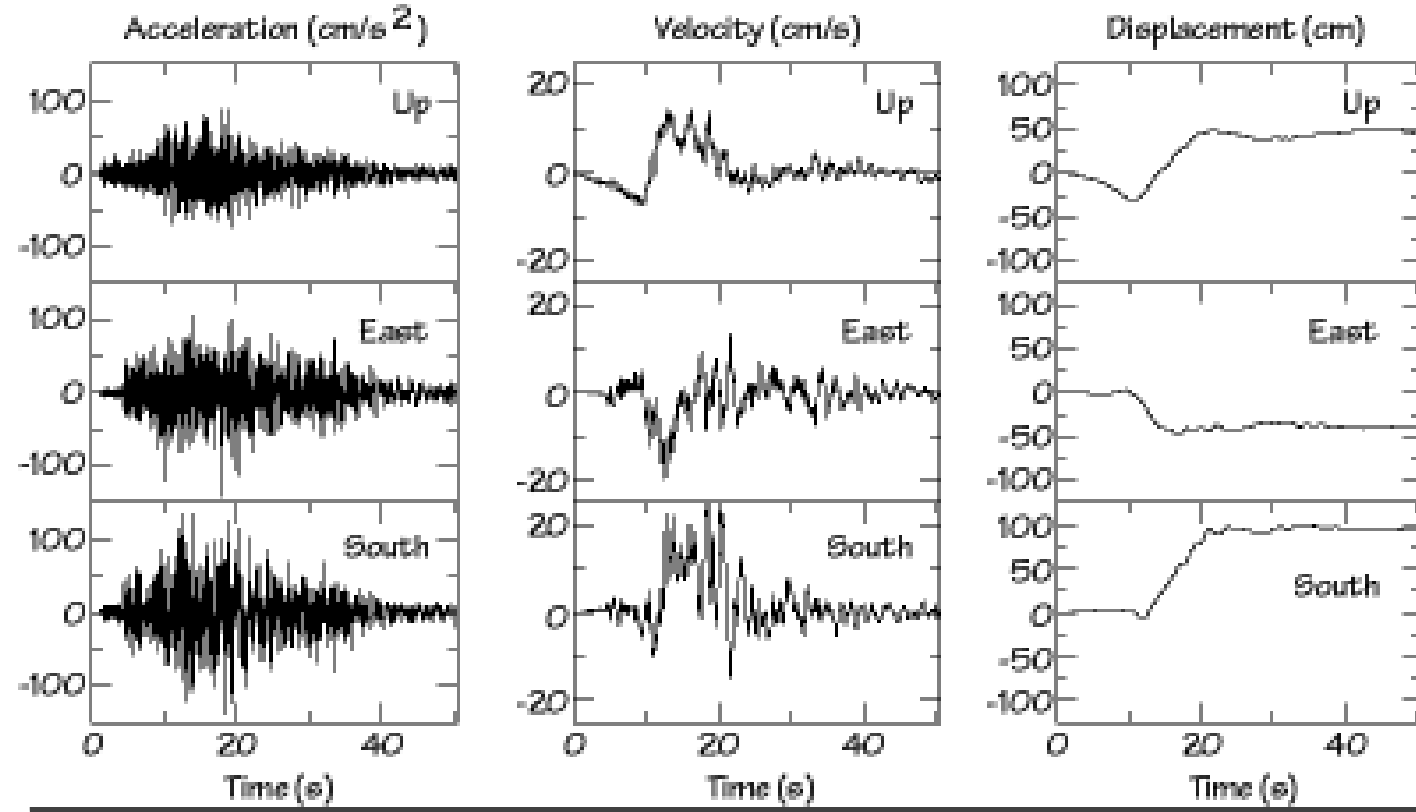


(d) Fall of ceiling of Municipal Assembly Hall (2)

Photo 1: Kurihara City Municipal Office Building and non-structural damage



Effetti di sorgente...

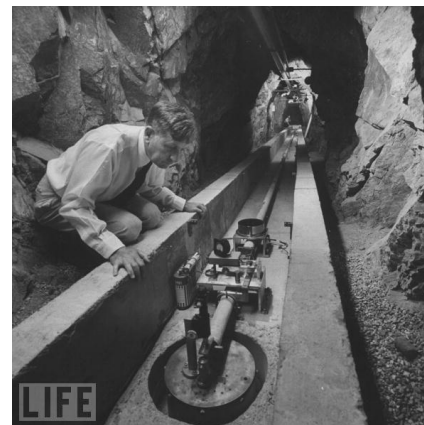


Michoacan, 1985

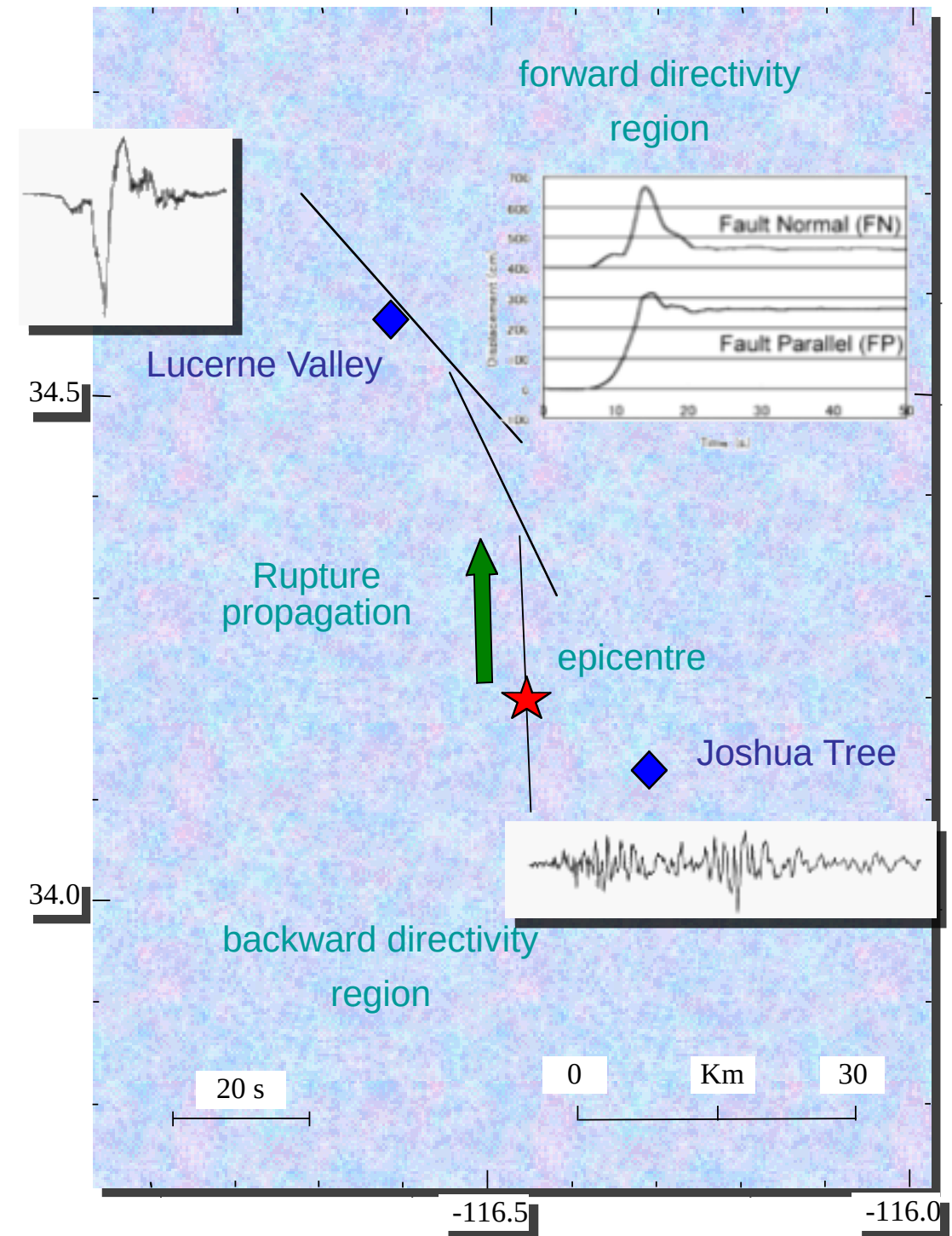
Fling & Directivity aka Near-field & Near-source



Sir Georges
Stokes

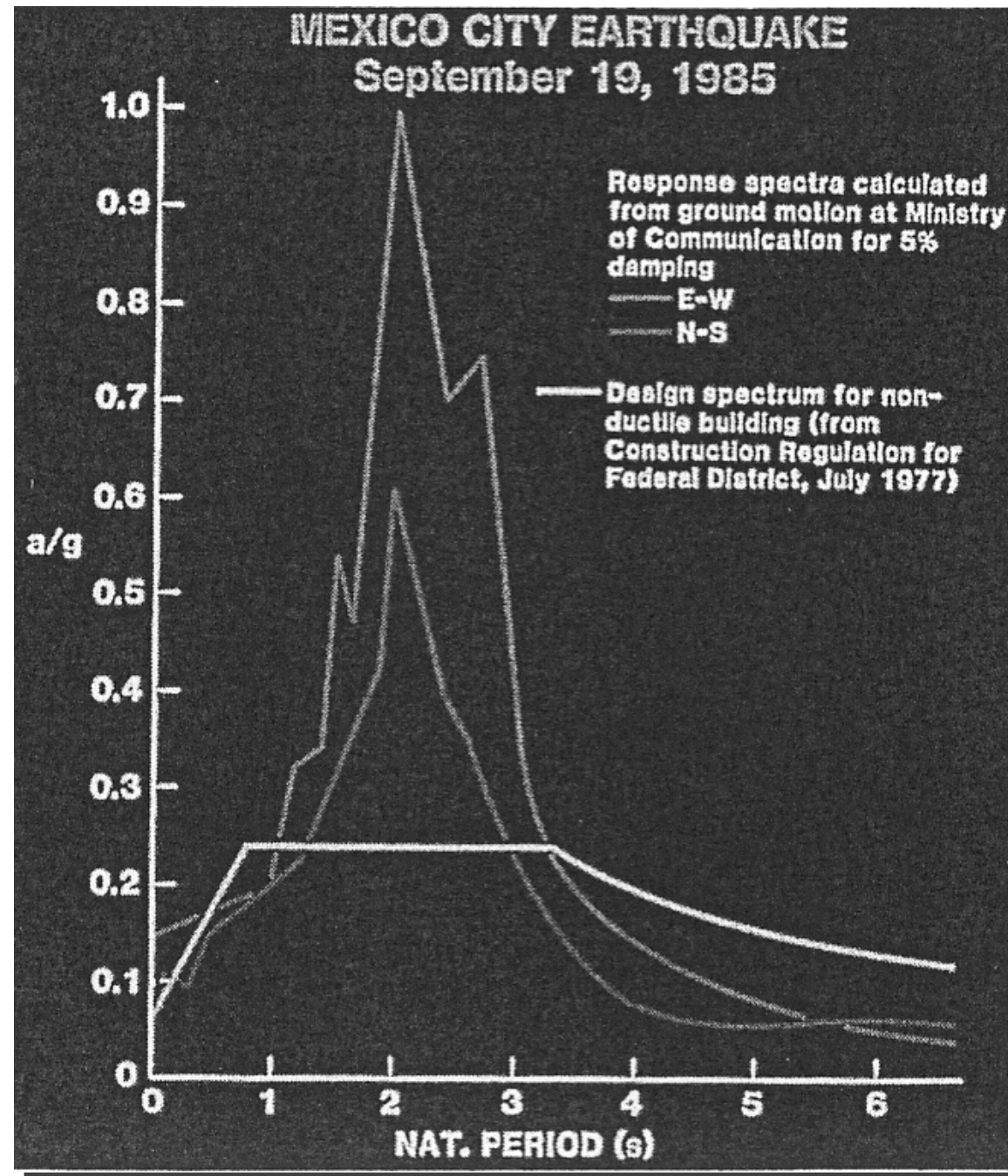


Hugo Benioff

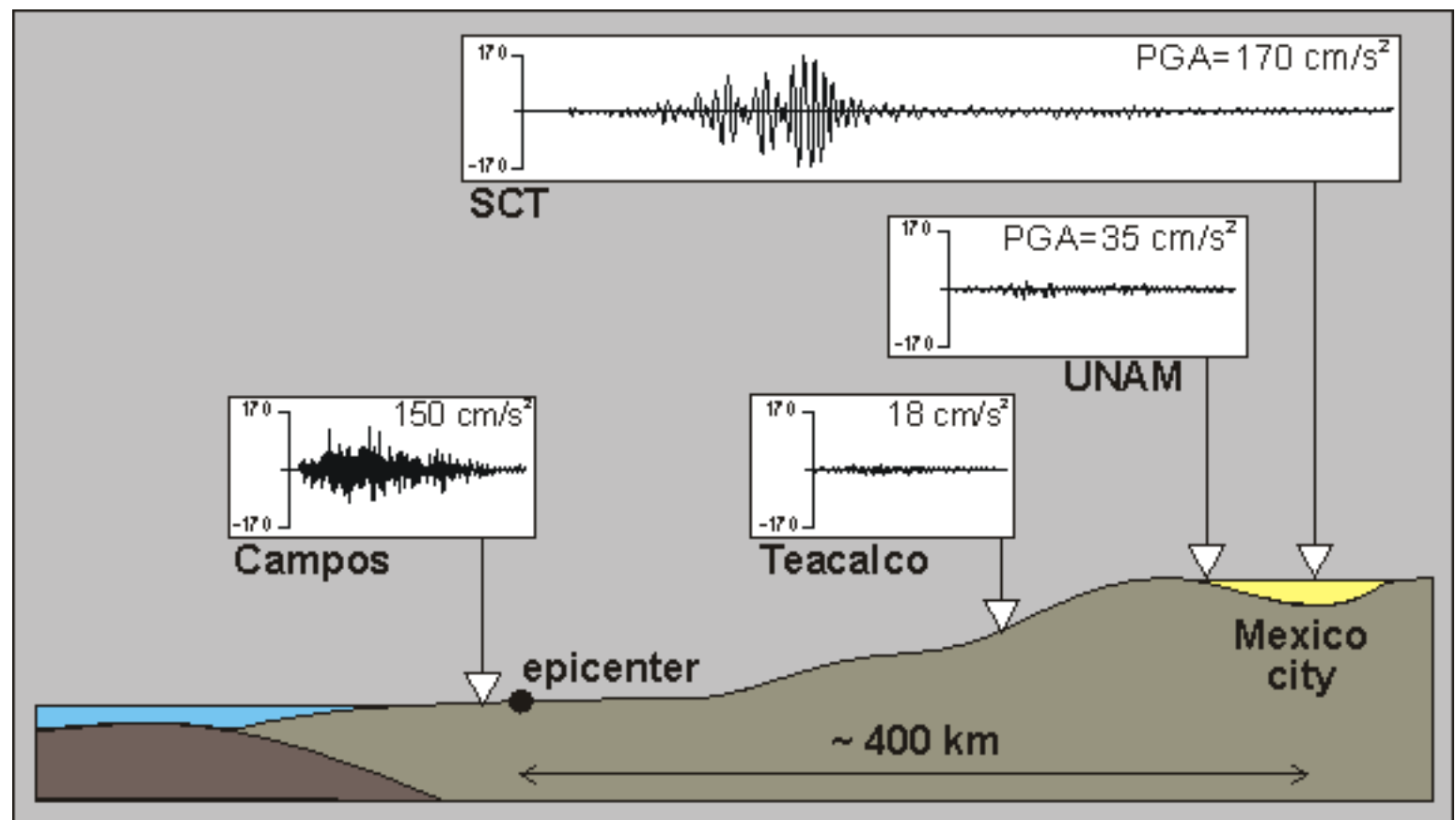
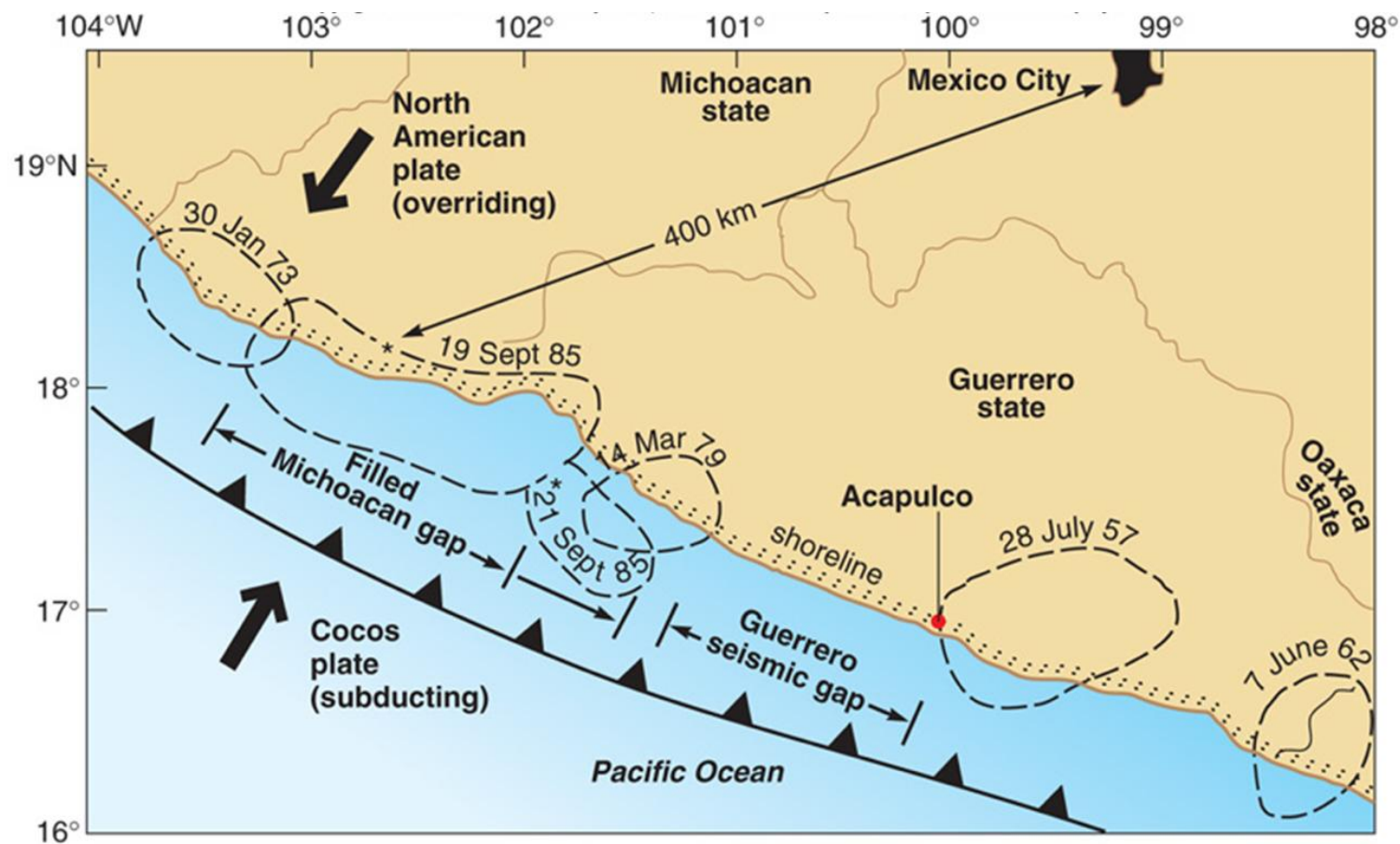


Landers, 1992

Michoacan 1985: SA nel DF a SCT



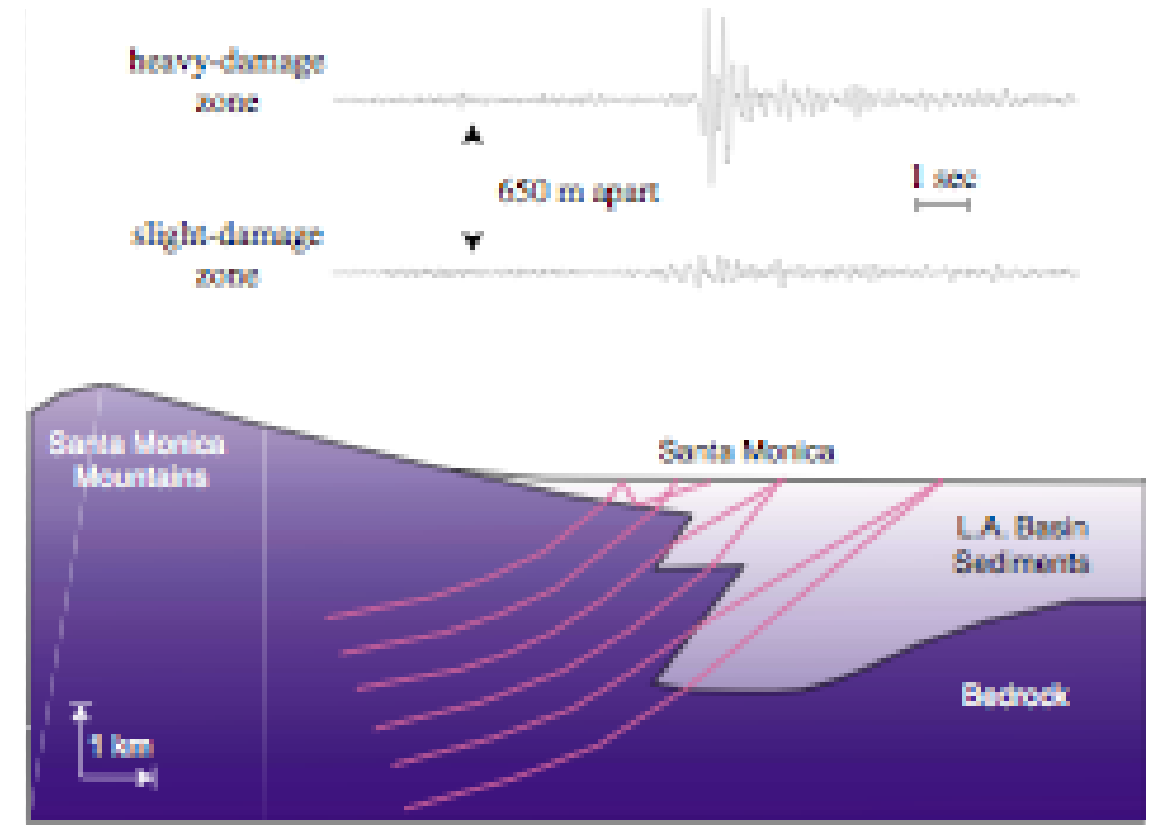
Michoacan 1985: verso il DF...



EFFETTI TOPOGRAFICI

dipendono da :

- a) campo d' onda
- b) angolo di incidenza
- c) convessità



EFFETTI DI SITO

STRATIFICAZIONE SUB-SUPERFICIALE

- a) 1-D: intrappolamento delle onde per contrasto di impedenza; risonanze verticali:

$$f_n = [(2n+1)\beta]/4H; A \approx (\rho_2 v_2)/(\rho_1 v_1)$$

- b) 2-D, 3-D: focalizzazioni complesse dell' energia; diffrazione; generazione di onde di bacino

Terremoti di scenario

A. ITCS076 Adige
[ZS906]

(Veronese 1117-01-03, IMCS = 7 - 8)

B. ATCS010 Western Periadriatic
[ZS204]

(Villach – Carinzia 1348-01-25, IMCS = 7)

C. ITCS102 Tarvisio
[ZS204]

(Villach – Carinzia 1348-01-25, IMCS = 7)

D. ITCS066 Gemona – Tarcento
[ZS905]

(Slovenia 1511-03-26, IMCS = 7)

E. SICS002 Tolmin – Idrija
[ZS904]

(Slovenia 1511-03-26, IMCS = 7)

F. ITCS007 Thiene – Cornuda
[ZS905]

(Asolano 1695-02-25, IMCS = 6)

G. ITCS060 Montebelluna – Montereale
[ZS905]

(Sequals 1812-10-25, IMCS = 6)



H. ITCS105 Bassano – Vittorio Veneto [ZS905]
(Bosco Cansiglio 1936-10-18, IMCS = 6)

I. ITCS011 Ascensione – Armaia [ZS912]
(Romagna 1688-04-11, IMCS = 6)

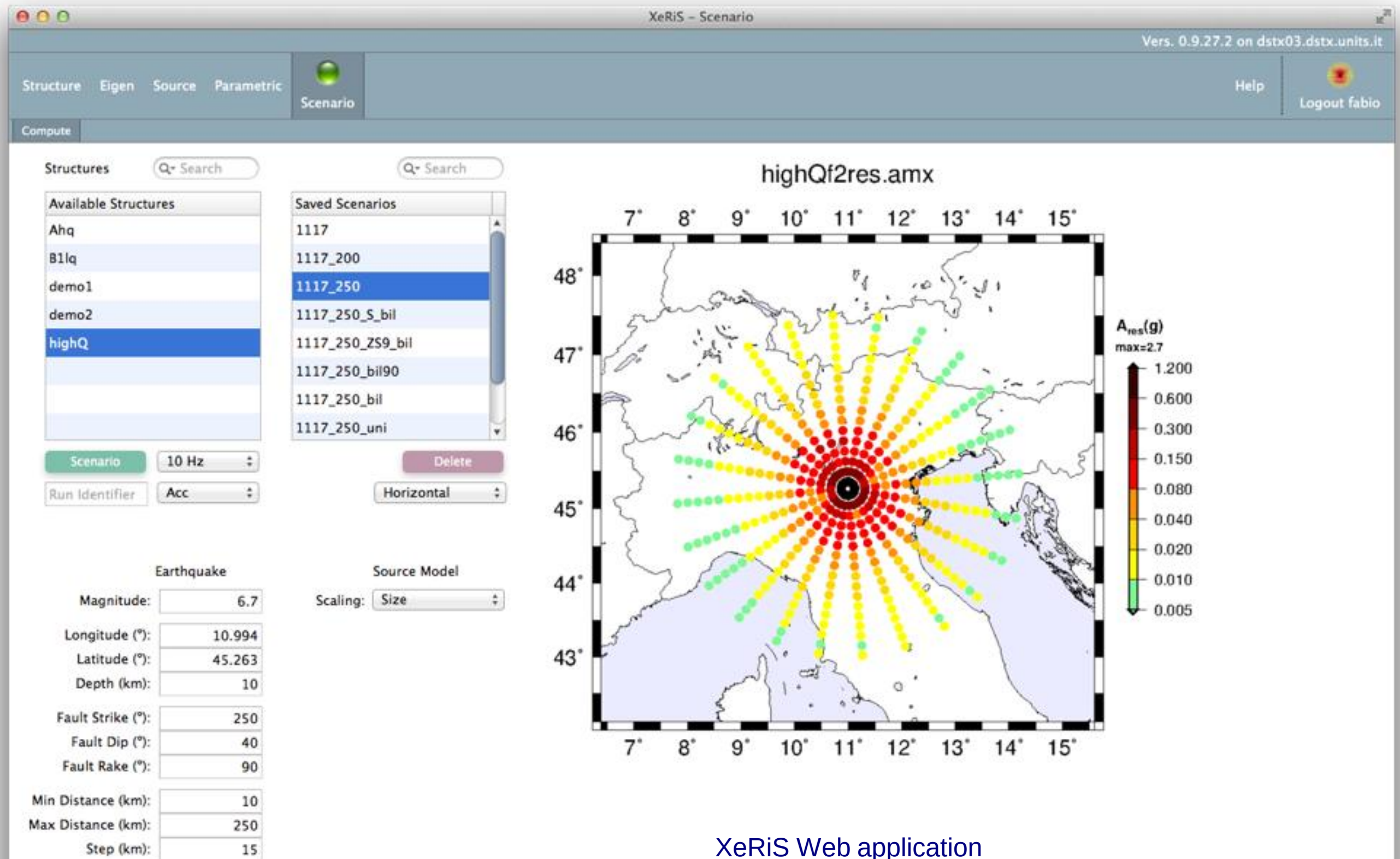
J. ITCS001 Castel S. Pietro T. – Meldola [ZS914]
(Romagna 1781-04-04, IMCS = 6)

K. ITCS012 Malalbergo – Ravenna [ZS912]

L. ITCS050 Poggio Rusco – Migliarino [ZS912]

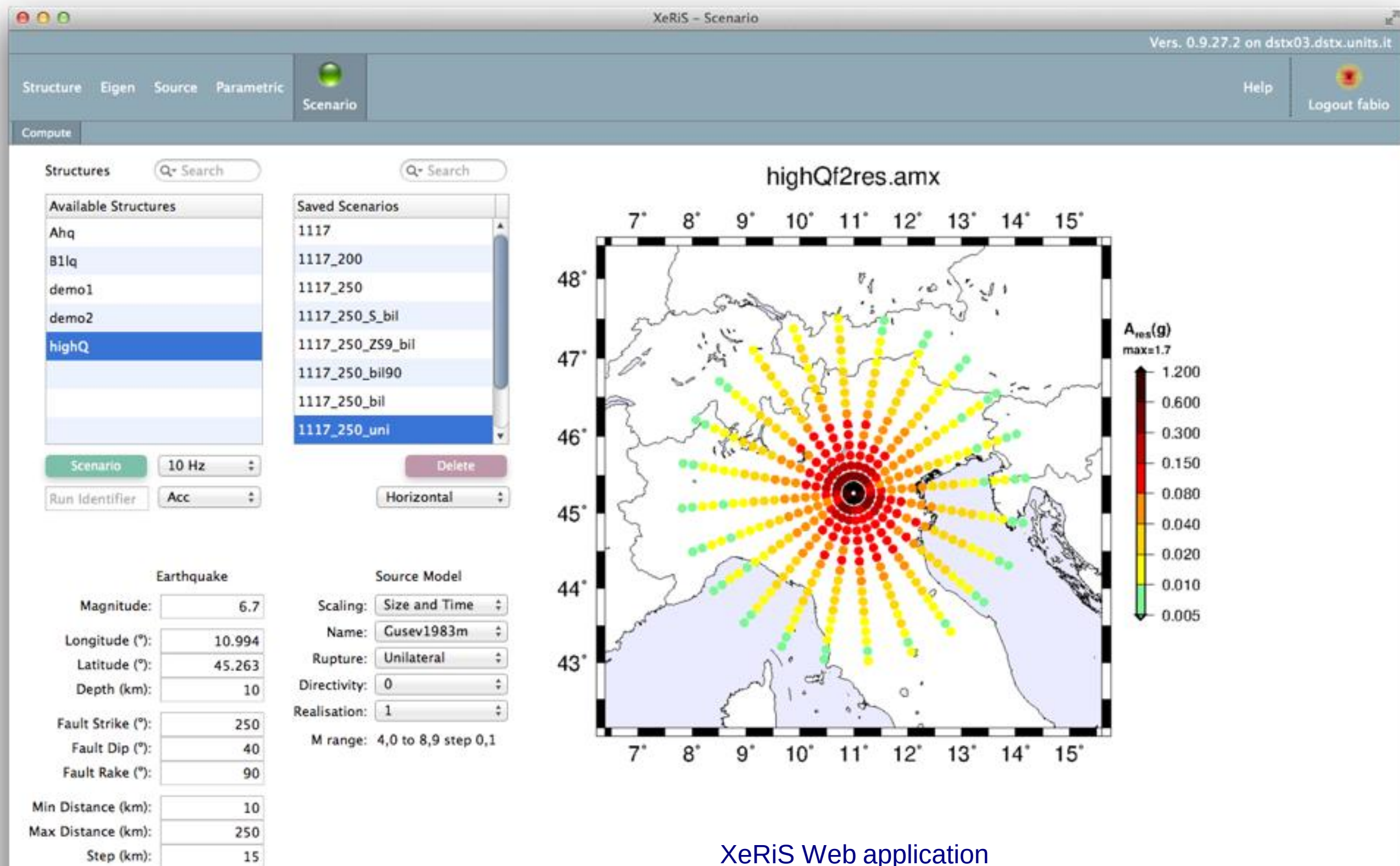
M. ITCS103 Finale Emilia – Mirabello [ZS912]

1117 scenario - ITCS076



XeRiS Web application
<http://www.xeris.it/WebApp/index.html>

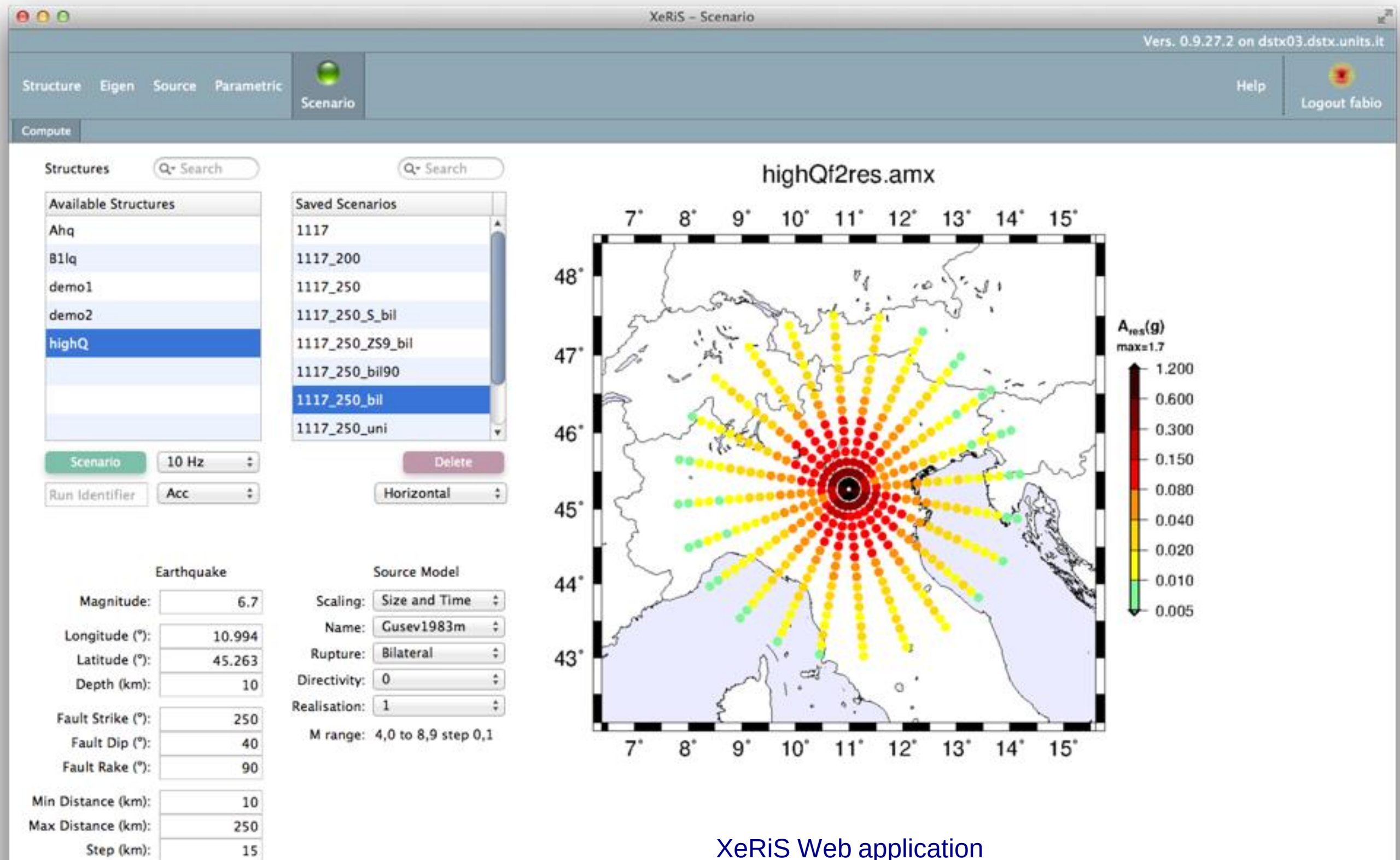
1117 scenario - rottura unilaterale



XeRiS Web application

<http://www.xeris.it/WebApp/index.html>

1117 scenario - rottura bilaterale

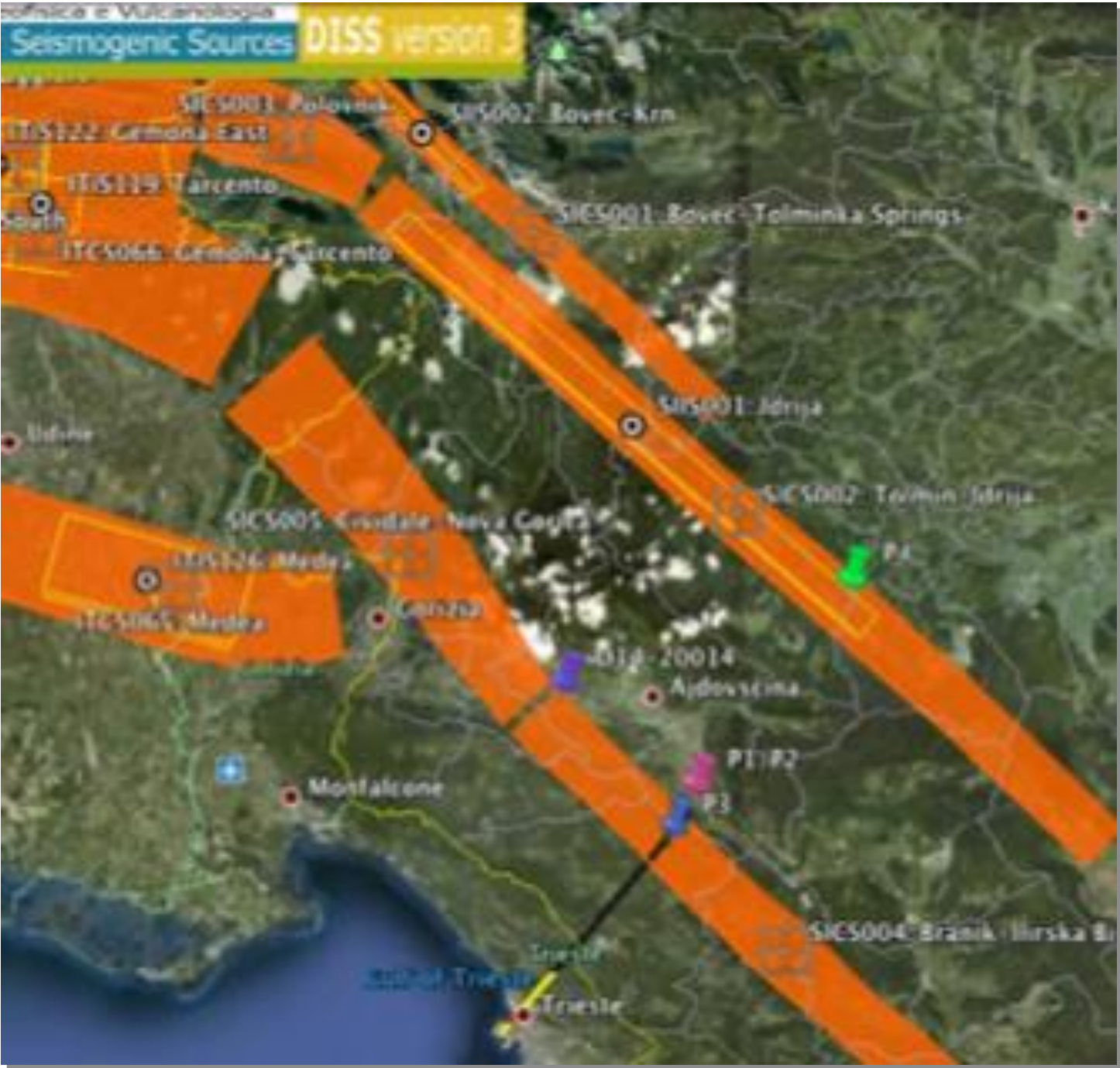


XeRiS Web application

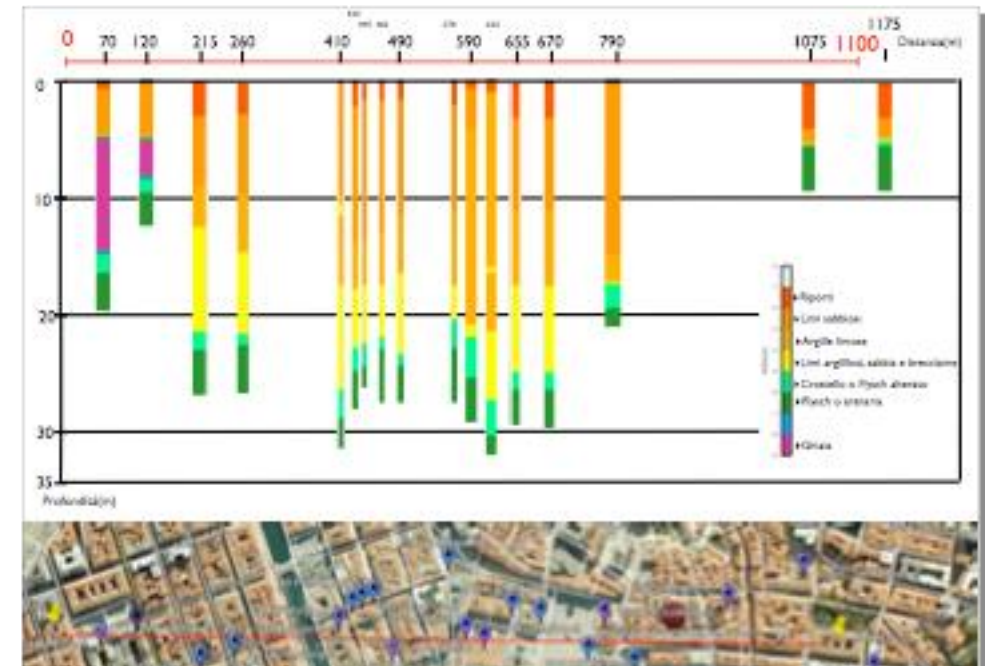
<http://www.xeris.it/WebApp/index.html>

Terremoti di Scenario (Trieste)

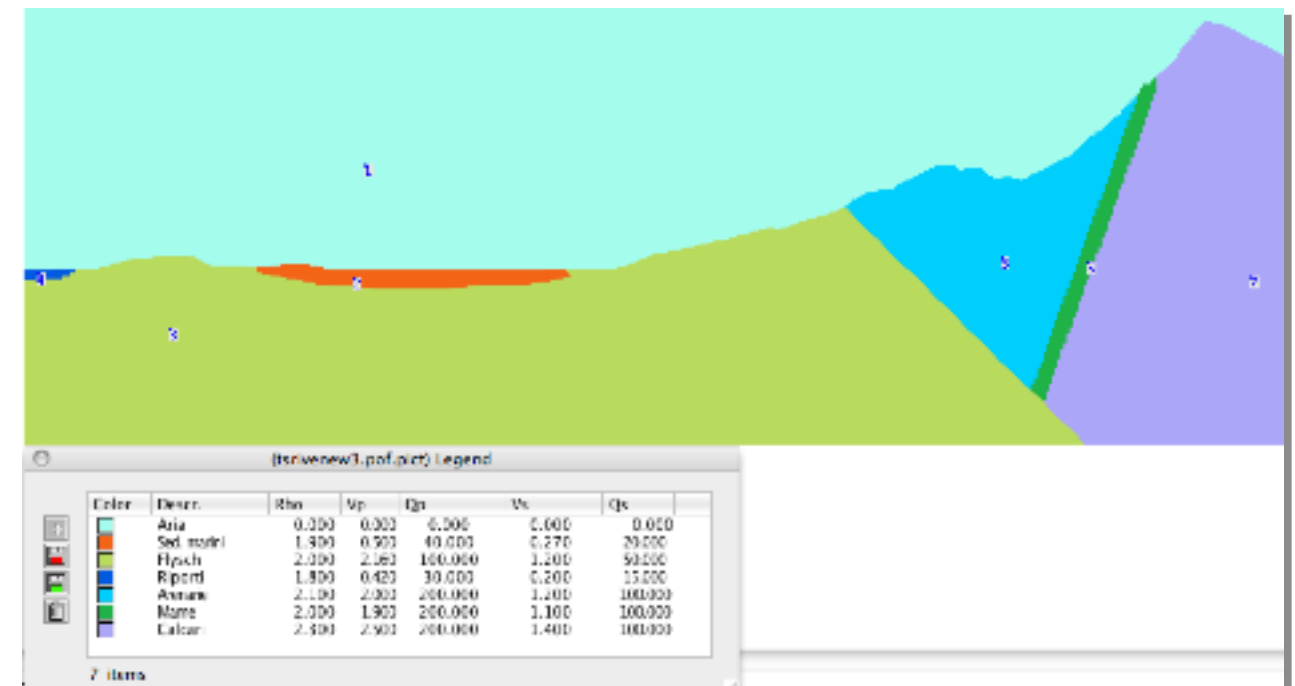
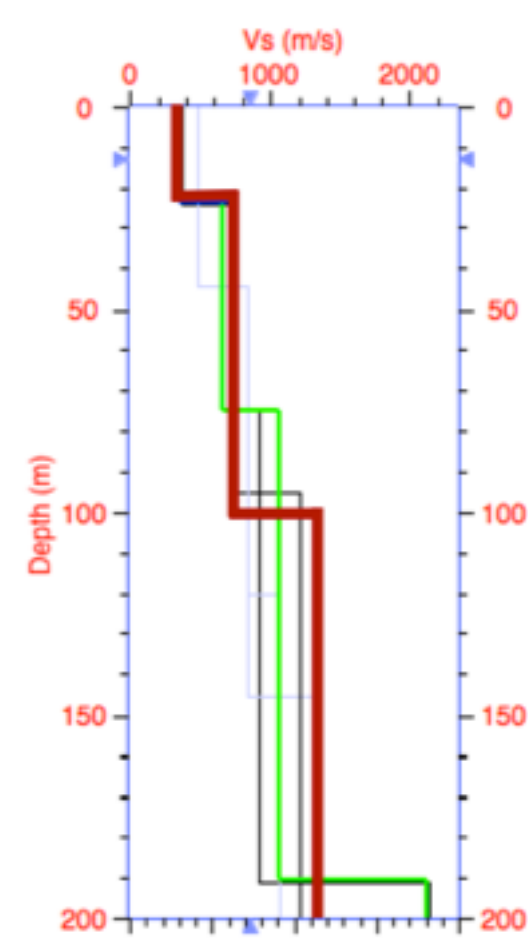
DISS 3.1.1: Seismogenic Source SICS004 - Branik-Ilirska Bistrica			
Source Info Summary		Commentary	References
Pictures			
General information			
Code	SICS004		
Name	Branik-Ilirska Bistrica		
Compiled By	Kastelic, V., and P. Burrato		
Latest Update	29/04/2009		
Parametric information			
	Parameter	Qual.	Evidence
Min Depth (km)	1	EJ	Inferred from geologic and regional structural setting.
Max Depth (km)	12	EJ	Inferred from geologic and regional structural setting.
Strike (deg)	300 - 325	LD	Based on geologic and geomorphological maps and data.
Dip (deg)	70 - 85	LD	Based on geologic, structural and seismological data.
Rake (deg)	160 - 180	EJ	Inferred from geological and seismological data.
Slip Rate (mm/y)	0.1 - 0.5	EJ	Calculated from geodetic and geodynamic data.
Max Magnitude (Mw)	5.5	EJ	Assumed from regional seismological data.
Q-keys:	LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement		



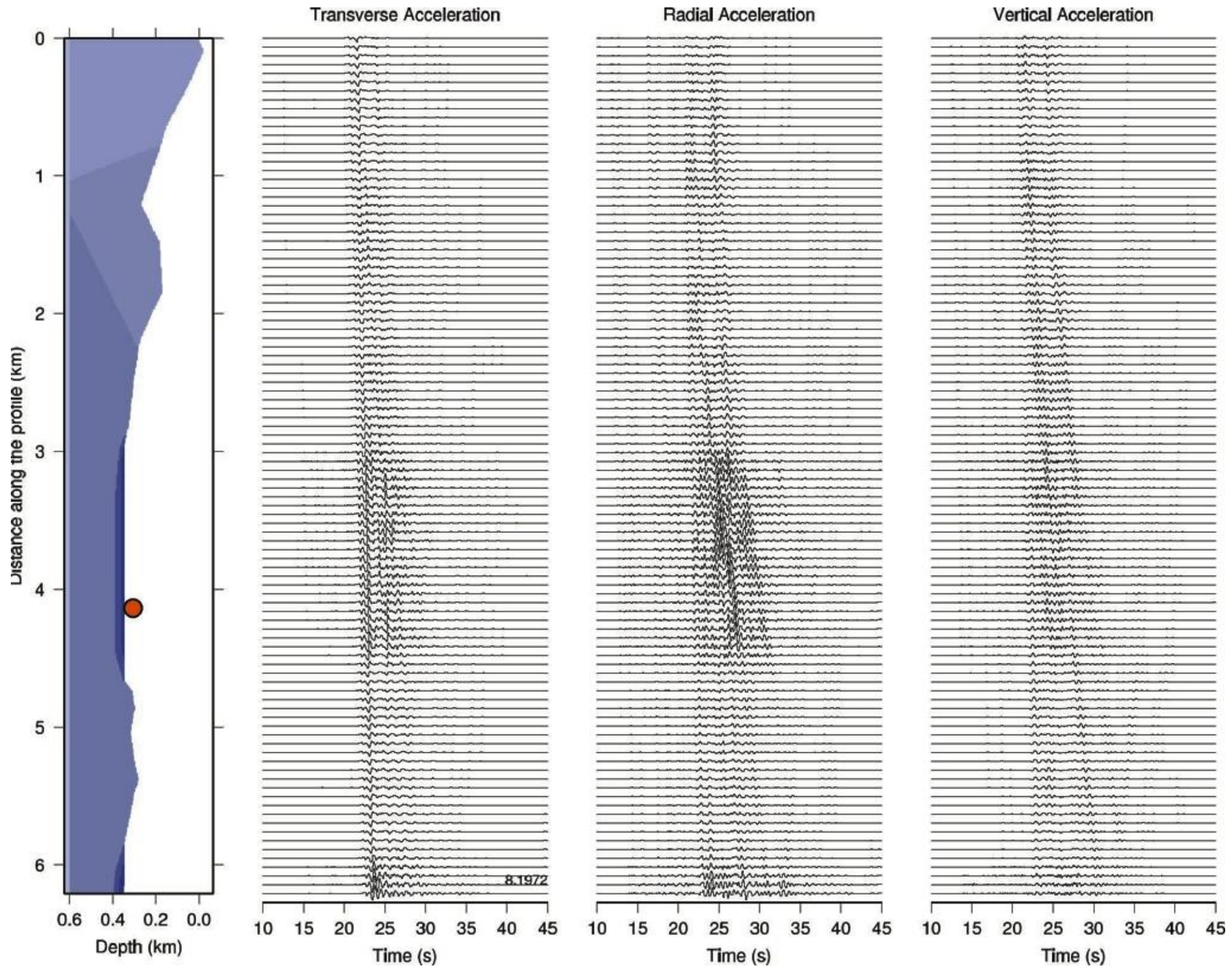
Scala Locale - Profilo a Trieste



Conversion of dispersion curves obtained from cross-correlation of seismic ambient noise measures

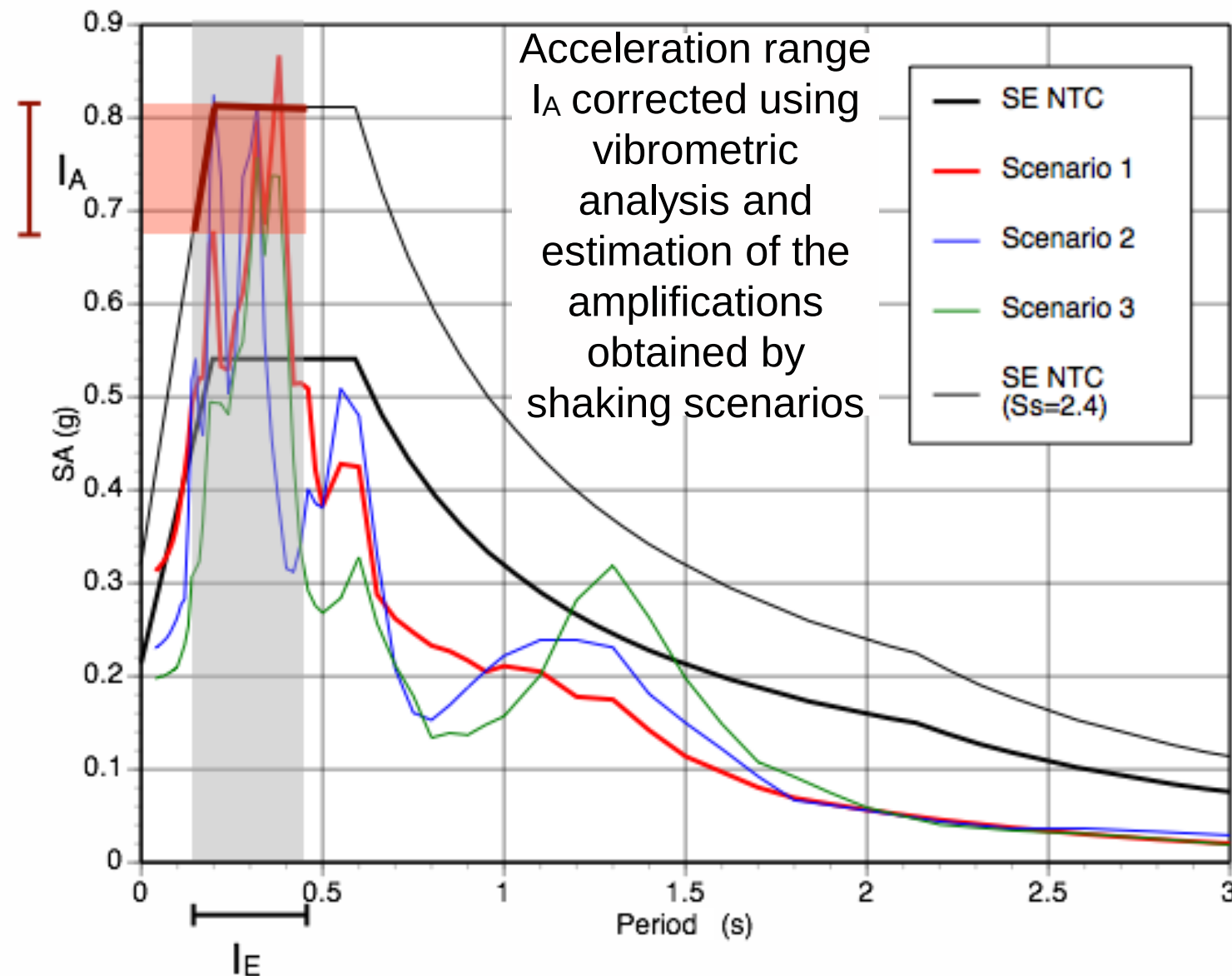


Scala Locale - Sismogrammi



Profile A - Bedrock "B" - Dist. 17 km - M=6.0

Analisi ingegneristica



Una volta tarato il modello mediante l'analisi vibrometrica, si può “entrare” nello spettro adottando l'intervallo corretto di periodi per poi "uscirne", attraverso opportune amplificazioni che tengono conto degli input da scenario, con valori realistici di accelerazione da applicare al modello tarato.

Vademecum per la verifica sismica di edifici esistenti,
a cura di Panza, Romanelli, Vaccari e Altin (2015) per la Provincia di Trieste

Analisi ingegneristica - Alcune scuole a Trieste

SEISMIC VERIFICATION



Gli edifici “rilevanti” della Provincia di Trieste a cui è stata applicata la procedura proposta

Allegato 1



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE
UFFICIO SERVIZIO SISMICO NAZIONALE

SCHEDA DI SINTESI DELLA VERIFICA SISMICA DI "LIVELLO 1" O DI "LIVELLO 2" PER GLI EDIFICI STRATEGICI AI FINI DELLA PROTEZIONE CIVILE O RILEVANTI IN CASO DI COLLASSO A SEGUITO DI EVENTO SISMICO
(Ordinanza n. 3274/2003 – Articolo 2, commi 3 e 4)

1) Identificazione dell'edificio				Spazio riservato DPC			
Regione		Codice Istat		Codice DPCM		N° progressivo intervento	
Friuli Venezia Giulia							
Provincia		Codice Istat		Scheda n°		Data	
Trieste				04			
Comune		Codice Istat		Complesso edilizio composto da		edifici	
				1			
Frazione/Località		Codice Istat		Dati Catastali		Foglio	
TRIESTE							
Indirizzo		Codice Istat		Particelle			
VIA DI CALVOLLA							
CORPO VEDI RELAZ				Posizione edificio		1 Isolato 2 Interno 3 D'estremità 4 D'angolo	
ALLEGATA				Coordinate geografiche (ED50 – UTM fuso 32-33)			
Num. Civico		C.A.P.		E		Fuso	
2		34100		13770		45640	
Denominazione edificio		LICEO ARTISTICO E UNORDIO					
Proprietario		PROVINZIA DI TRIESTE					
Utilizzatore		PROVINZIA DI TRIESTE					
2) Dati dimensionali e età costruzione/ristrutturazione							
N° Piani totali con interrati		Altezza media di piano [m]		Superficie media di piano [m²]		D	
A		B		C		E	
8		3,0		1500		1968	
F		G		Anno di ultimazione della costruzione		1969	
Nessun intervento eseguito sulla struttura dopo la costruzione		Anno di progettazione ultimo intervento eseguito sulla struttura		G1		G2	
		1990		Adeg.		Miglior.	
				G3		Altro	
3) Materiale strutturale principale della struttura verticale							
Cemento armato		Acciaio		Acciaio-calcestruzzo		Murtura	
A		B		C		D	
X		O		O		O	
Legno		Misto (Murtura e c.a.)		Pretabbricati in c.a. o c.a.p.		Altro (specificare)	
E		F		G			
O		O		O			
H		H		H			
4) Dati di esposizione							
Numero di persone mediamente presenti durante la fruizione ordinaria dell'edificio							
500							
5) Dati geomorfologici							
Morfologia del sito				Fenomeni franosi			
A O Cresta/Dirupo		B O Pendio Forte		C X Pendio leggero		D O Pianura	
						E O Assenti	
						F O Presenti	

Vademecum Provincia TS per edifici esistenti