

SISMOS EN ZONAS DE SUBDUCCION: SUMATRA Y MEXICO

Dr. Raúl Castro Escamilla

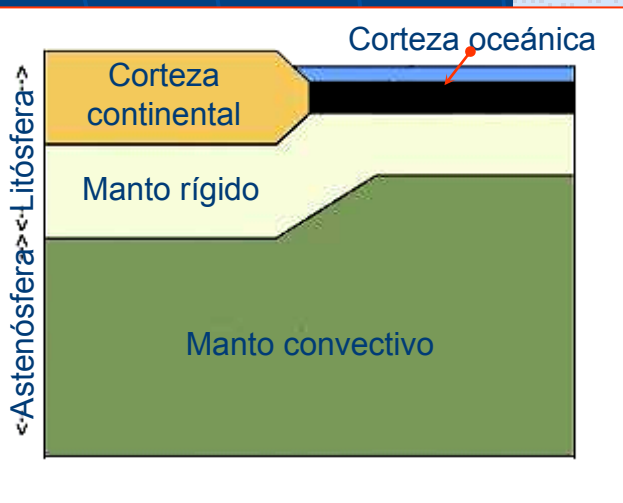
CICESE, Division Ciencias de la Tierra

Dep. de Sismologia, Ensenada, Baja California

raul@cicese.mx

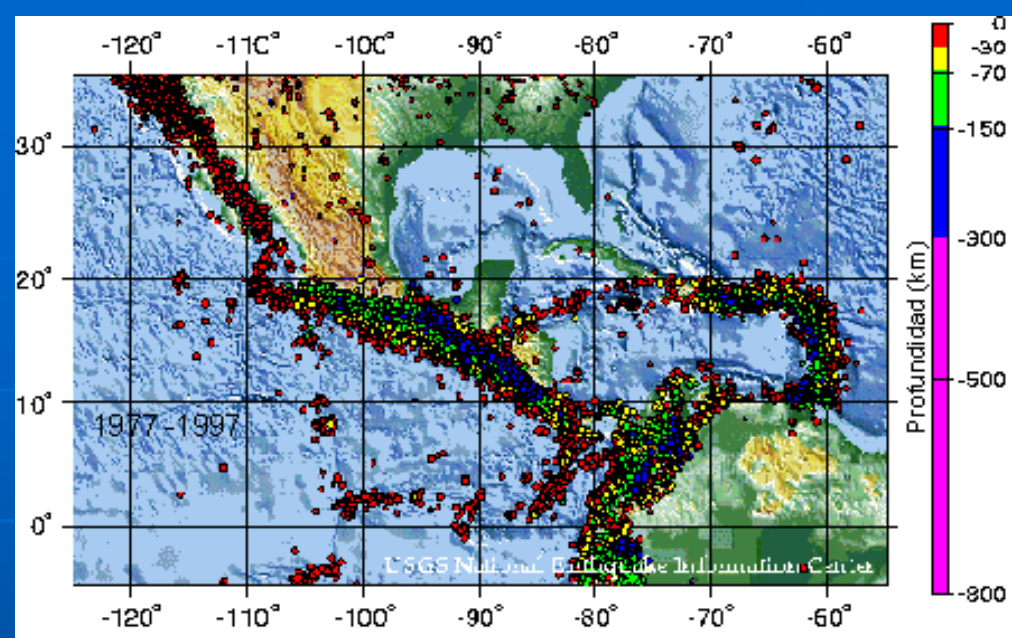
Las Placas Tectónicas

La *litósfera* está compuesta por la corteza y parte del manto superior



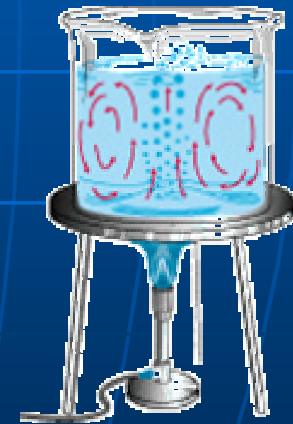
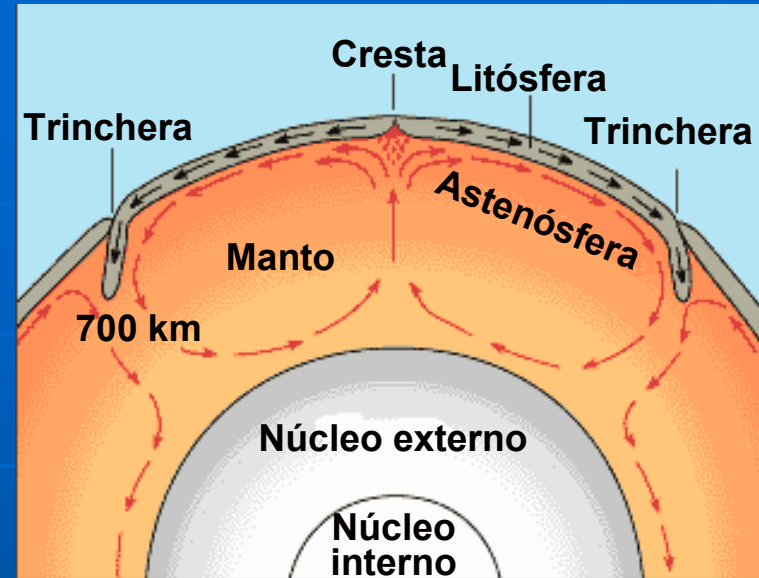
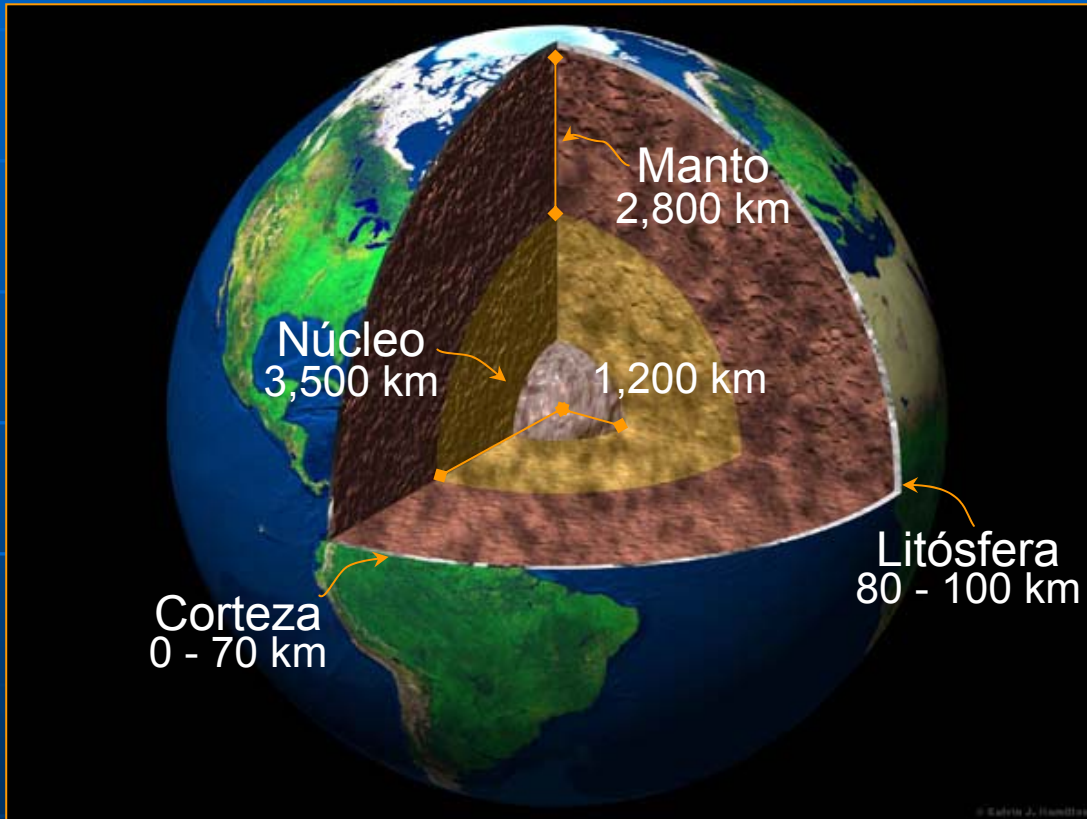
Las *Placas Tectónicas* son pedazos de litósfera, que se mueven sobre la astenósfera

Sismicidad y fronteras de placas



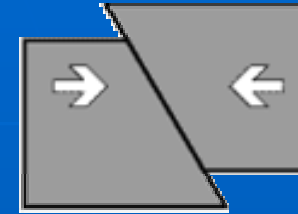
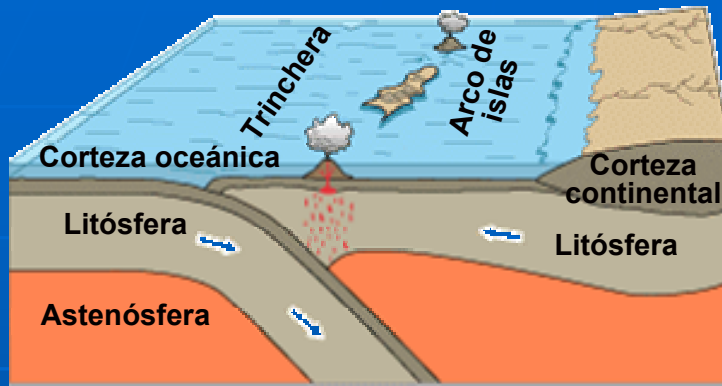
Interior de la Tierra y convección

¿Qué produce las deformaciones?



Radiactividad en el Núcleo produce convección en el Manto y la Litósfera
Esa convección es el motor que mueve las Placas Tectónicas

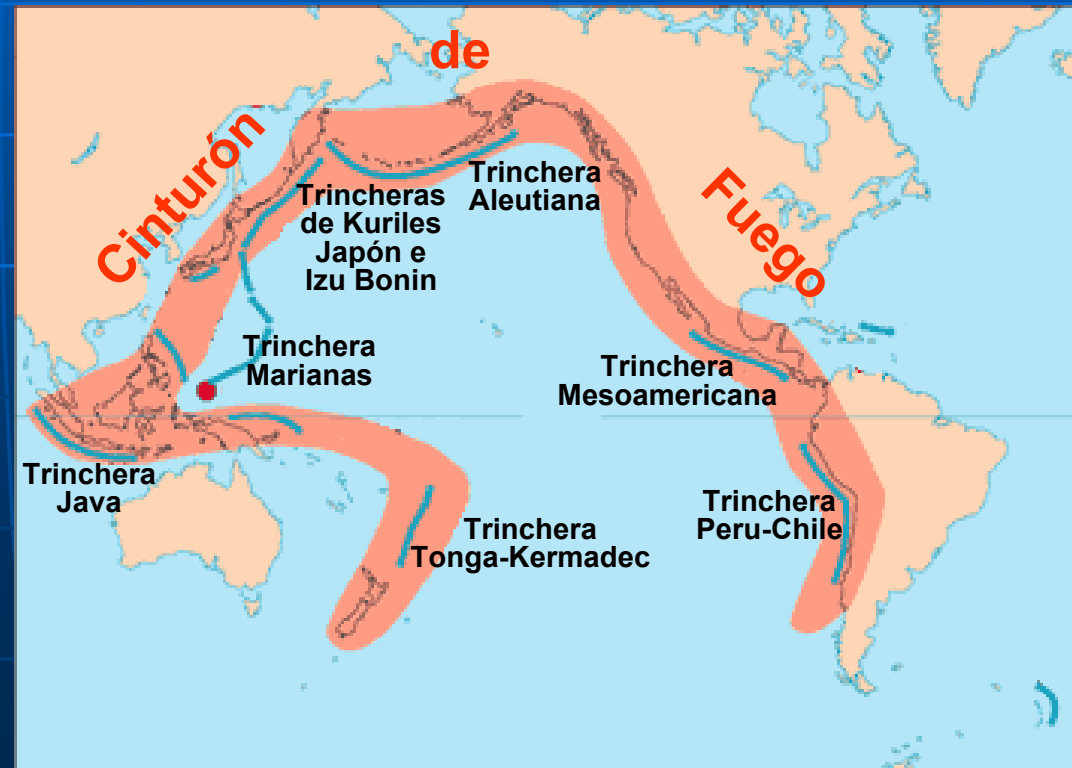
Compresión Oceánica – Oceánica.



Esfuerzo compresional
Falla inversa

El Cinturón de Fuego

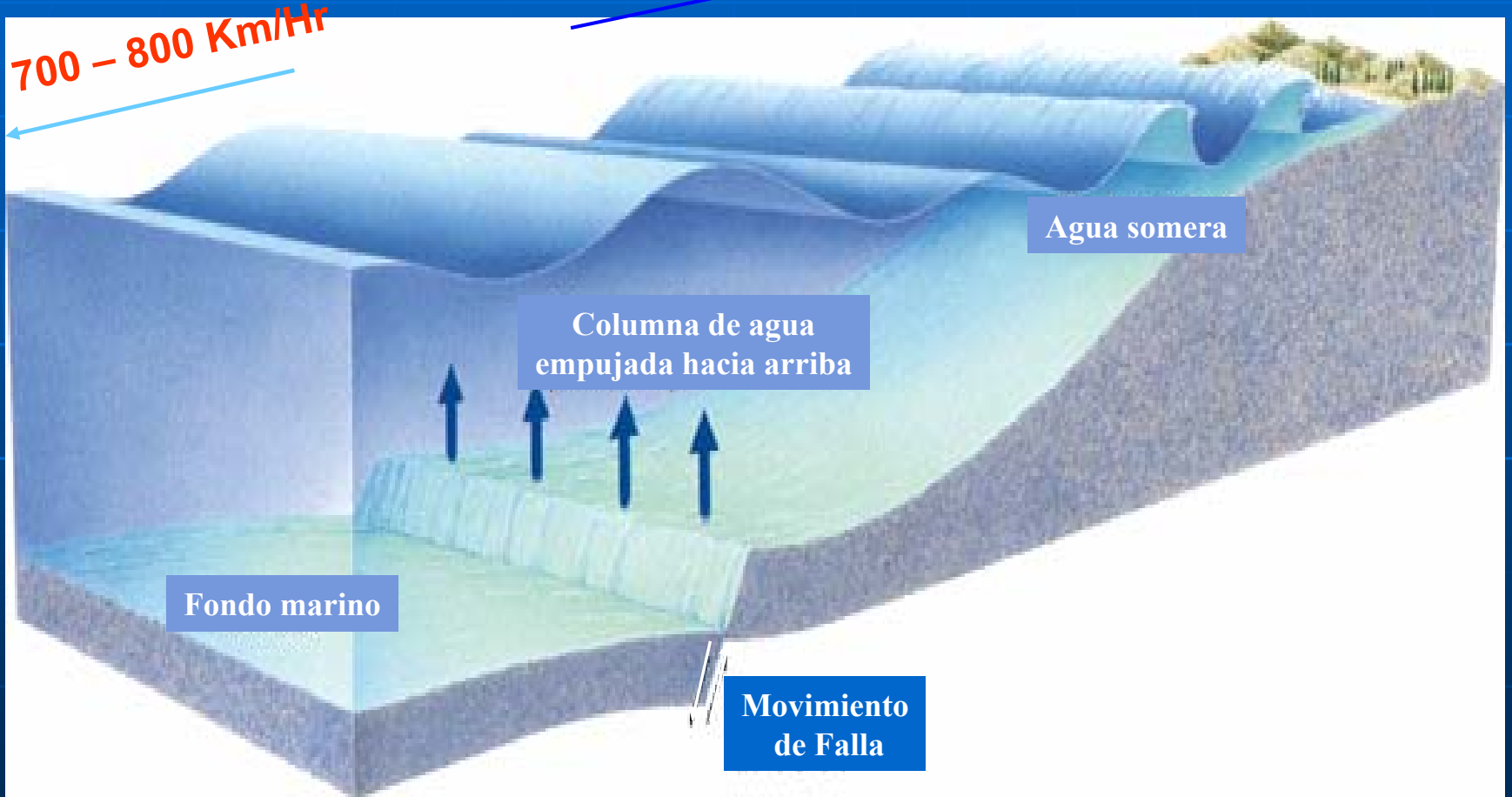
Las fronteras de subducción alrededor del Océano Pacífico han producido una cinta volcánica y sísmica llamada *Cinturón de Fuego*



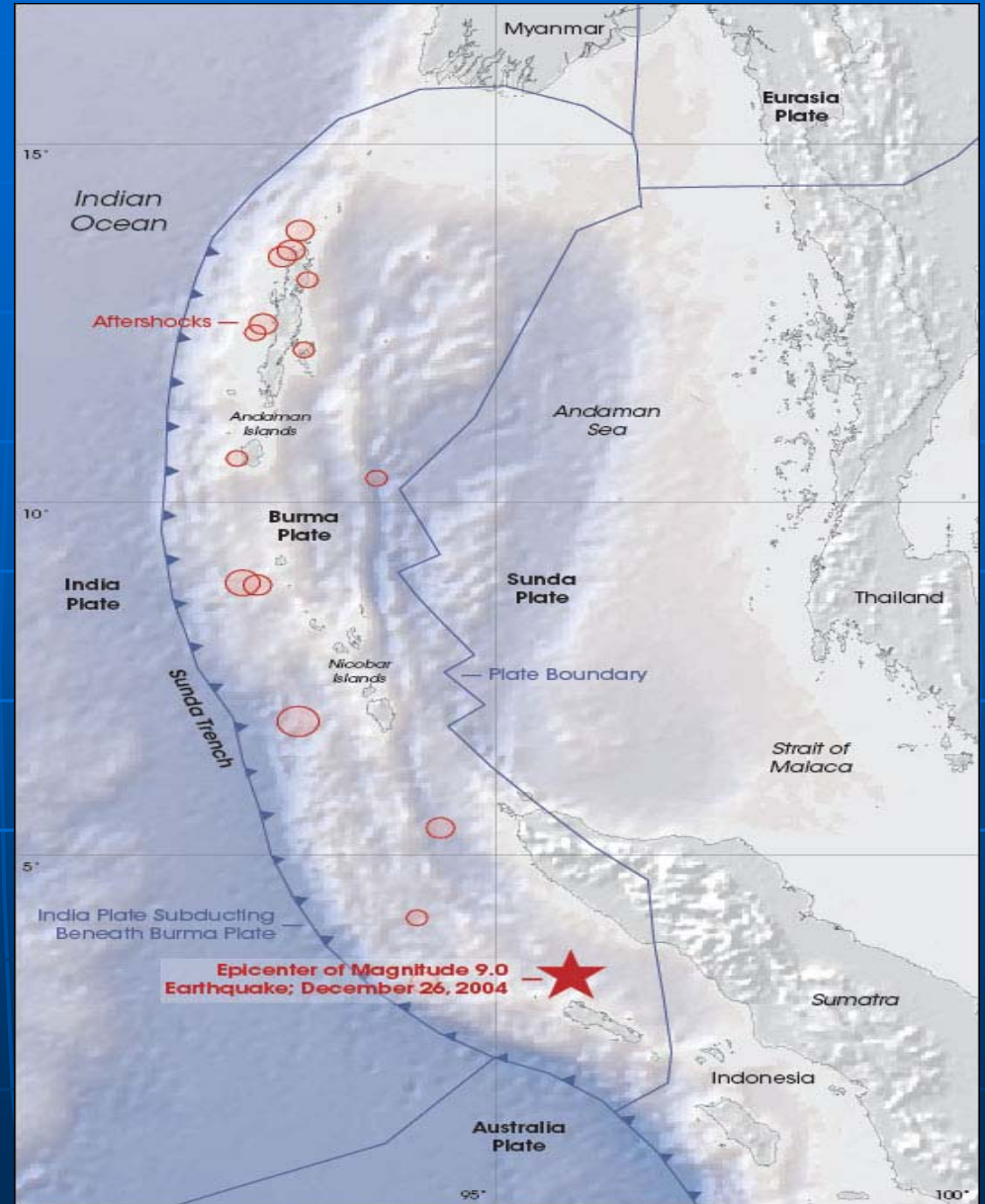
GENERACION DE MAREMOTO

Velocidad de propagación
700 – 800 Km/Hr

30 – 40 Km/Hr



El sismo de Sumatra, Indonesia del 26/dic/2004 (Mw=9.3)

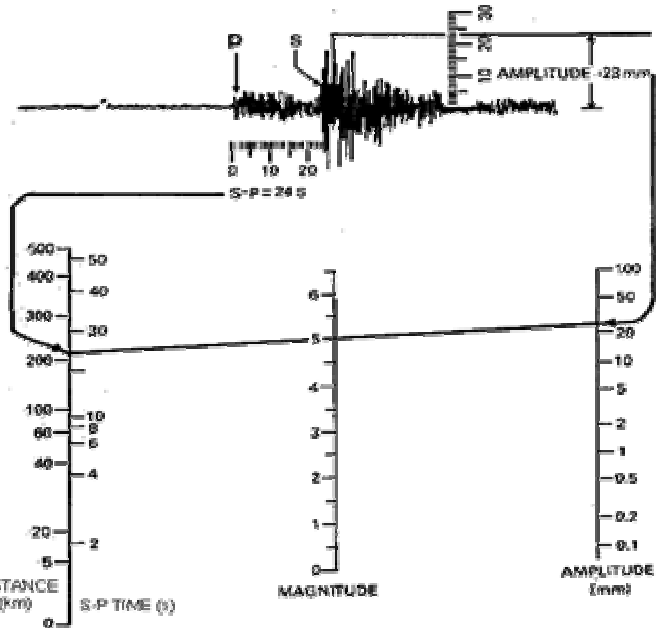


Magnitud

Qué tanta energía sísmica liberó la fuente

Magnitud de Richter o Local

M o M_L



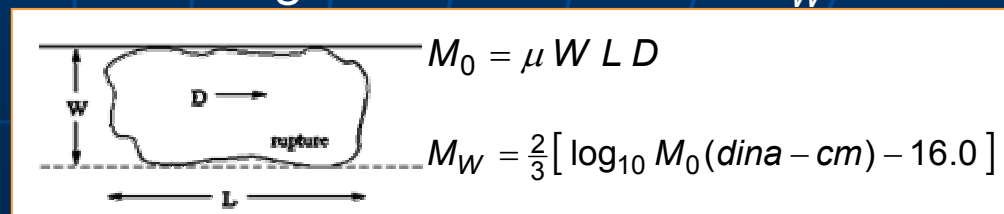
$$M = \log_{10} A[\text{mm}] + 3 \log_{10} (8 t_{S-P}[\text{s}]) - 2.92$$

Magnitud de ondas de cuerpo m_b

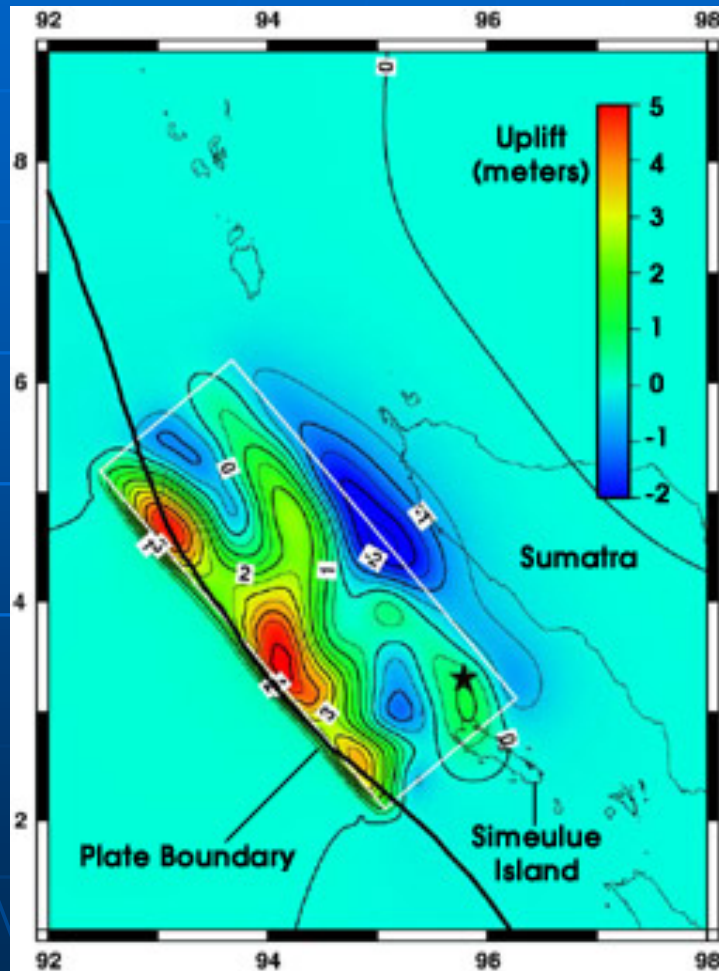
Magnitud de ondas superficiales M o M_S

Magnitud	Intensidad MM Máxima	Energía ($\log E = 11.8 + 1.5M_s$)		Número de sismos por año
		Potencia Explosiva TNT	Ergs	
0 a 1.9	I	$\leq 0.45\text{Kg}$	$< 2 \times 10^{10}$	Muchísimos
2 a 2.9	II	$\leq 45\text{Kg}$	4 a 9000×10^{10}	300,000
3 a 3.9	III		$1 \text{ a } 7 \times 10^{15}$	49,000
4 a 4.9	IV to V	Casi una pequeña bomba atómica (20 KT)	1 a 30×10^{16}	6,200
5 a 5.9	VI		1 a 200×10^{18}	800
6 a 6.9	VII to IX	Una bomba de hidrógeno (~1 MT)	4 a 230×10^{20}	120
7 a 7.9	X to XI	~100 bombas de hidrógeno	4 a 50×10^{22}	18
8 a 8.6	XII	Por lo menos 60,000 bombas de hidrógeno	$> 1 \times 10^{25}$	0.2 (~1 cada 5 años)

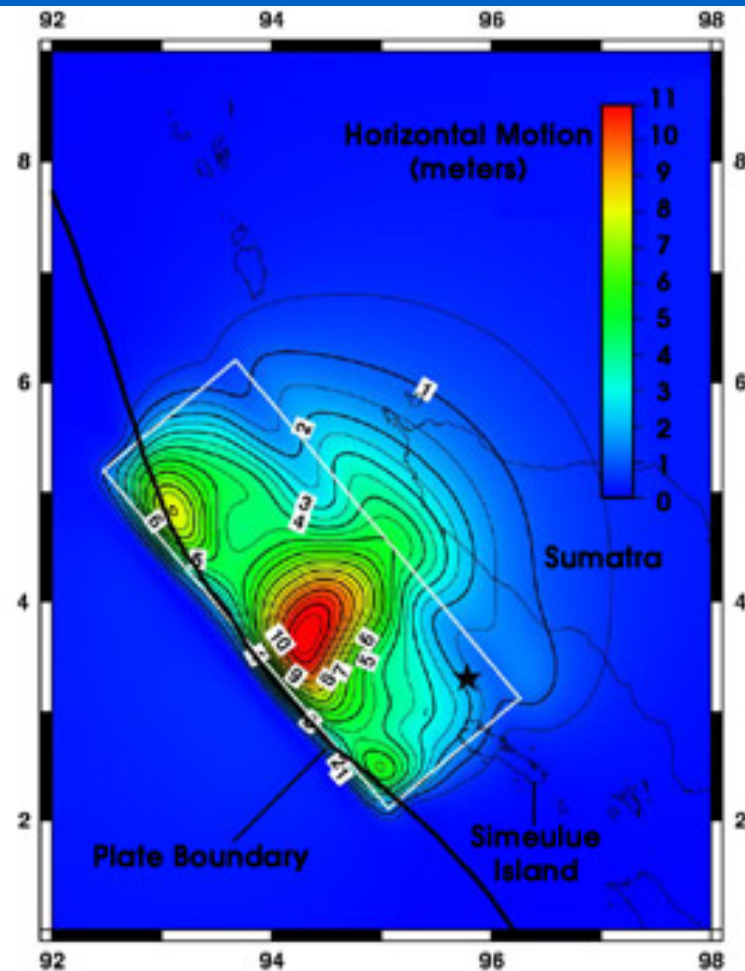
Magnitud de momento M_W



Campo de desplazamiento estático sobre la superficie.
Resultados preliminares de Chen Ji, de Caltech

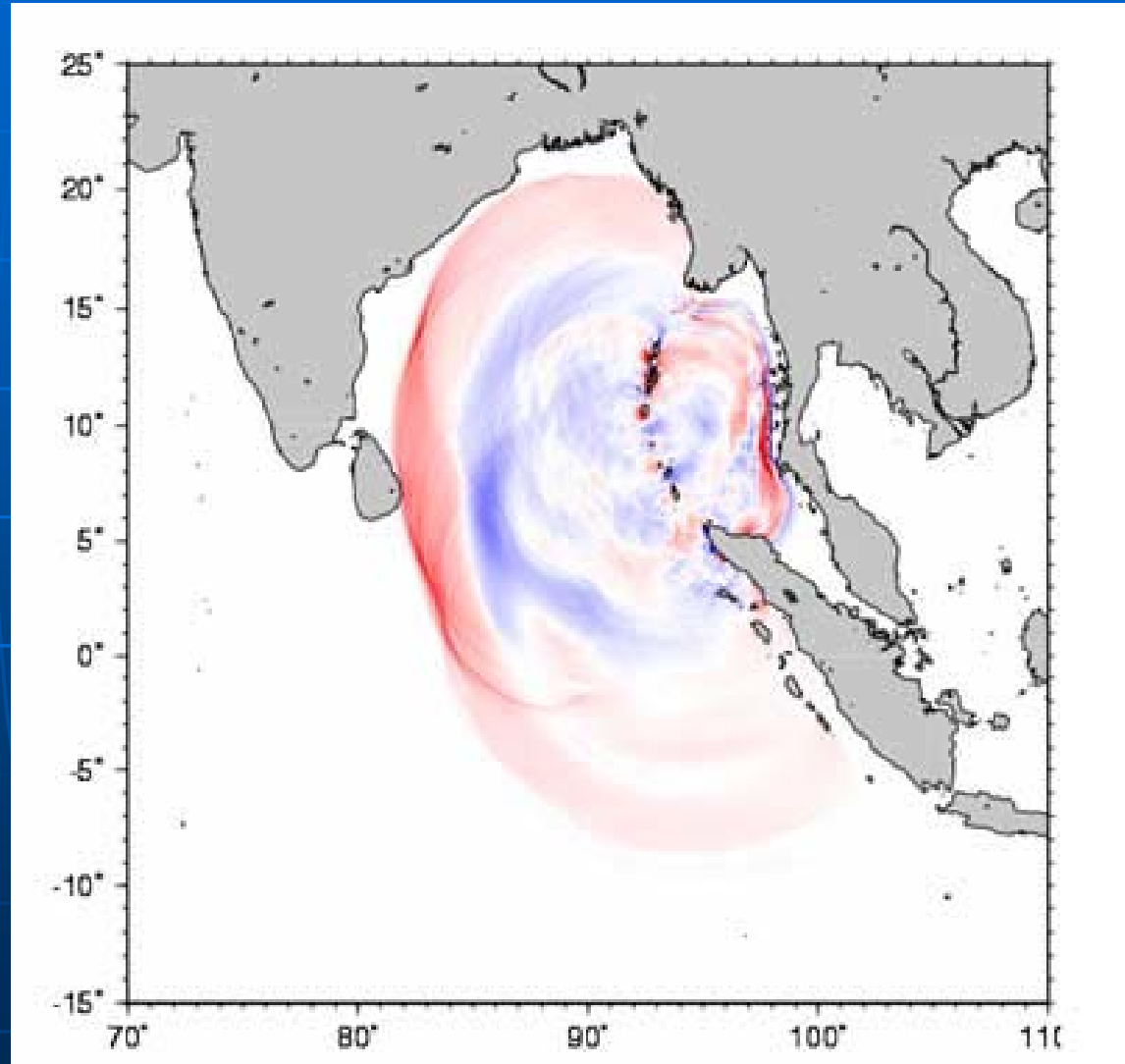


Desplazamiento vertical.



Movimiento horizontal.

Propagación del tsunami generado por el sismo del 26 de diciembre de 2004 (Mw=9.3)





Banda Aceh antes del tsunami



Banda Aceh después de tsunami



Imagen satelital de la
costa de Kalutara,
Sri Lanka



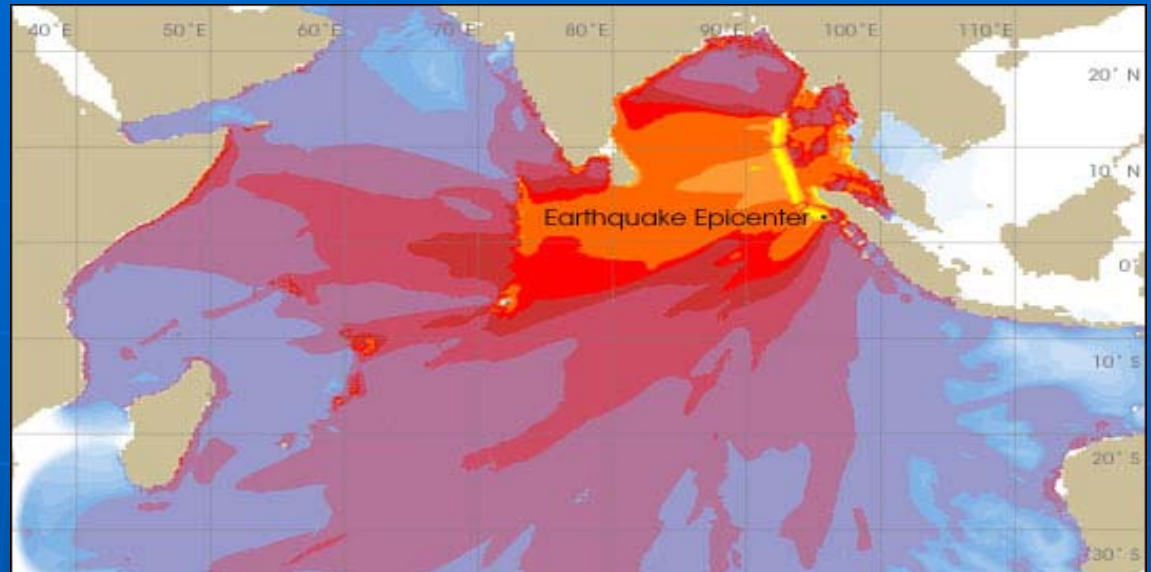
December 26, 2004



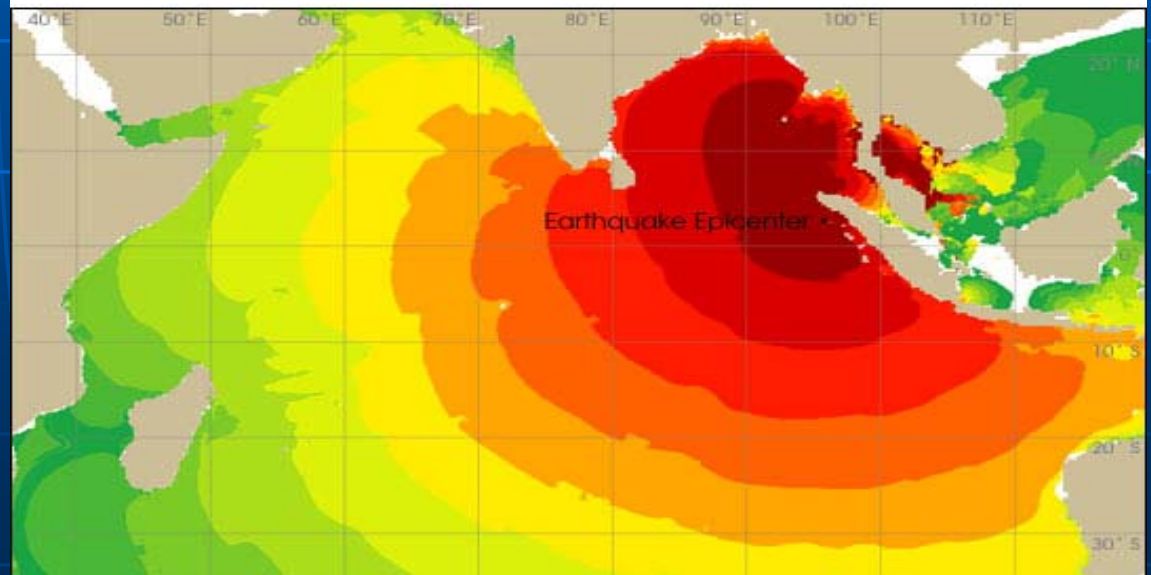
January 1, 2004

Maremoto del 26 de Diciembre de 2004

Altura de las olas

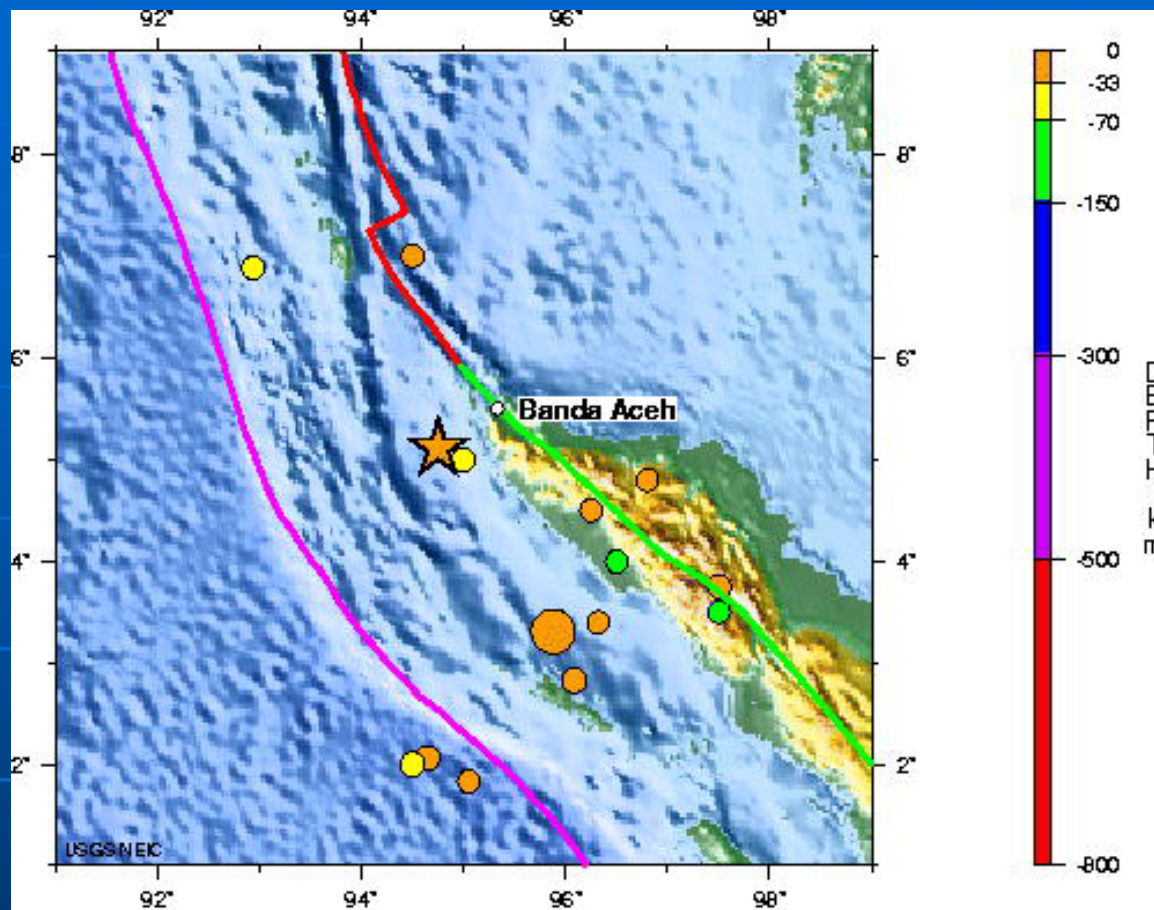


Tiempo de viaje



Mapa de Sismicidad

Eventos con $M > 7.0$
Durante 1900-2004



NORTHERN SUMATRA, INDONESIA

2005 01 12 18:44:39 UTC 5.11N 94.75E Depth: 32.4 km, Magnitude: 5.2

Magnitude 7 and Greater Earthquakes Since 1900

Major Tectonic Boundaries: Subduction Zones -purple, Ridges -red and Transform Faults -green

USGS National Earthquake Information Center

Source area and rupture parameters of the 31 December 1881 Mw=7.9 Car Nicobar earthquake estimated from tsunamis recorded in the Bay of Bengal

Modesto Ortiz, *CICESE*

Roger Bilham, *University of Colorado*

JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.108, APRIL 2003

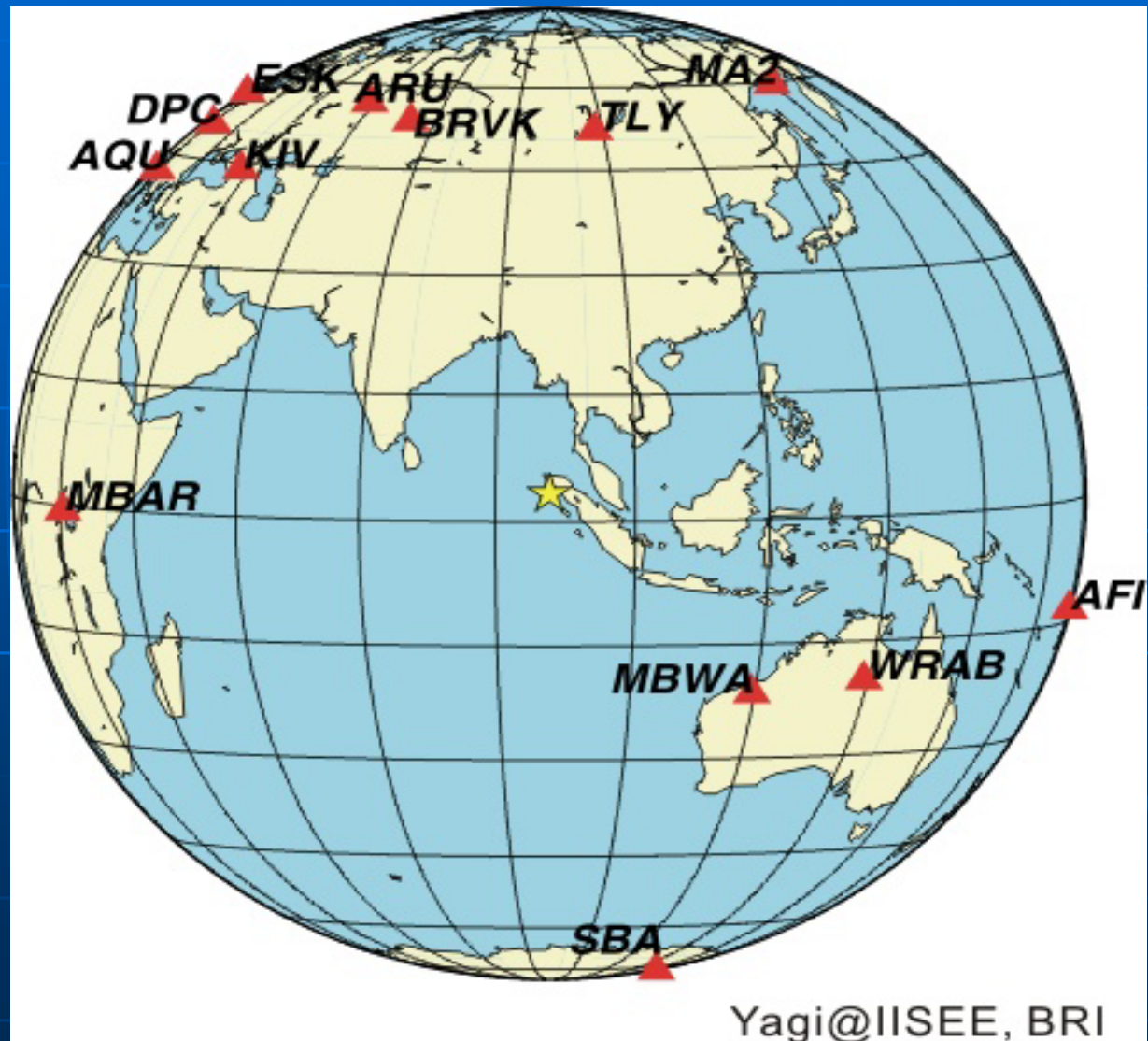
- Eventos importantes en la región:
 - 1887 (31 octubre – 5 diciembre)
 - 1881 (31 diciembre) Mw=7.9
 - 1883 y 1886 en Sumatra
 - 26 de junio de 1941 (Ms=8.1)
 - 1883 erupción de Krakatau
- Periodo de recurrencia del sismo de 1881 : 157 ± 43 años

Mapa de Sismicidad

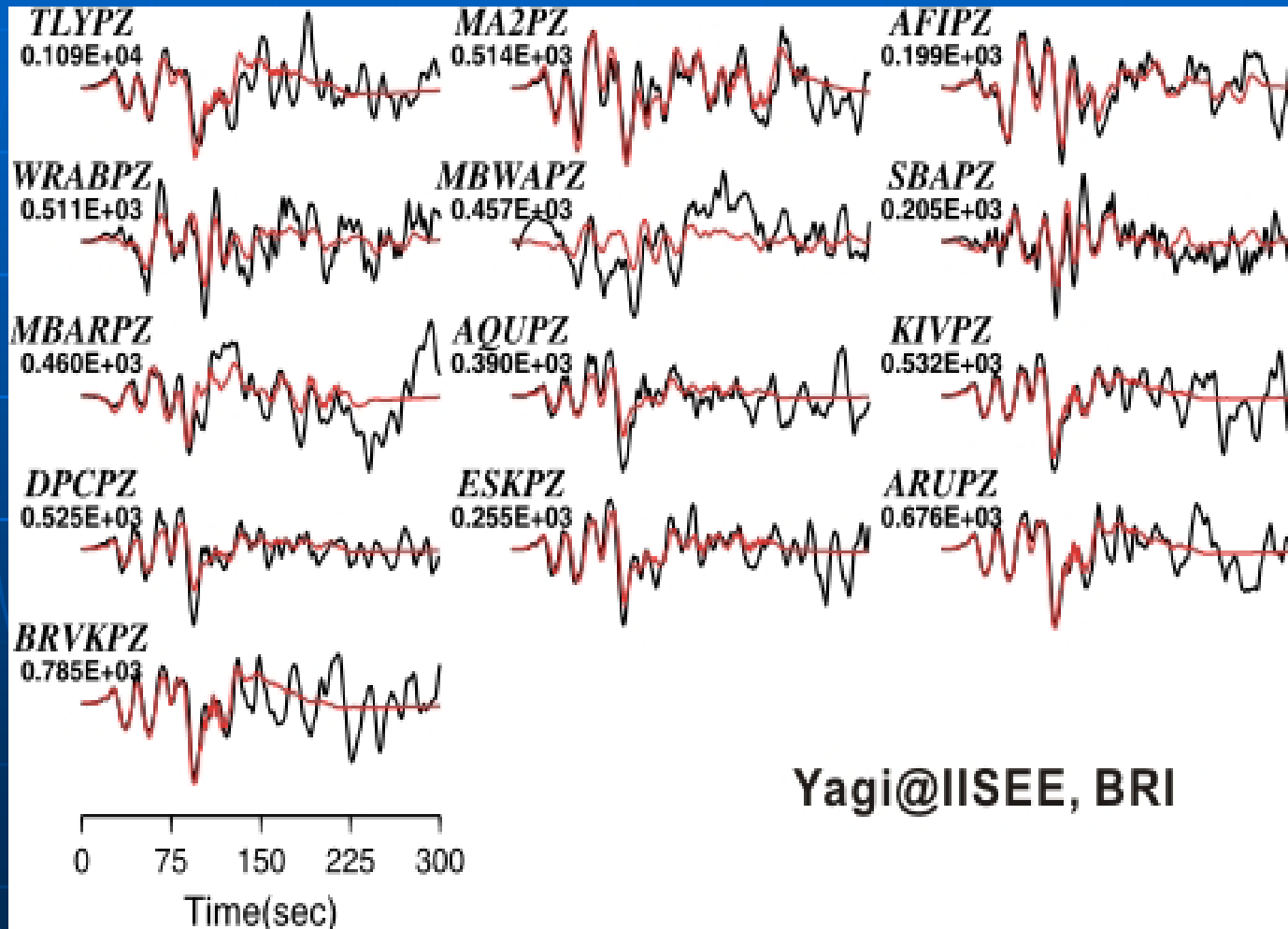
Eventos de magnitud moderada a grande (M>6.0)



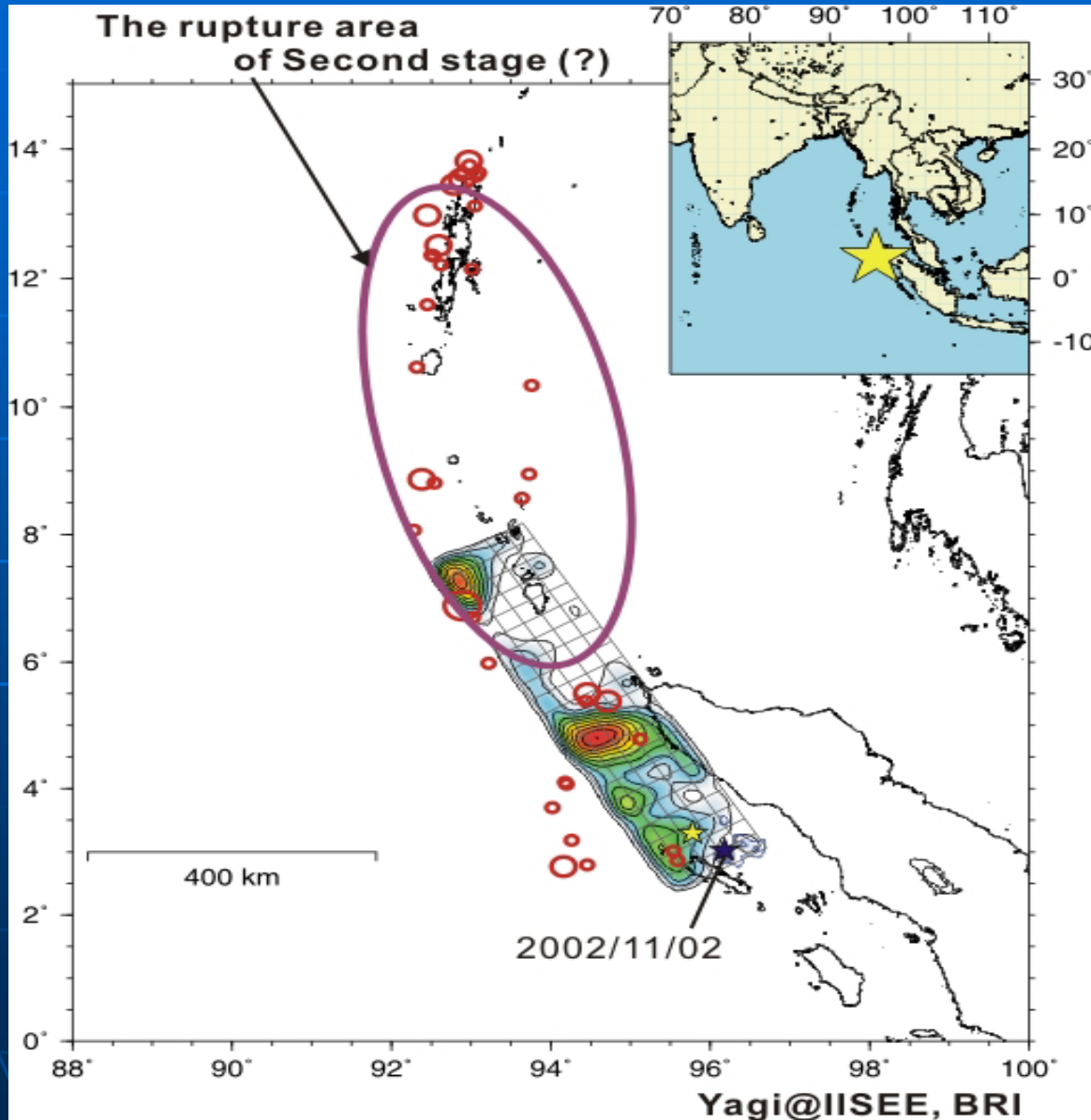
Estaciones sismológicas de la red mundial



Sismogramas sintéticos y observados



AREA DE RUPTURA

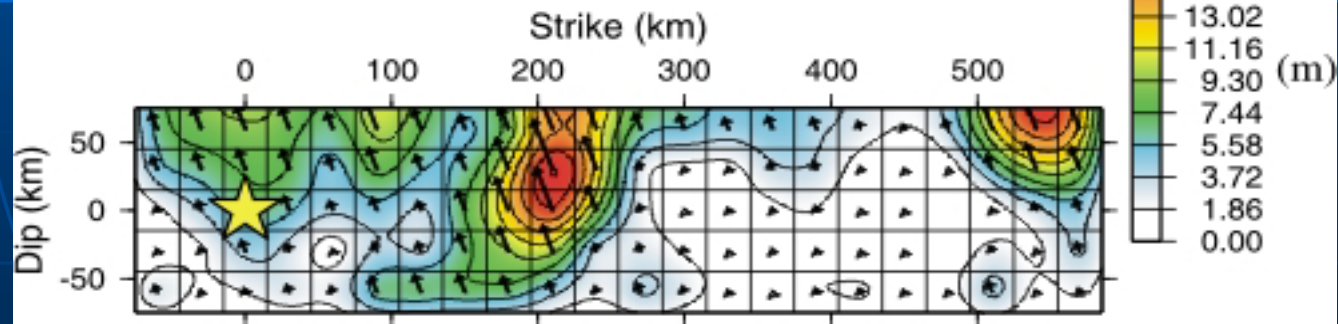
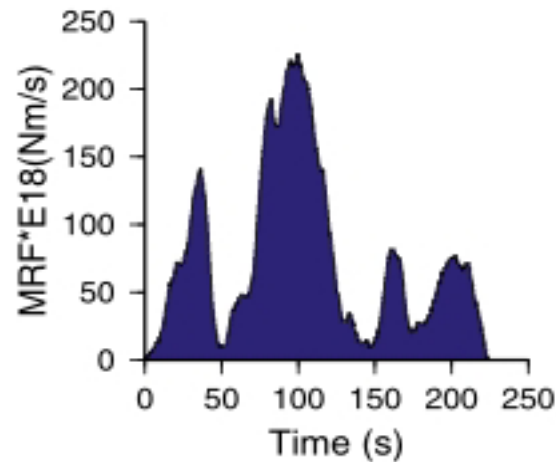


Características de la fuente sísmica

OFF W COAST OF NORTHERN SUMATRA

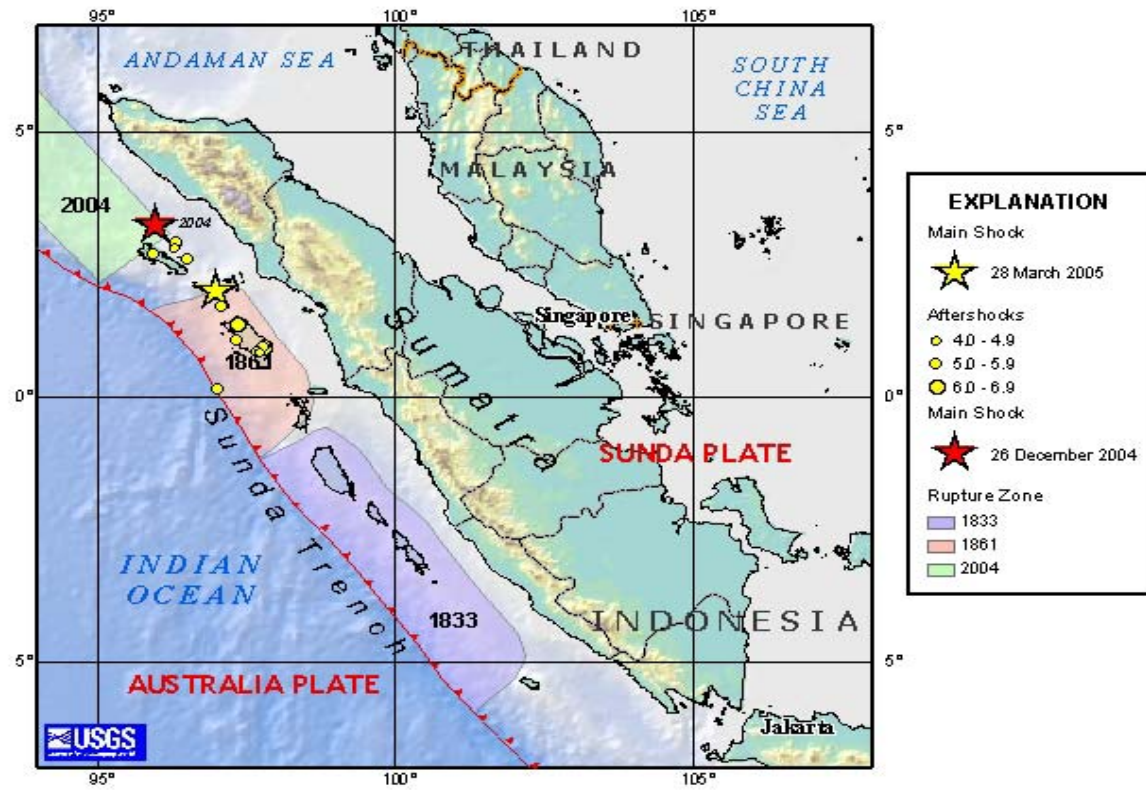
Moment = $0.1621\text{E}+23(\text{Nm})$, $M_w = 8.7$

(Strike,Dip,Slip) = (329.0, 10.0, 110.0)

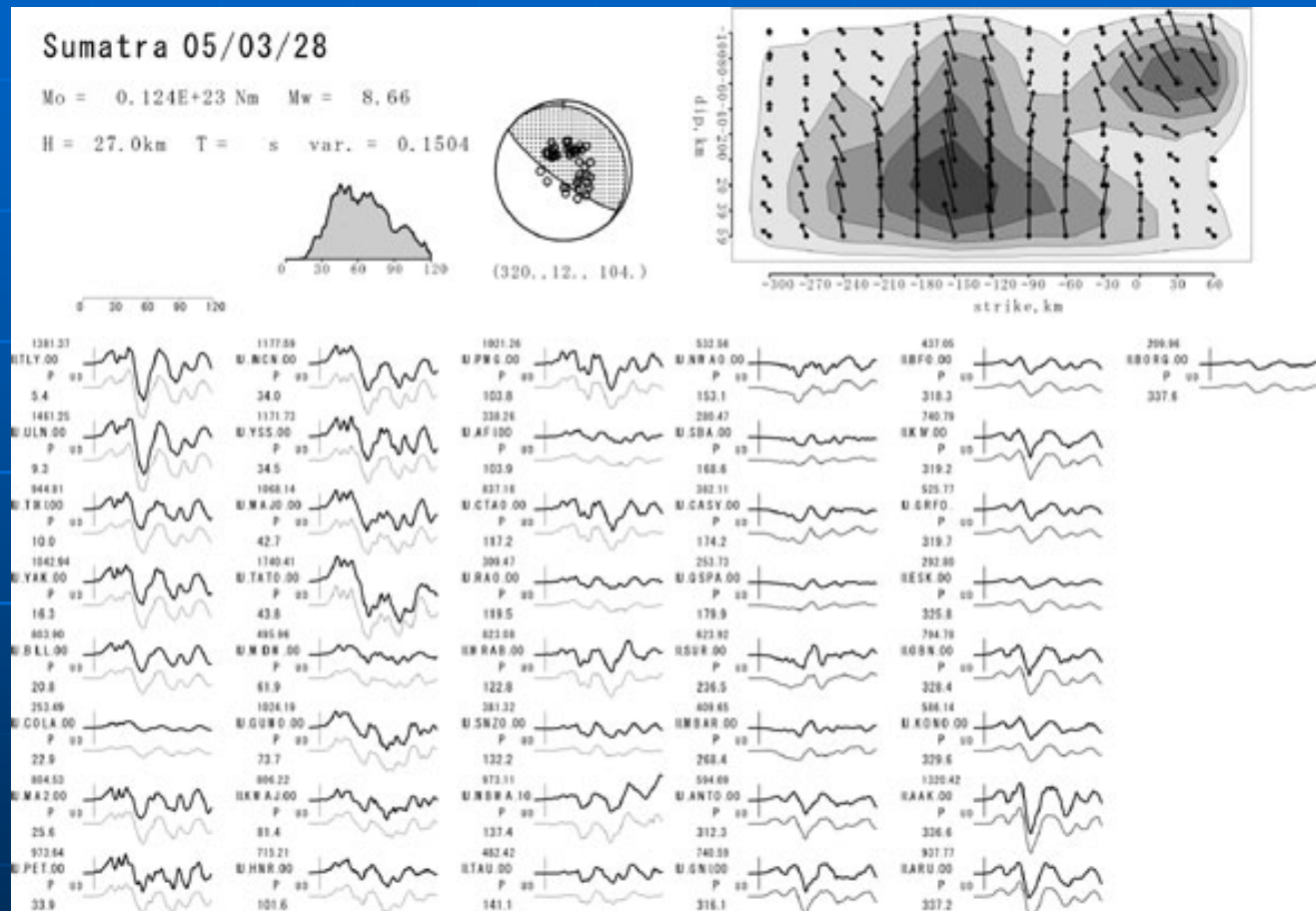


Yagi@IISEE, BRI

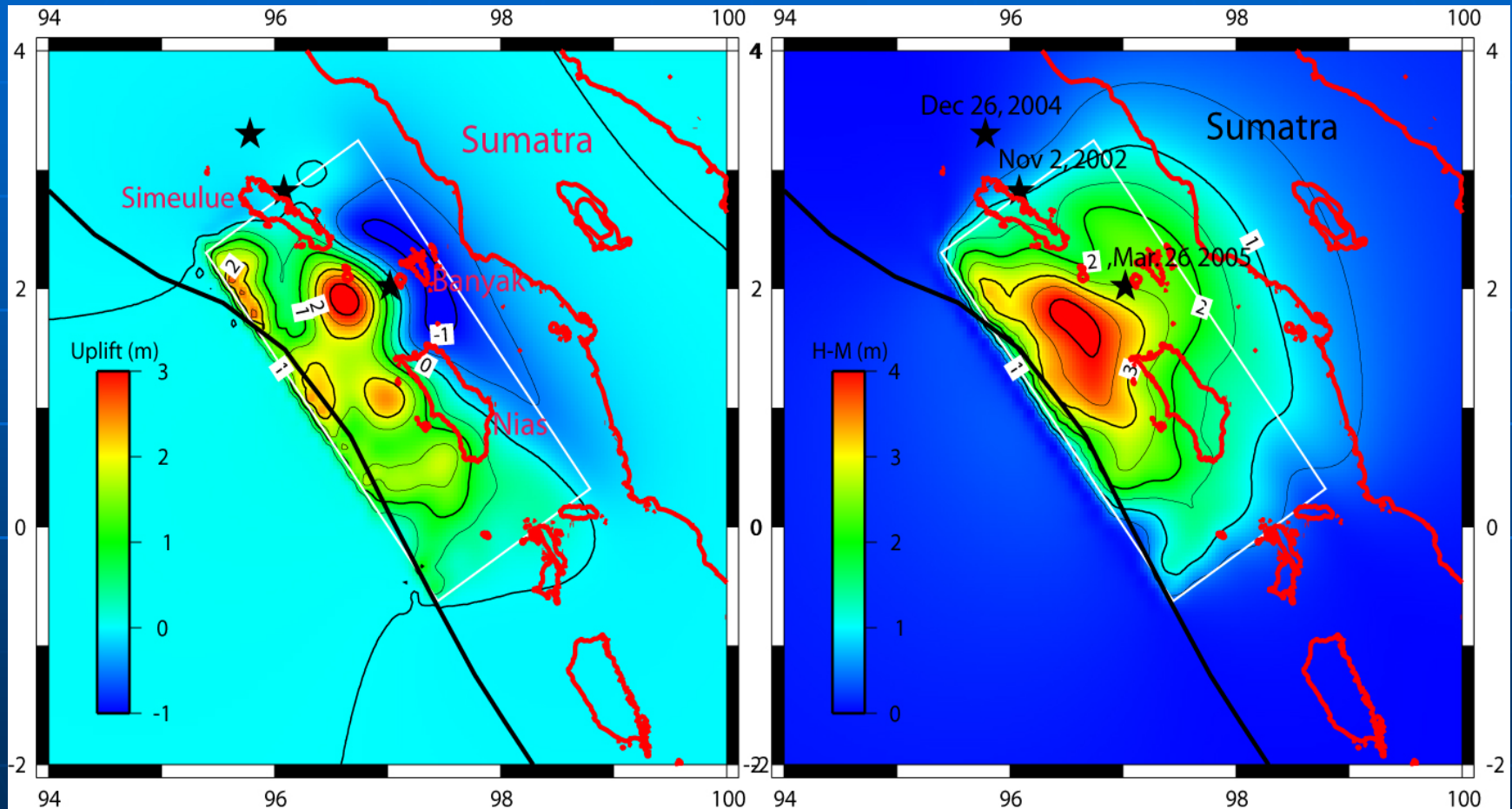
EL SISMO DEL 28 DE MARZO DE 2005 (M=8.7) DE NIAS, INDONESIA



Características de la fuente del evento del 28 de marzo de 2005



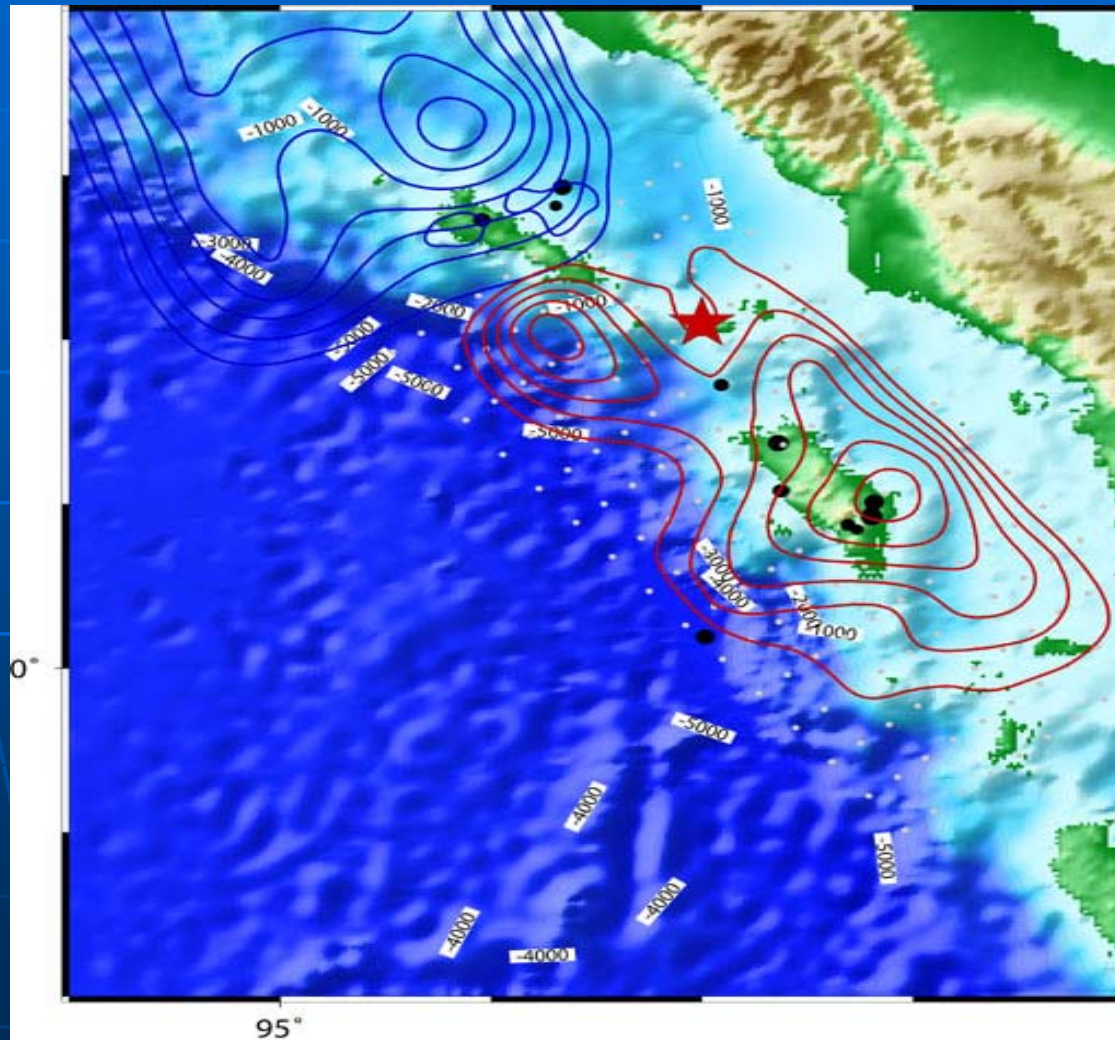
Campo de desplazamiento estático sobre la superficie. Resultados preliminares de Chen Ji, de Caltech



Movimiento vertical

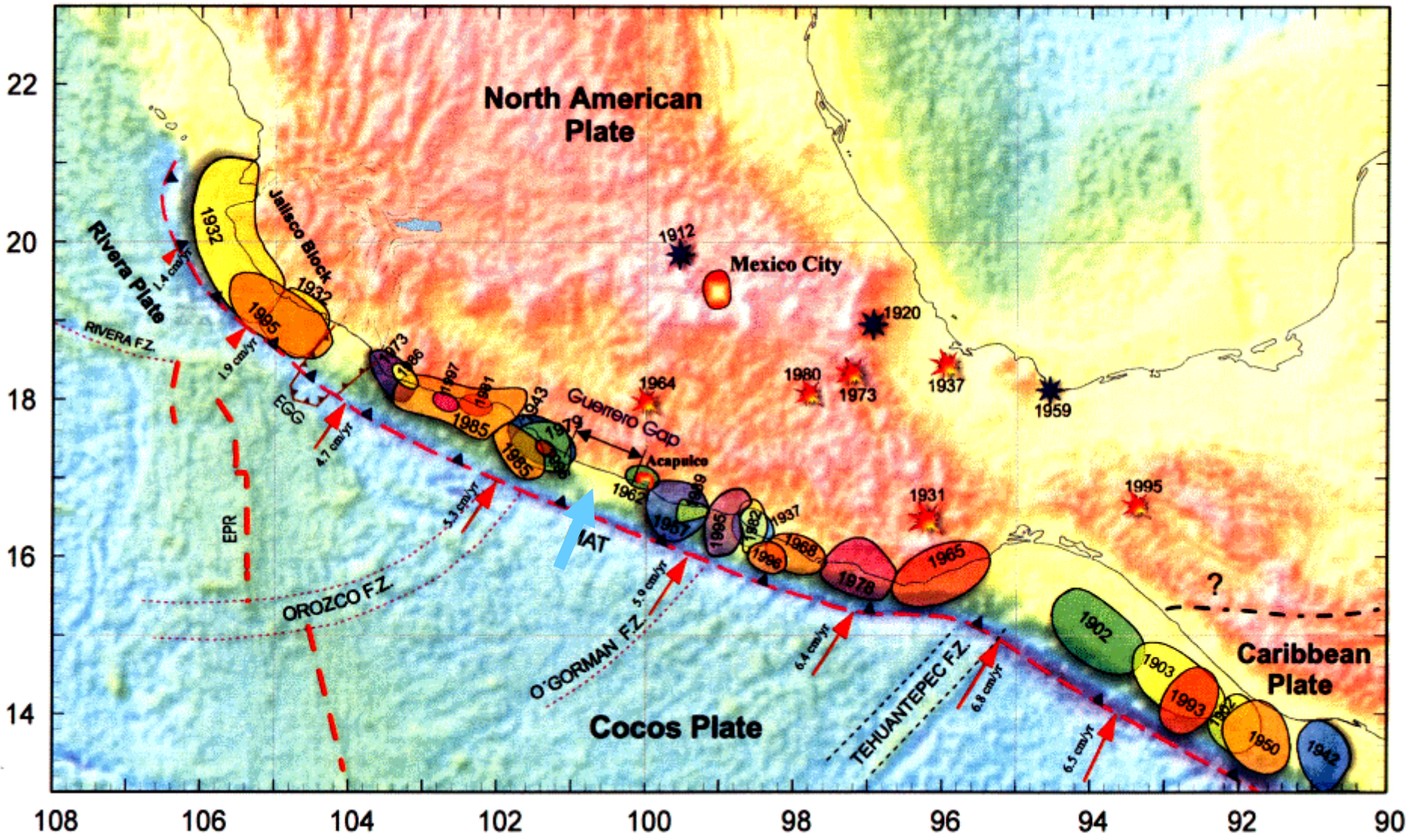
Movimiento horizontal

Area de ruptura del sismo del 28 de marzo de 2005 (M=8.7)



SISMOS EN MEXICO

Áreas de ruptura, brechas sísmicas: Futuros sismos



COSTO DEL SISMO DE 1985

VICTIMAS

10,000 muertos

20,000 heridos

100,000 familias
afectadas

EDIFICIOS DAÑADOS

1,687 escuelas

13,000 uso común

500 colapsados

COSTO: 4,000 millones USD

Sismo en México, 1985.



Realidad

Sismo en México, 1985.

Diseño estilo Miami.



Diseño por Ingenieros Mexicano.



Realidad

Sismo en México, 1985.





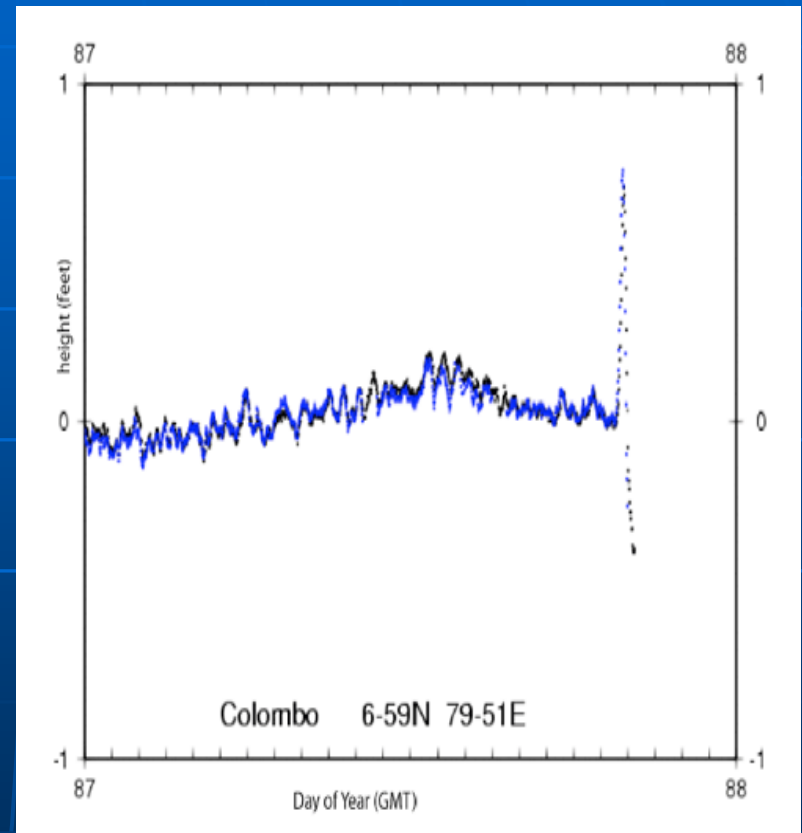
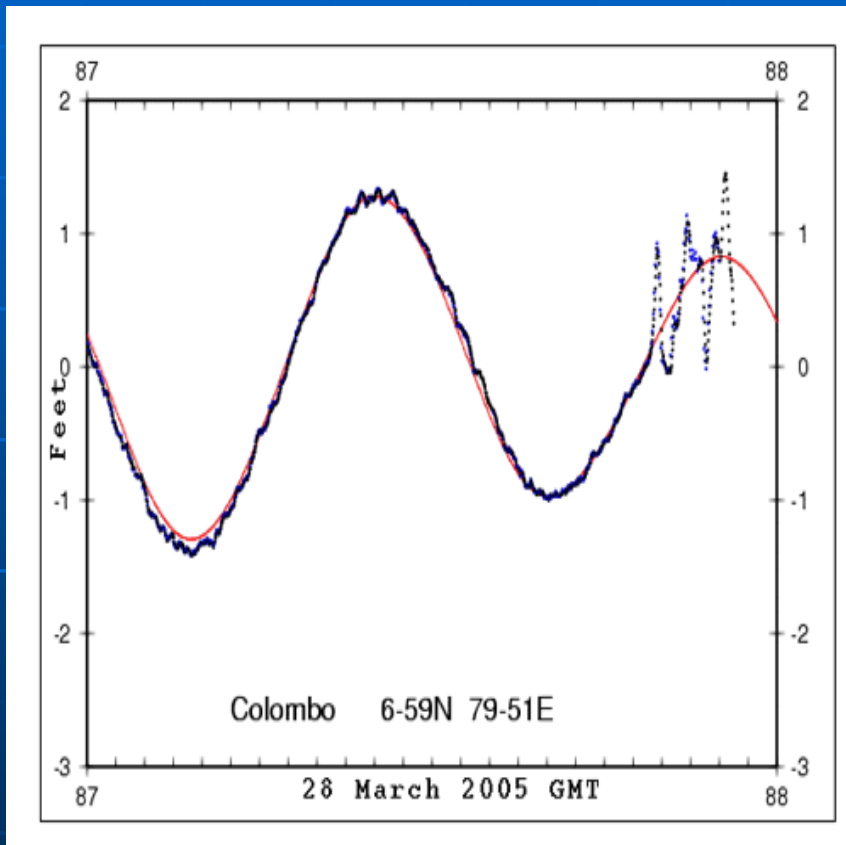
Uso inadecuado de los edificios

CONCLUSION

- No podemos impedir la ocurrencia de sismos y fenómenos naturales asociados a ellos, como los maremotos.
- Podremos pronosticarlos y estar preparados para afrontarlos ?

GRACIAS

Nivel de marea registrada en Sri Lanka después del sismo del 28 de marzo de 2005



Amplitud máxima del tsunami

