

FORO

Entendiendo los riesgos sísmicos: implicaciones para los miembros de la Alianza del Pacífico

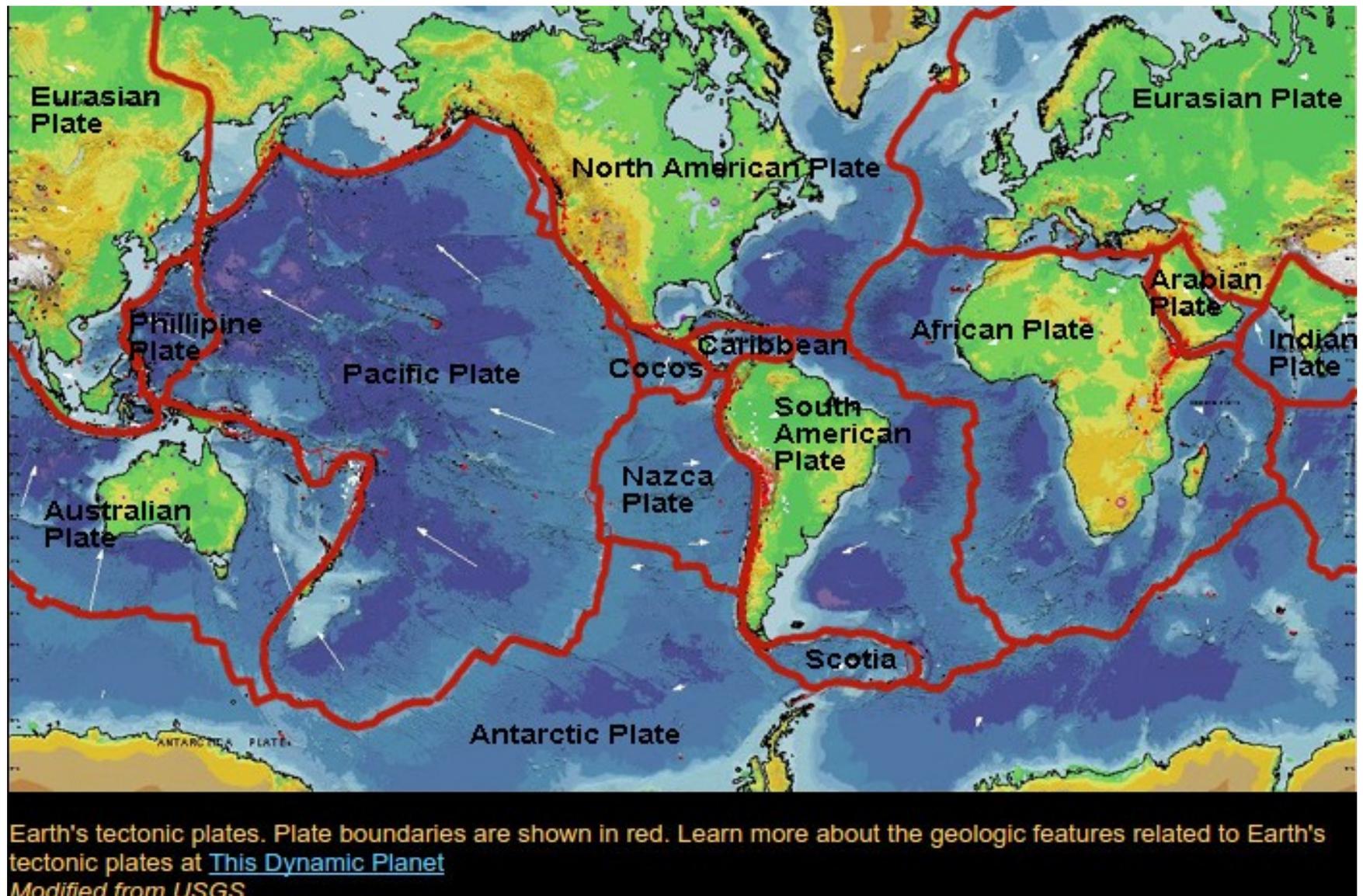


Anibal Sosa
y
Jorge Mejía

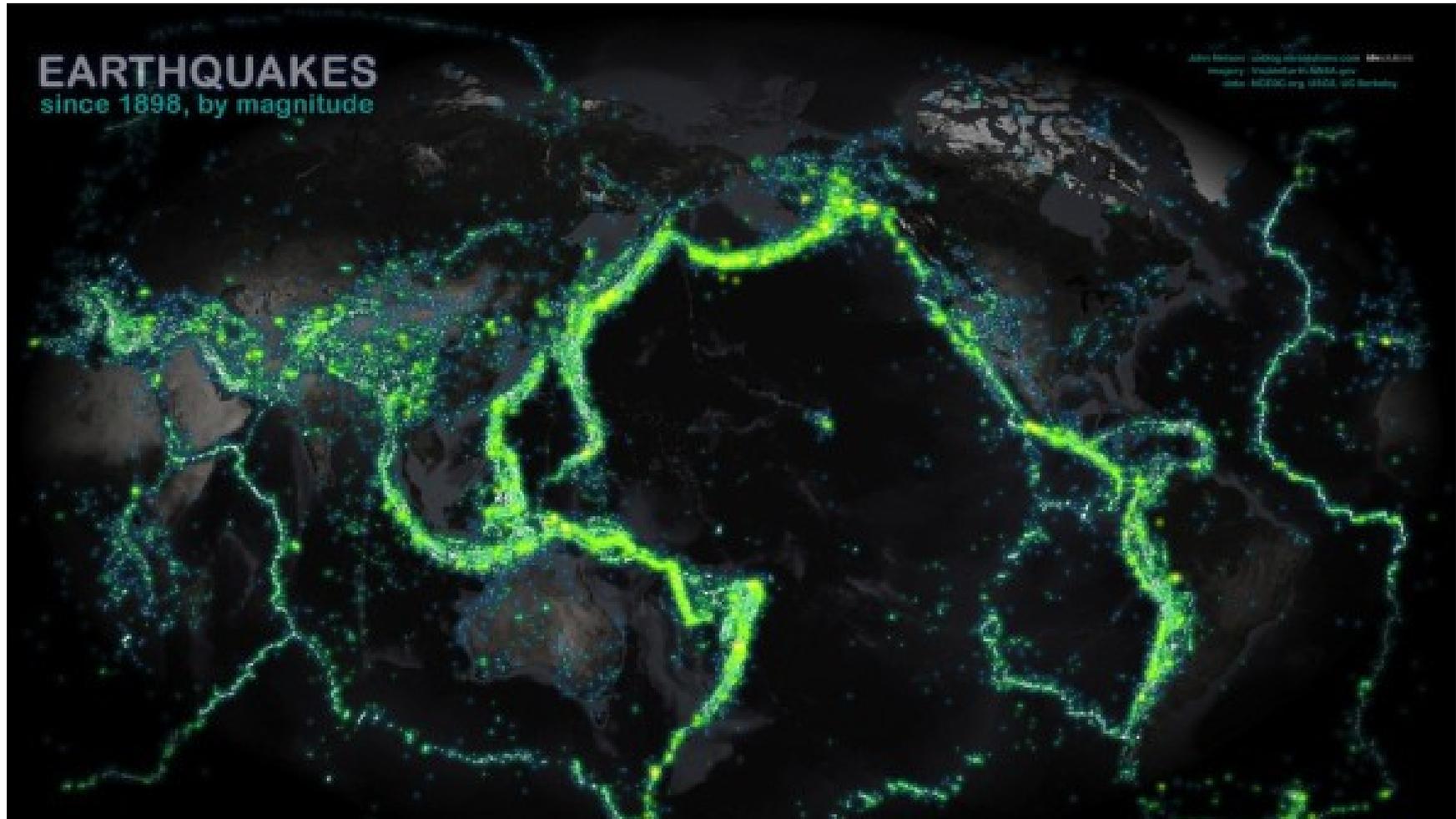
Contenido

- Tectónica de placas
- Amenazas asociadas a la subducción
- Amenaza, vulnerabilidad y riesgo
- Generación de conocimiento y medidas de mitigación
- Conclusiones

Tectónica de Placas

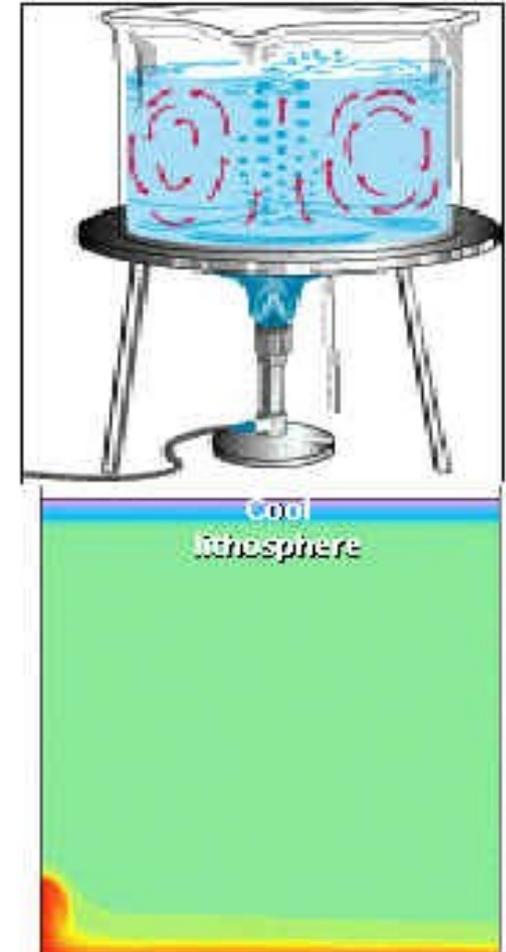
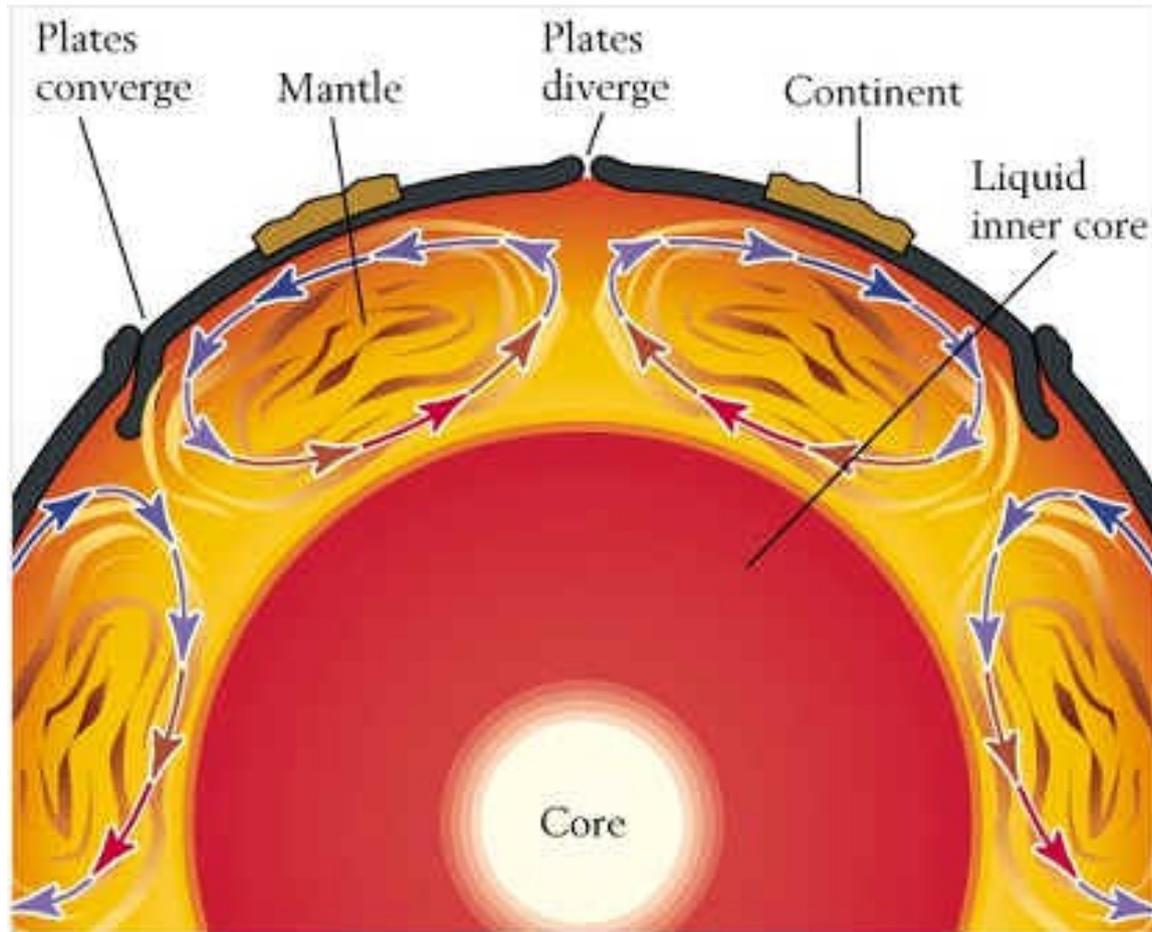


Tectónica de Placas



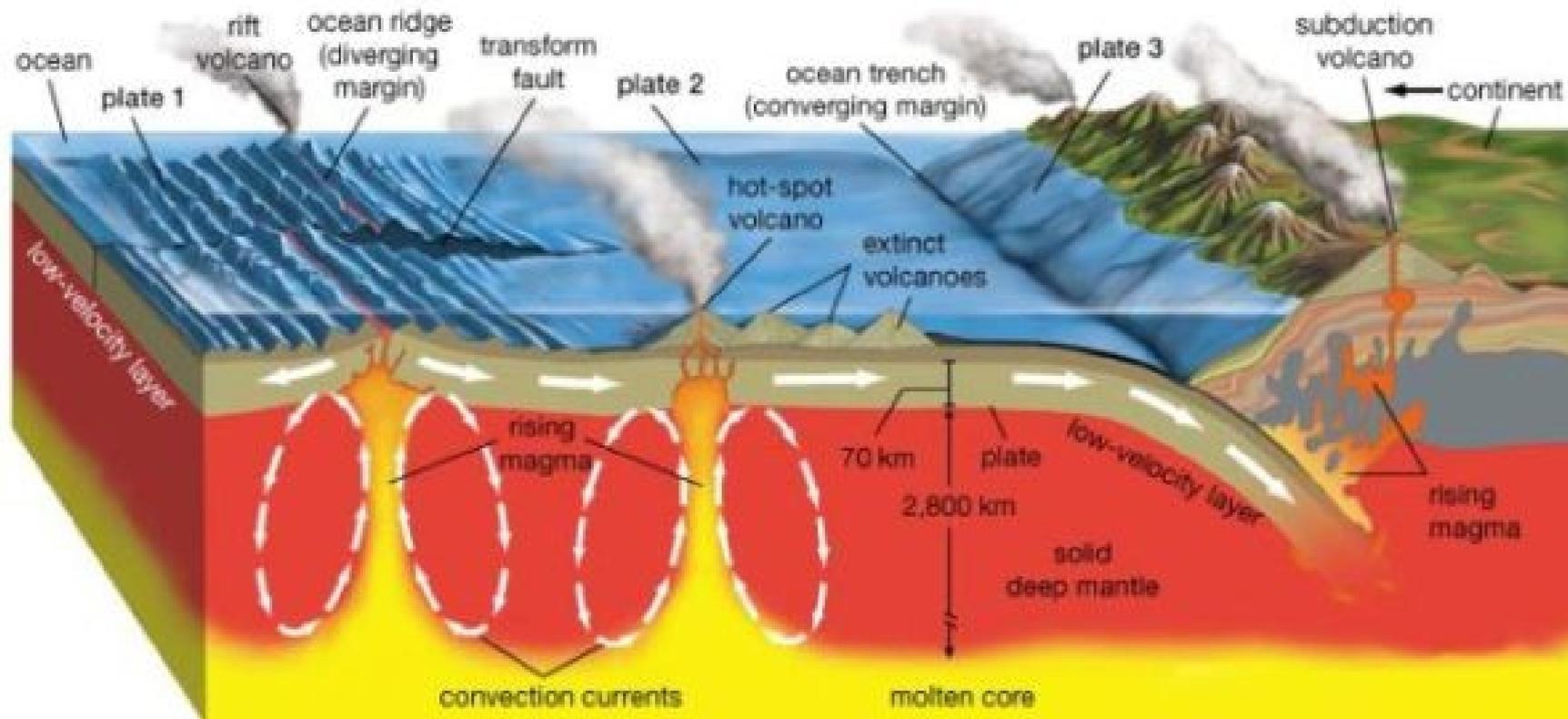
<http://www.livescience.com/21284-world-earthquakes-map.html>

Tectónica de Placas - convección

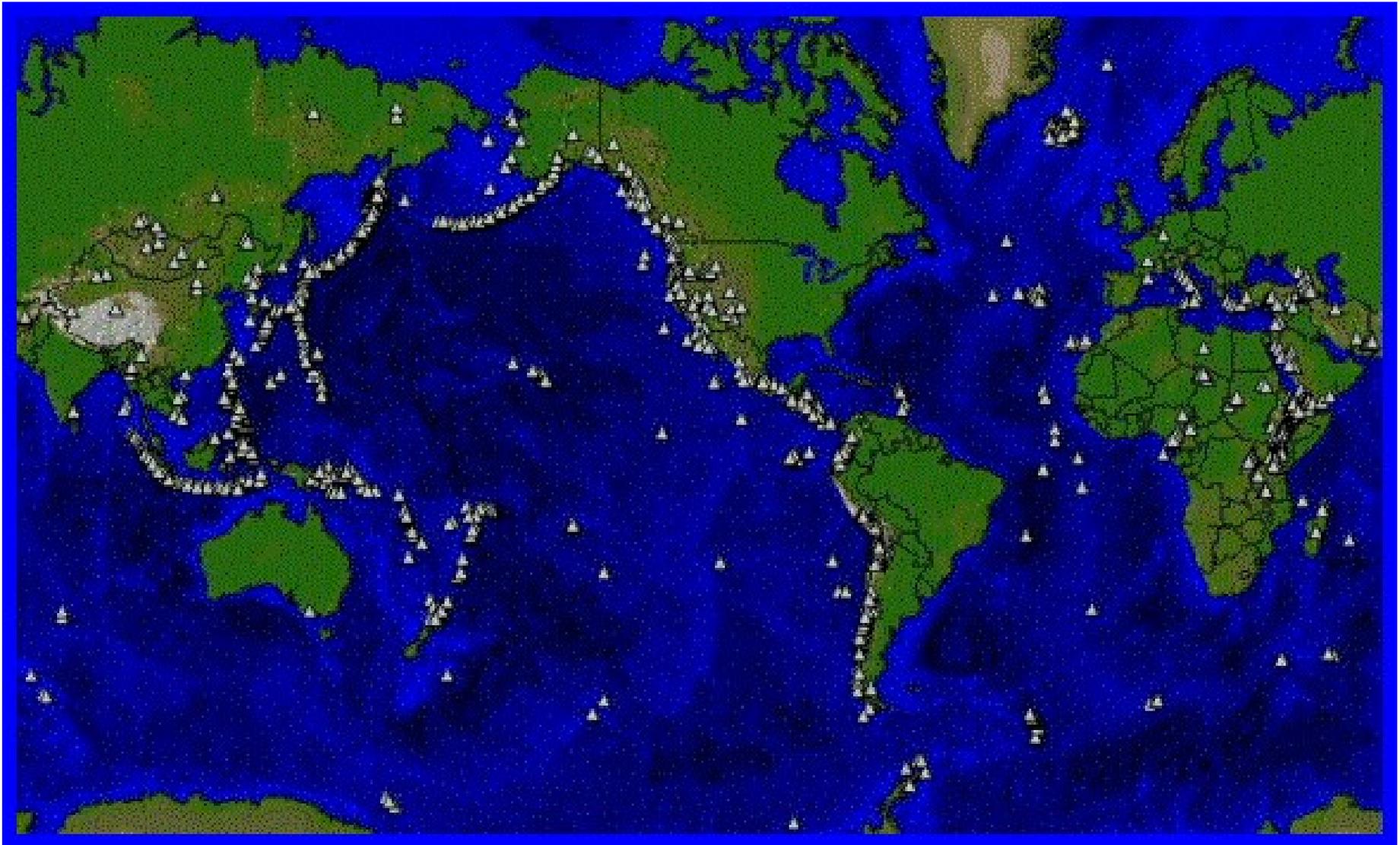


<http://www.personal.kent.edu/~sclement/history/fundamentals/index.5.jpg>

Tectónica de Placas - márgenes



Tectónica de Placas - Cinturón de Fuego



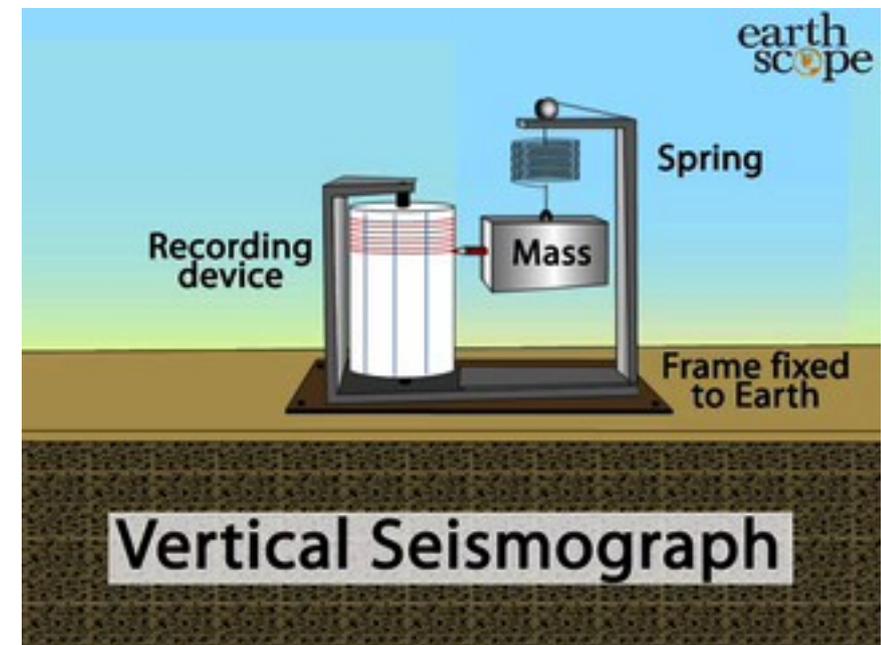
Sismología: Qué ? Por qué? Cómo?

Sismología: es el estudio de las ondas que se propagan en la Tierra

- Riesgo Sísmico: entender el potencial de daños ocasionados por terremotos
- Fuentes sísmicas: entender la física de rupturas, identificar explosiones nucleares
- Entender la evolución de la Tierra estudiando su estructura
- Exploración

Herramientas para su estudio

- Desarrollo teórico
- Instrumentos de grabación (sismografos)
- Fuentes (explosiones, terremotos)



Terremotos y Tectónica de América del Sur



¿Qué ocurre geológicamente en esta zona de subducción sísmicamente activa?

IRIS
TEACHABLE MOMENTS

Terremotos significativos

- 1875 Cúcuta (M 6.9) : 16,000 Muertes
Completa destrucción de Cúcuta, Villa del Rosario (Colombia), San Antonio del Táchira and Capacho (Venezuela)
- 1974 (M 7.3) - Frontera Panama-Colombia: 11 Muertes
- 1979 Tumaco (M 8.2): 600 Muertes
Provoca un gran Tsunami
- 1983 Popayán (M 5.5): 300 Muertes
- 1987 Colombia-Ecuador (M 7.0) : 1000 Muertes
- 1994 Río Páez (M 6.8) : 295 Muertes

Terremotos en Colombia

- Los terremotos mas grandes no necesariamente son los mas letales
- Fallas/Terremotos superficiales pueden crear mas daño

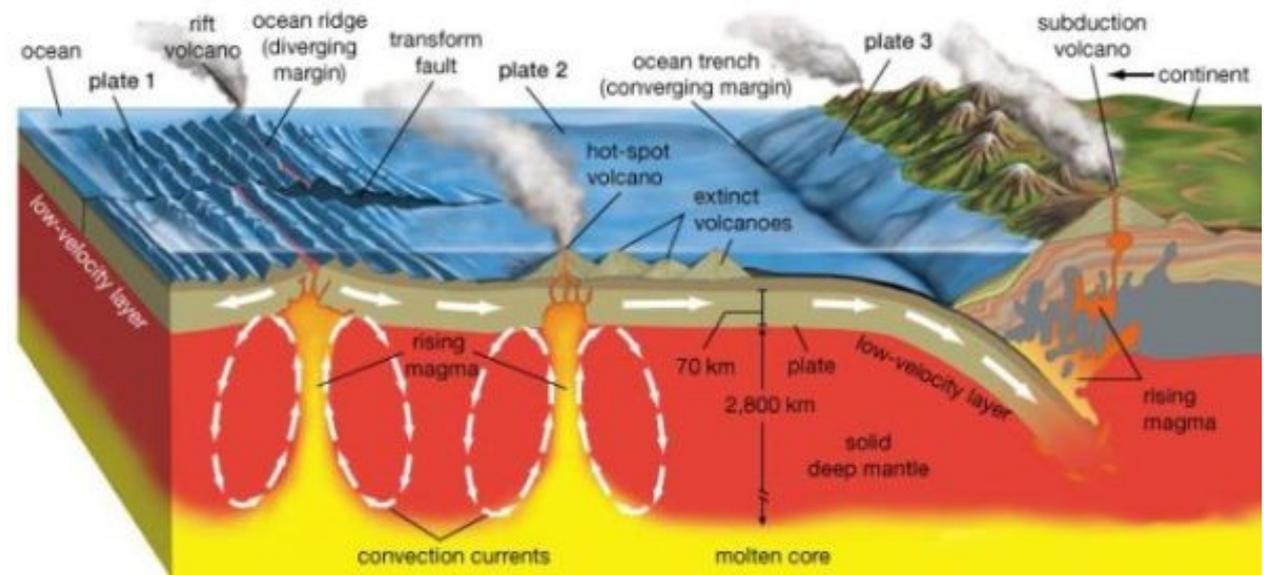
Date	Time (UTC-05)	Place	Information	Fatalities	Magnitude	Intensity
12 July 1785	07:45	<u>Bogotá</u>	<u>1785 Viceroyalty of New Granada earthquake</u>		6.9 M_L	
15 & 16 August 1868	14:30, 01:30	<u>Ecuador, Colombia</u>	<u>1868 Ecuador earthquakes</u>	70,000	6.3 and 6.7 M_L	
16 November 1827	22:45	<u>Bogotá</u>	<u>1827 Bogotá earthquake</u>	250	7.7 M_L	X
18 May 1875	16:25	Cúcuta	1875 Cúcuta earthquake	10,000	7.5 M_L	IX
20 January 1834	12:00	<u>Putumayo</u>	<u>1834 Putumayo earthquake</u>	80	7.0 M_L	VIII
31 January 1906	15:36	<u>Esmeraldas (Ecuador)</u>	<u>1906 Ecuador-Colombia earthquake</u>	~1,000	8.8 M _w 8.6 M _L	VIII
31 August 1917	11:36	<u>Bogotá</u>	<u>1917 Bogotá earthquake</u>	6	7.3 M_L	VII
9 January 1936	09:23	Tuquerres	1936 Tuquerres earthquake	250	7.0 M_L	VIII
19 January 1958	14:07	<u>Ecuador, Colombia</u>	<u>1958 Ecuador-Colombia earthquake</u>	111	7.8 M _w 7.6 M _L	VIII
9 February 1967	15:24	<u>Neiva</u>	<u>1967 Neiva earthquake</u>	98	7.2 M _w 6.8 M _L	VII
31 July 1970	17:08	<u>Amazonas department</u>	<u>1970 Colombia earthquake</u>	1	8.0 M _w 7.7 M _L	IV
23 November 1979	18:40	<u>El Cairo</u>	<u>1979 El Cairo earthquake</u>	44	7.2 M _w 6.7 M _L	VII
12 December 1979	07:59	Tumaco	1979 Tumaco earthquake	600	8.1 M _w 7.9 M _L	IX
31 March 1983	08:15	Ponaván	1983 Ponaván earthquake	300	5.5 M _L	VIII
6 June 1994	20:47	Páez	1994 Páez river earthquake	295	6.8 M _w	VII
19 January 1995	10:05	Tauramena	1995 Tauramena earthquake	6	6.0 M _L 6.5 M _w	V
8 February 1995	13:40	<u>Cali</u>	<u>1995 Cali earthquake</u>	35	6.4 M _w	VII
25 January 1999	18:19	<u>Armenia</u>	<u>1999 Armenia earthquake</u>	1,185	6.2 M _w	VIII
15 November 2004	03:34	Bajo Baudó	2004 Bajo Baudó earthquake	0	6.7 M _L 7.2 M _w	VI
24 May 2008	19:20	El Calvario	2008 El Calvario earthquake	11	5.6 M _w	VII
30 September 2012	11:31	<u>La Vega</u>	<u>2012 La Vega earthquake</u>	0	7.3 M _w	V
9 February 2013	09:16	<u>Nariño</u>	<u>2013 Nariño earthquake</u>	0	7.0 M _w	V
13 August 2013	10:43	<u>Chocó department</u>	<u>2013 Chocó earthquake</u>	0	6.5 M _w	VI
10 March 2015	15:55	<u>Santander department</u>	<u>2015 Santander earthquake</u>	0	6.6 M _w	VI

Contenido

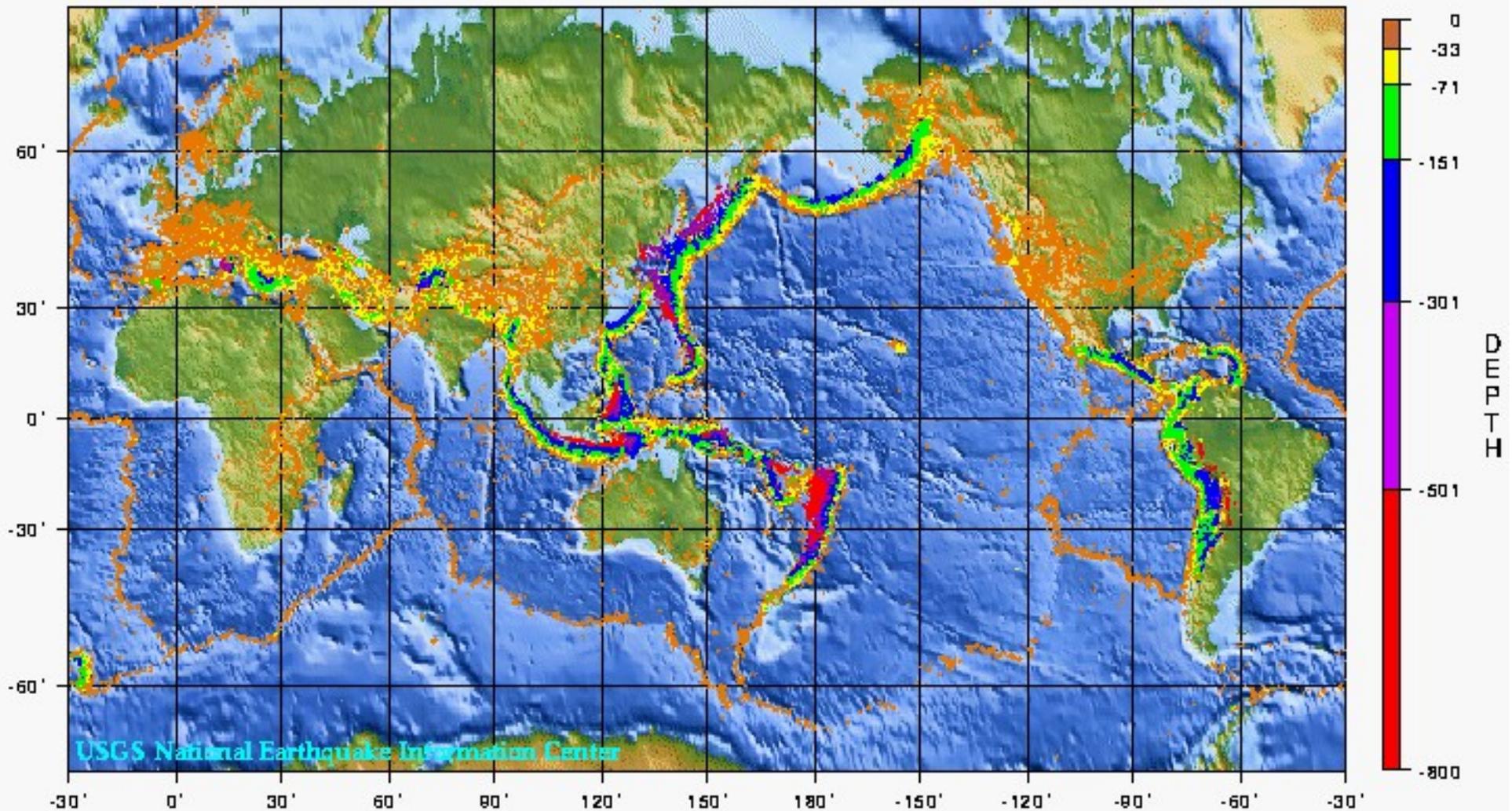
- Tectónica de placas
- Amenazas asociadas a la subducción
- Amenaza, vulnerabilidad y riesgo
- Generación de conocimiento y medidas de mitigación
- Conclusiones

Amenazas asociadas a la subducción

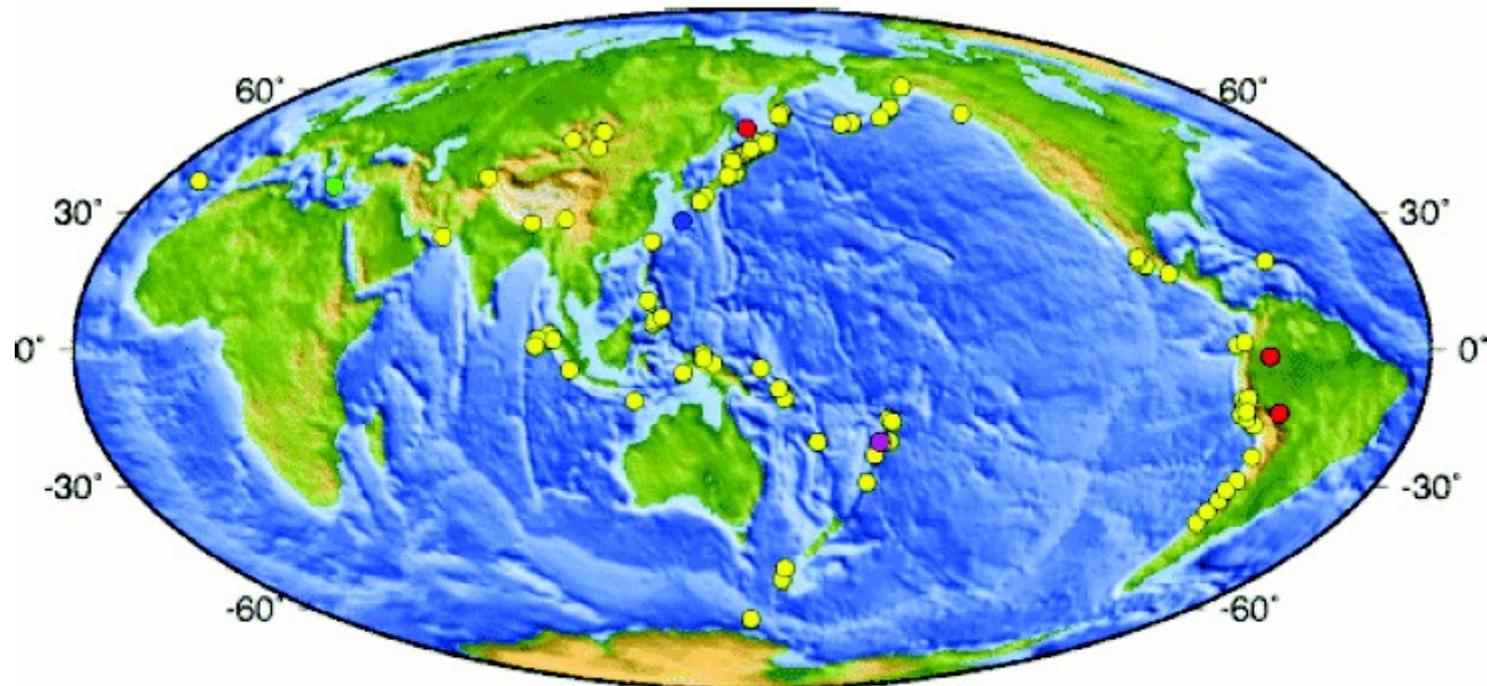
- Grandes sismos entre las placas
- Tsunami
- Vulcanismo
- Sismicidad continental



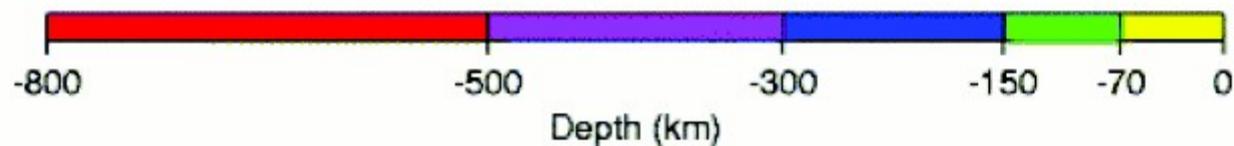
World Seismicity: 1975 - 1995



Magnitude 8 and Greater Earthquakes Since 1900



Magnitude 8.0 and Greater Earthquakes Since 1900



TSUNAMI

Very long gravity wave



As many as 80% of tsunamis arise on the Pacific Rim, including the western slope of the Kuril-Kamchatka Trench

Tsunamis are mostly caused by undersea earthquakes that shift parts of the seabed upwards or downwards

The height of waves at the place of origin ranges between **0.01 and 5 m**

As waves approach the coast, the distance between adjacent wave crests diminishes from **1,500 km to 5 km**

Near the coast, waves can reach **10 m in height**, and in areas with intricate landscape (wedge-shaped bays, river valleys, etc.) they can be more than **50 m high**

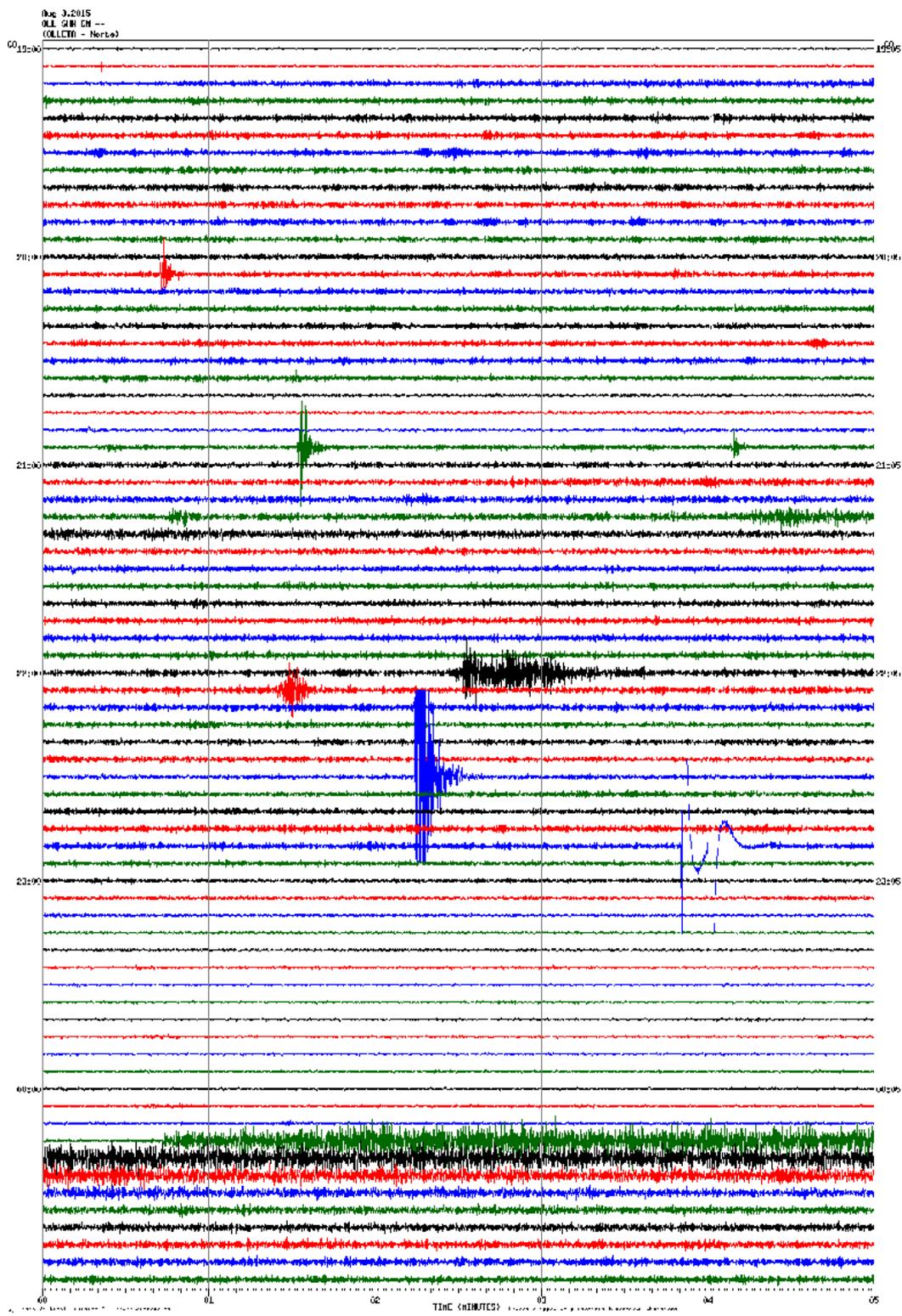


The entire mass of water begins to move during a tsunami. Getting its "foothold" on the coastal seabed, the wave, which has large kinetic energy, starts to roll and comes up high

The most destructive tsunamis of the last 50 years

Source: The National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

Earthquake magnitude	9.5	6.9	8.1	7.7	7.8	7	9	7.7	8
Date	22.05.1960	23.02.1969	16.08.1976	12.12.1979	12.12.1992	17.07.1998	26.12.2004	17.07.2006	27.02.2010
Location	Chile	Indonesia, Makassar Strait	Philippines	Columbia	Indonesia, Flores Sea	Papua New Guinea	Indonesia, Sumatra	Indonesia, Java	Tsunami
Number of victims	1,263	600	4,456	600	2,500	2,183	227,898	664	528
Maximum height of wave (m)	25	4	8.5	6	26.2	15	50.9	10	11.2



Fuente:
Servicio Geológico
Colombiano

<http://www2.sgc.gov.co/>

Registro:
Estación OLL
Agosto 3 de 2015

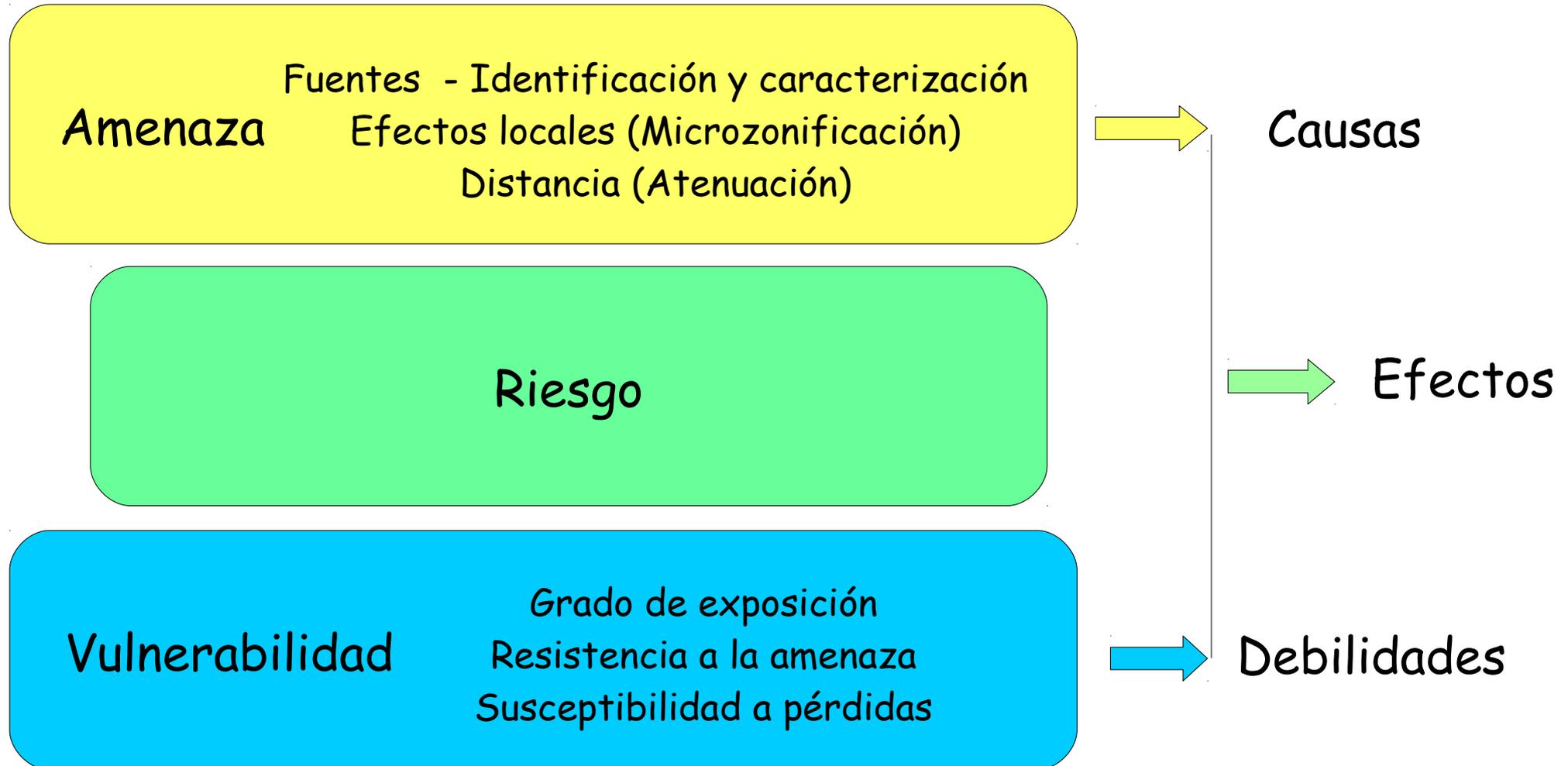
Sismicidad Continental



Contenido

- Tectónica de placas
- Amenazas asociadas a la subducción
- **Amenaza, vulnerabilidad y riesgo**
- Generación de conocimiento y medidas de mitigación
- Conclusiones

Amenaza, vulnerabilidad y riesgo



Amenaza, vulnerabilidad y riesgo

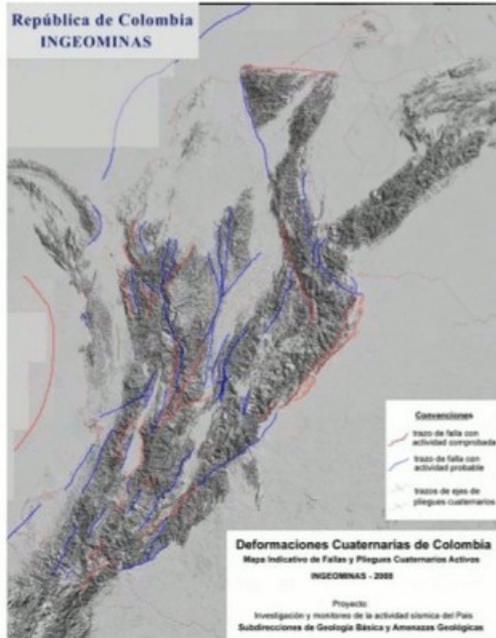


Figura 1 - Principales sistemas de fallamiento en Colombia

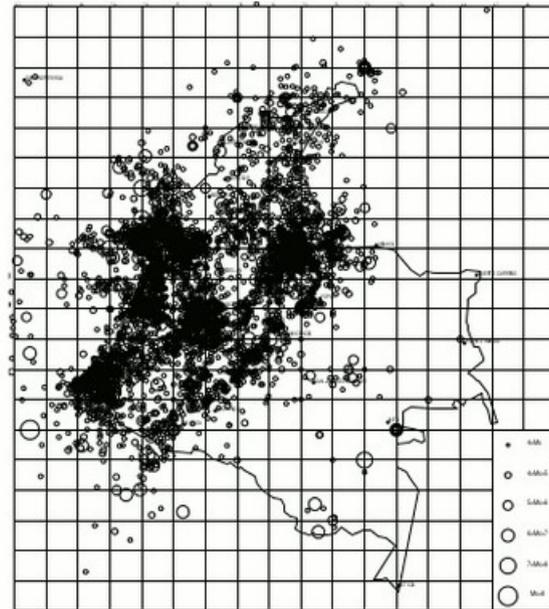
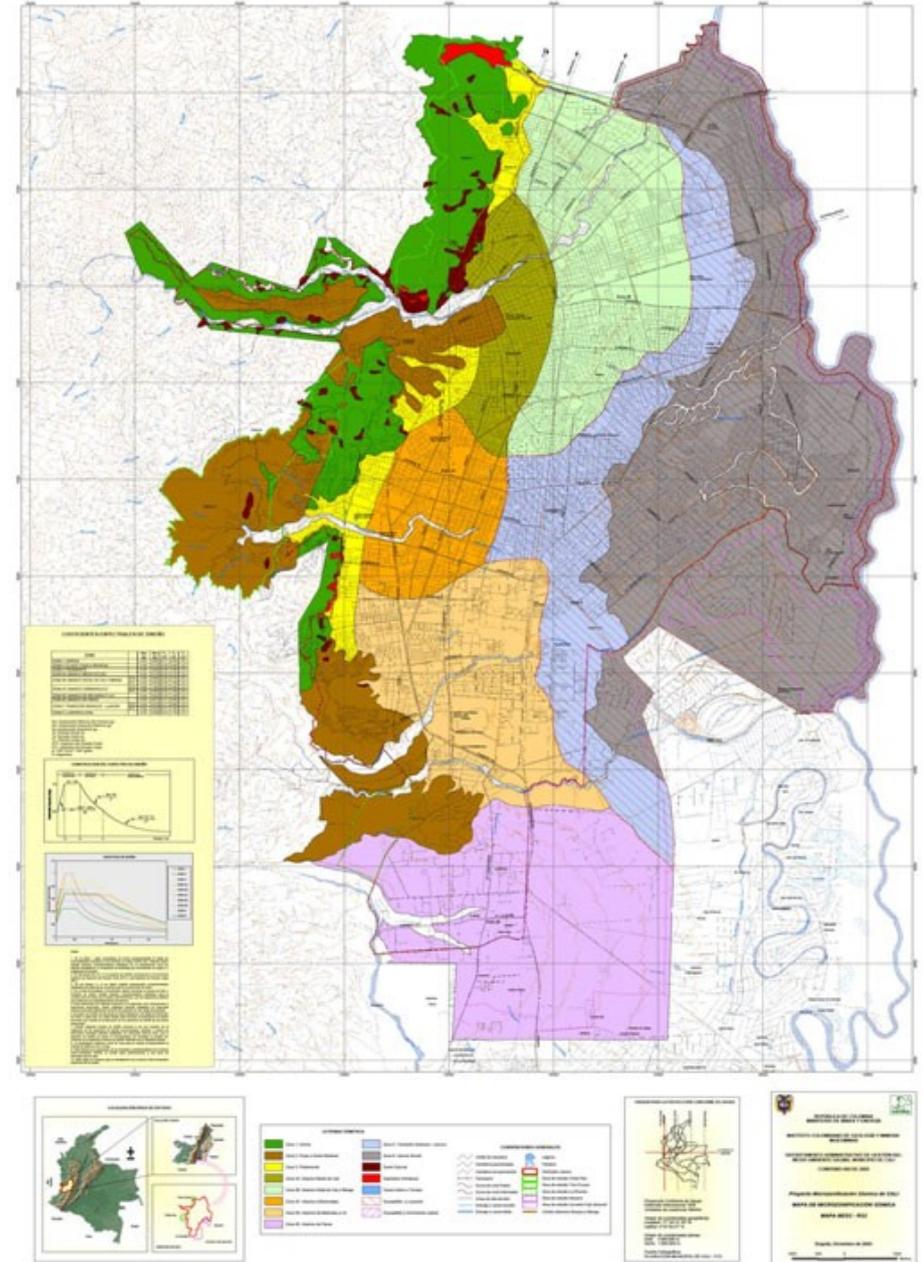
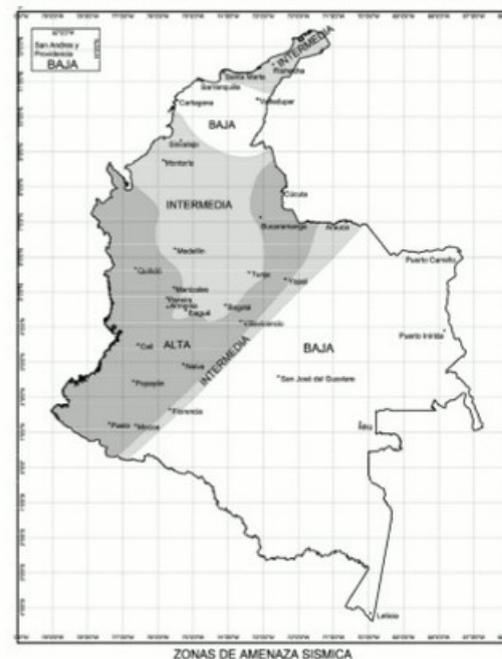
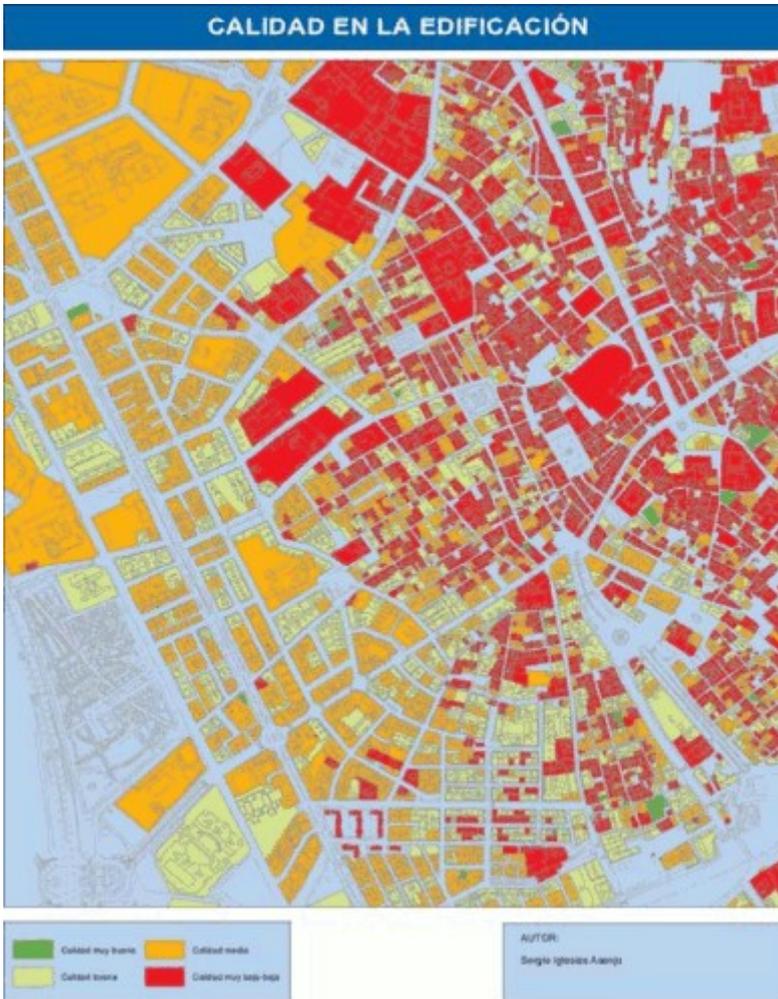


Figura 2 - Localización epicentral de los sismos con $M \geq 3$ (1541-2009)



NSR-10

Amenaza, vulnerabilidad y riesgo



<http://www.ugr.es/~cuadgeo/docs/articulos/039/039-009.pdf>

Mapas de riesgo

Impacto:

- Códigos de construcción
- Diseño de autopistas (seguros de construcción?)
- Estimaciones de estabilidad y potenciales deslizamientos
- Disposición de fondos para educación y preparación
- Políticas públicas de mitigación de riesgo

Por desarrollar:

- Modelos adecuados de la tierra (rocas suaves se mueven mas)
- Caracterización fallas
- Caracterización de las frecuencias de terremotos

Contenido

- Tectónica de placas
- Amenazas asociadas a la subducción
- Amenaza, vulnerabilidad y riesgo
- **Generación de conocimiento y medidas de mitigación**
- Conclusiones

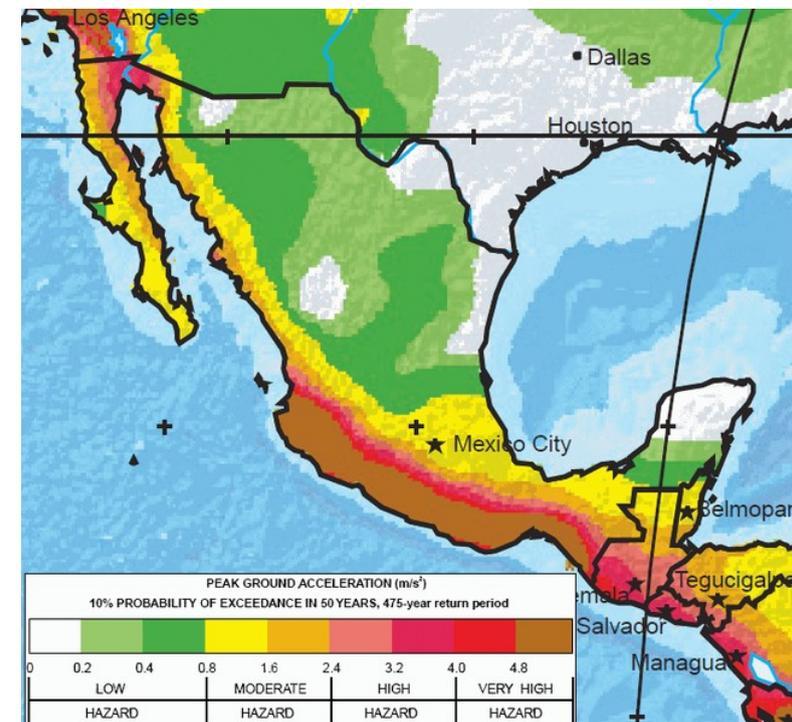
Cómo podemos disminuir el riesgo? (medidas de mitigación)

- Educación
 - Integridad personal
- Modificando la amenaza
 - Interacción suelo-estructura
 - Uso del suelo
- Modificando la vulnerabilidad
 - Técnicas y materiales de construcción
 - Estructuras sismoresistentes y antisísmicas.

Situación en los países de la Alianza del Pacífico

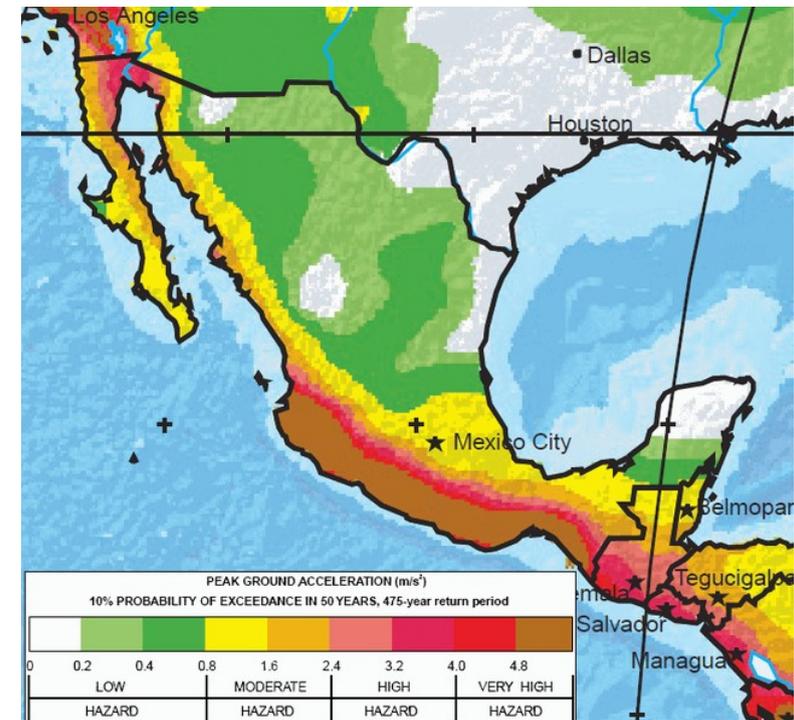
• Mexico

- Aumento de la sismicidad hacia el sur del país
- Cercanía de las fuentes
- Terremoto en 1985 ($M_w=8.1$)
- Destrucción en distrito capital
- Desarrollo
 - Geotecnia
 - Microzonificación
 - Sismología



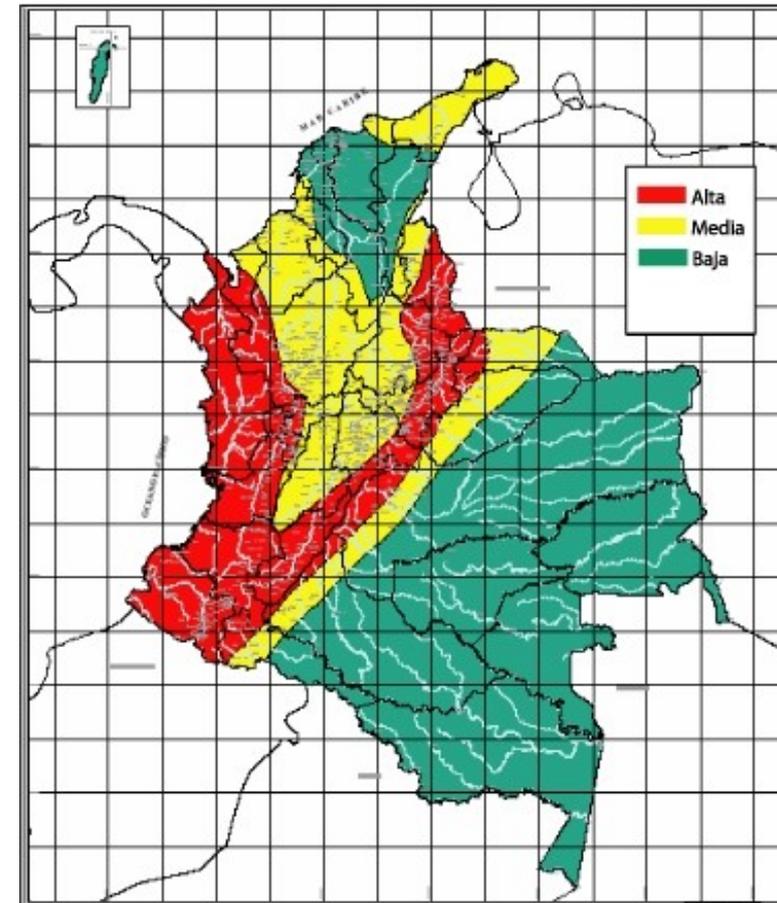
Situación en los países de la Alianza del Pacífico

- Mexico
 - Servicio Sismológico Nacional
Director: Arturo Iglesias
<http://www.ssn.unam.mx/>



Situación en los países de la Alianza del Pacífico

- Colombia
 - Mega-sismo 1906
 - Terremoto de Popayán en 1983
 - Erupción del Ruiz en 1995
 - Terremoto eje cafetero en 1999
- Que hemos aprendido?
 - Situación especial de Cali
 - Edificio Space



<http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/images/stories/rsnc/amenaza.jpg>

Situación en los países de la Alianza del Pacífico

- Perú
 - Amenaza
 - 1970, sismo de Áncash con mayor número de fatalidades en S.A. (70.000 muertos)
 - Liderazgo regional
 - Vulnerabilidad física
 - Materiales de Construcción



Situación en los países de la Alianza del Pacífico

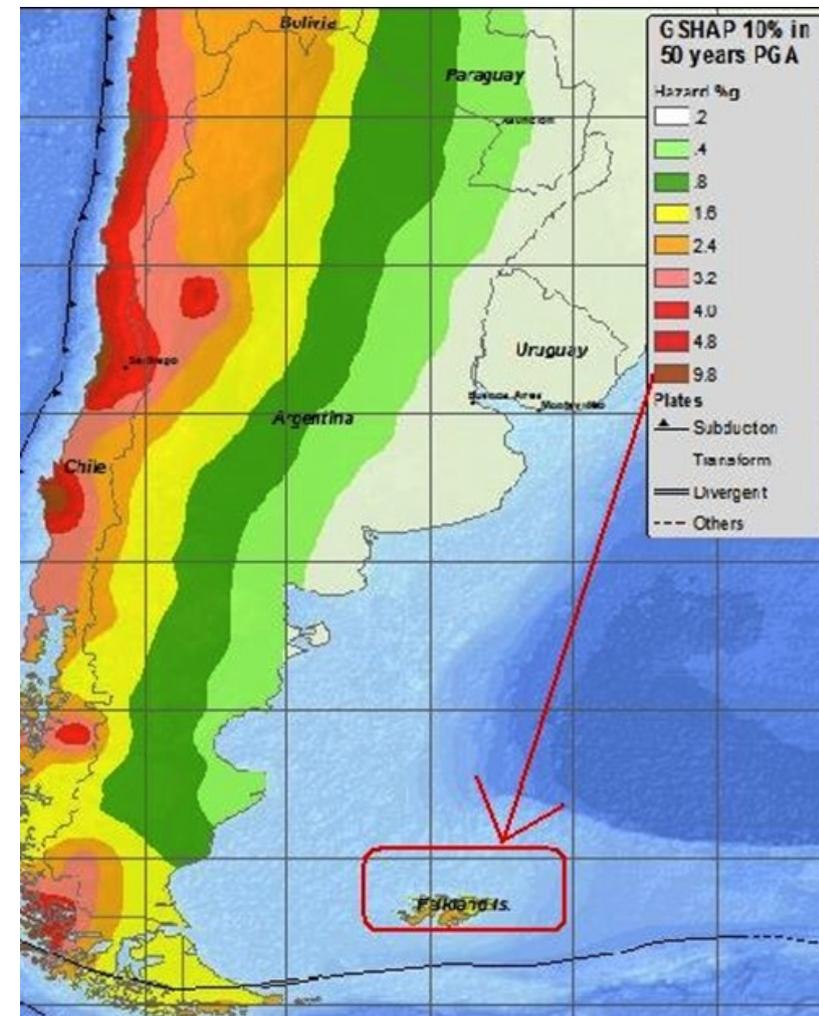
• Perú

- Universidad Nacional de Ingeniería
- Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres
- Alberto Giesecke
<http://www.cismid-uni.org/>
- Instituto Geofísico del Perú
Hernando Tavera
- <http://www.igp.gob.pe/>



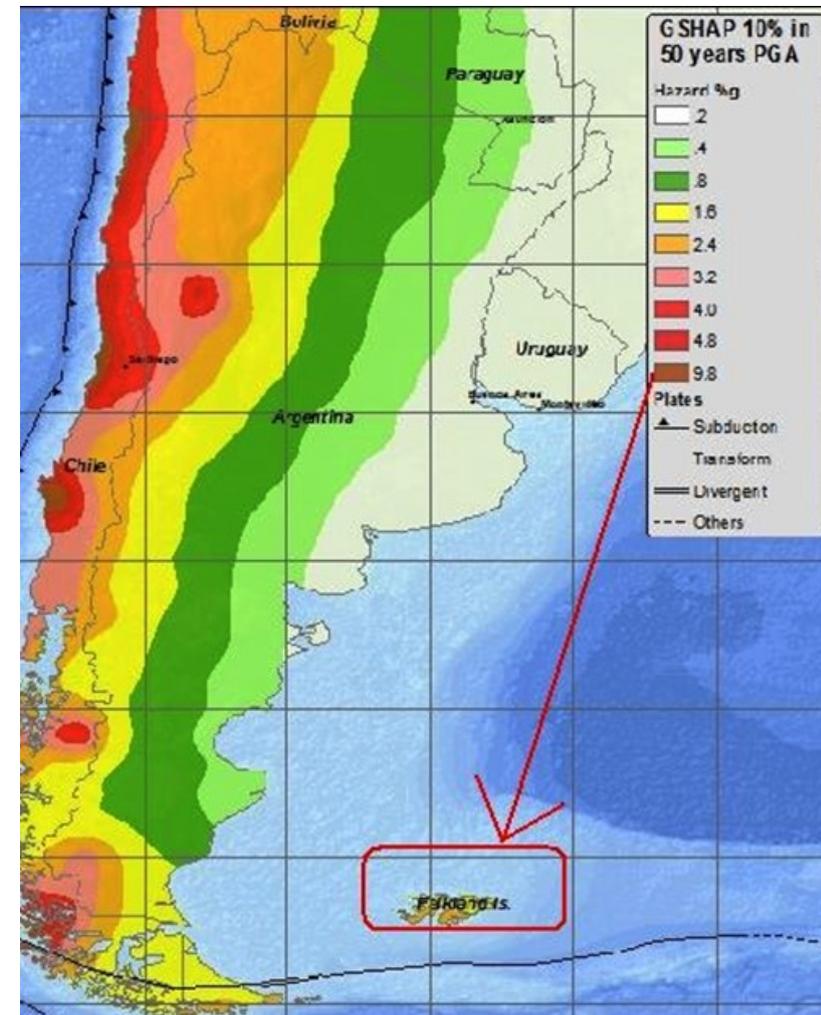
Situación en los países de la Alianza del Pacífico

- Chile
 - Desarrollo económico y científico
 - Grandes sismos
 - 1960, Mw 9.5
 - Amenaza
 - Condiciones geológicas
 - Extensión geográfica
 - Distancia fuentes



Situación en los países de la Alianza del Pacífico

- Chile
 - Servicio Sismológico
 - Universidad de Chile (SSN/DGF)
 - Sergio Barrientos
 - <http://www.dgf.uchile.cl/>



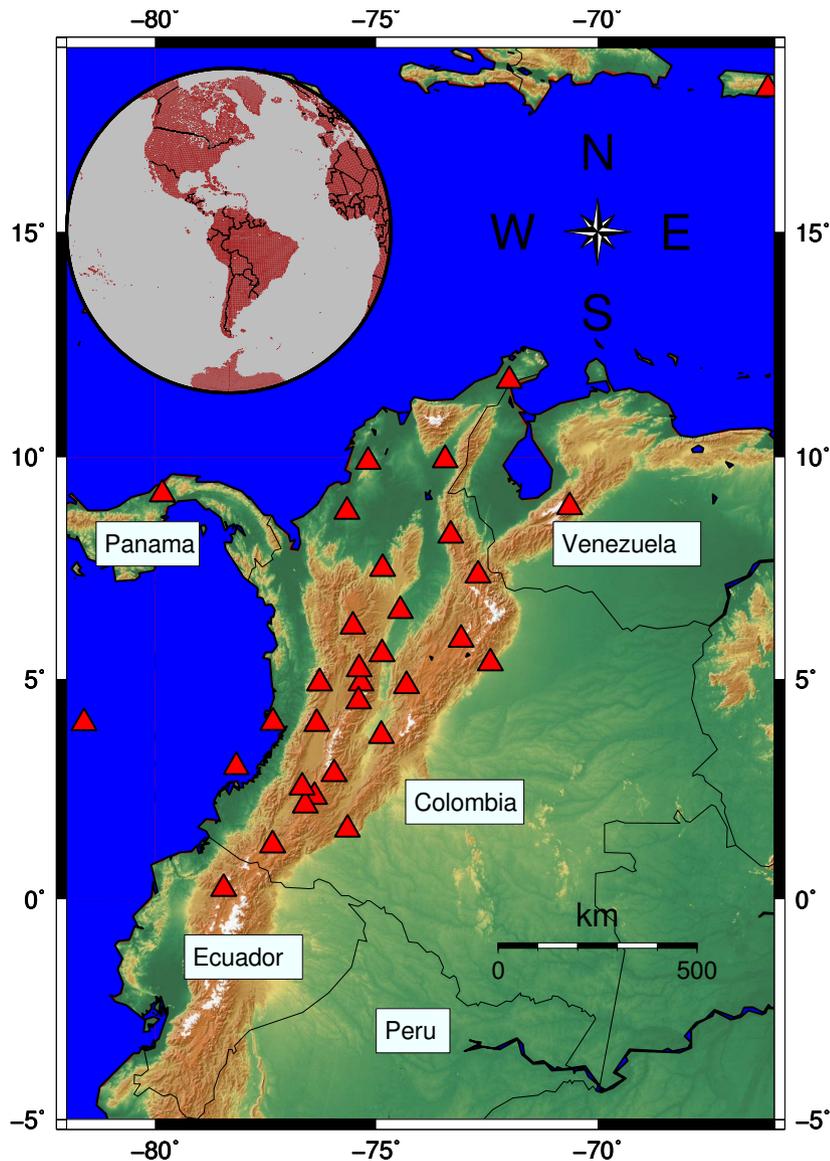
Contenido

- Tectónica de placas
- Amenazas asociadas a la subducción
- Amenaza, vulnerabilidad y riesgo
- Generación de conocimiento y medidas de mitigación
- Conclusiones

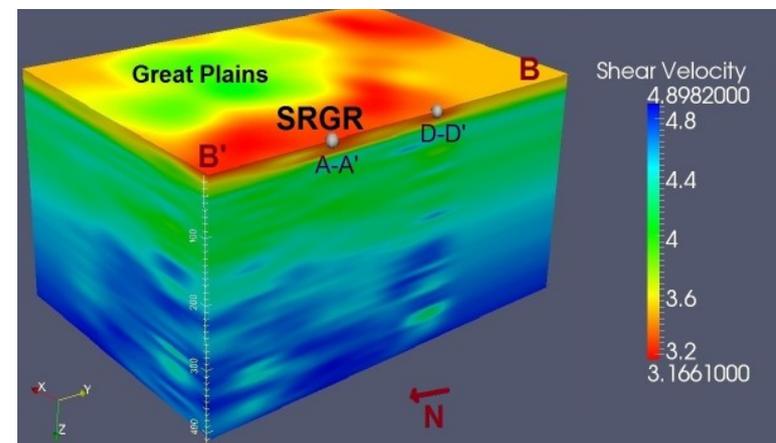
Políticas públicas

- 1983 Terremoto de Popayán
- 1984: Se crea el Fondo Nacional de Calamidades
- 1984: Código Colombiano de construcciones sismo-resistentes.
- 1985 Erupción del Volcán del Ruiz
- 1988 Se crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres
- 1997 Se crea el Plan de Ordenamiento Territorial
- 1998: NSR-98
- 2010: NSR-10
- Ley 1523 de 2012: se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

Que sigue para ayudar a estudiar los riesgos sísmicos?



- Utilizar más datos incluyendo los más recientes
- Colaborar y compartir datos para analizar y crear nuevos y mejores modelos de la Tierra



Conclusiones

- Colombia esta expuesto a riesgos debido a terremotos y volcanes debido a la interacción de las placas tectónicas
- Colaboración para analizar datos y producir nuevos modelos puede ser clave para reducir el efecto de los riesgos antes mencionados