

Riesgos geológicos

Cecilia I. Caballero Miranda

Introducción a Ciencias de la Tierra, asignatura.
Fac. de Ciencias, Lic. en Ciencias de la Tierra

Riesgos Geomorfológicos

- 1) Subsistencia
- 2) Inestabilidad de laderas
- 3) Inundaciones
- 4) Fluctuaciones costeras

Riesgos Tectónicos

- 1) Terremotos,
- 2) Tsunamis,
- 3) Riesgo volcánico

Riesgos de origen extra-terrestre del sistema solar

- 1) Impacto meteórico
- 2) Radiación electromagnética

Riesgos de salud por exposición a materiales geológicos

Asbestos Radón Zinc

Riesgos meteorológico-climáticos

Huracanes y tormentas tropicales; tornados

Riesgos ambientales derivados de actividad humana

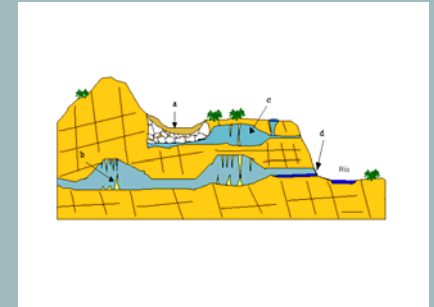
Falla estructurales en obras de ingeniería

Erosión y degradación de suelos

Contaminación de aerosoles y lluvia ácida; del agua superficial y acuíferos; de desperdicios sólidos

Riesgos Geomorfológicos

1) **Subsidencia**.- colapso de la superficie por un hueco en el subsuelo: cavernas naturales (carst) o minas



La Conchita, Cal.USA, 1995

2) **Inestabilidad de laderas**.- Factores : **inclinación (pendiente)**; **sustrato** (roca vs. sedimento inconsolidado); **agua** [más agua más movilidad del material]; **vegetación** [a < vegetación > de movimiento del material]; fenómeno detonante/disparador: **terremotos, explosiones, incremento súbito de agua**



©C.I.C.S.A. 2000 - 2010

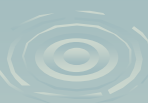
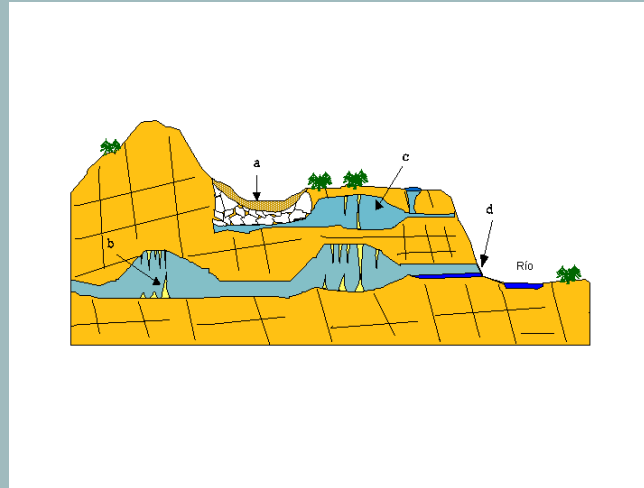
REFORMA

3) **Inundaciones**.- disparadas por: tormentas, huracanes, tifones, derretimiento de nieve

4) **Fluctuaciones costeras**.- levantamientos, hundimientos, erosión de línea costera. Por eventos meteorológicos hasta tectónicos

Riesgos Geomorfológicos

1) **Subsidencia**.- colapso de la superficie por un hueco en el subsuelo: cavernas naturales (carst) o minas



Riesgos Geomorfológicos

1) Subsistencia.- colapso de la superficie por un hueco en el subsuelo: cavernas naturales (carst) o minas



sinkholes

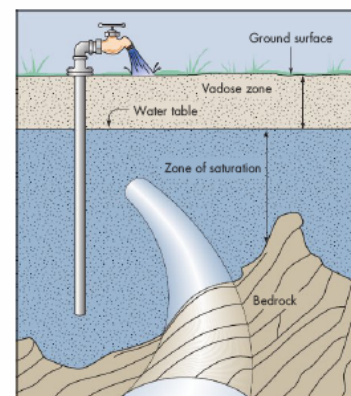
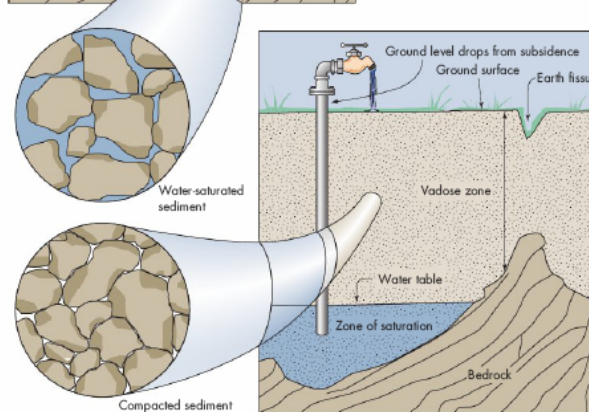


FIGURE 7.27 Process of subsidence
Idealized diagram showing how surface subsidence results from pumping groundwater. The vadose zone is the unsaturated zone above the water table. The zone of saturation lies beneath the water table. Pore (empty) spaces between grains collapse after pumping. [From Kenny, R., 1992, *Fissures*. Earth 2[3]: 34-41.]

Subsistencia favorecida por bombeo de agua \Rightarrow pérdida de espacios porosos



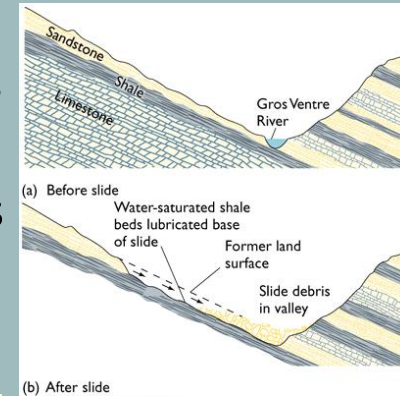
Riesgos Geomorfológicos

2) Inestabilidad de laderas - inclinación (pendiente); sustrato; agua; vegetación

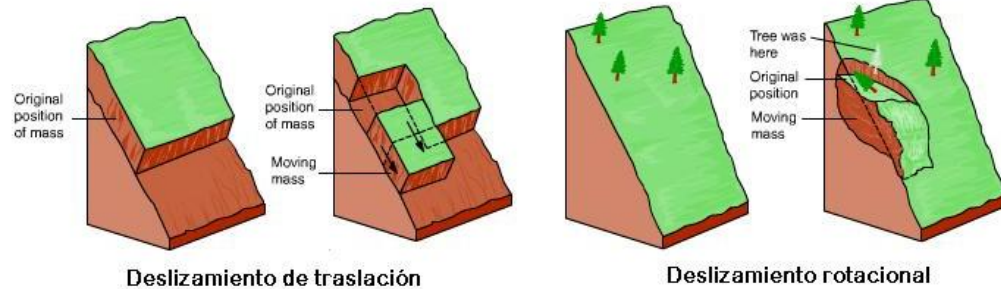
(a) Caída de rocas, detritos o suelo.- en cantiles verticales



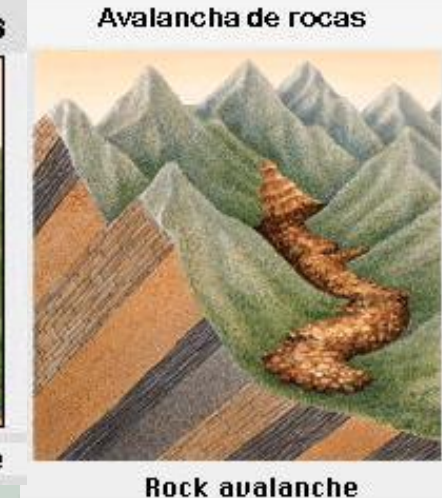
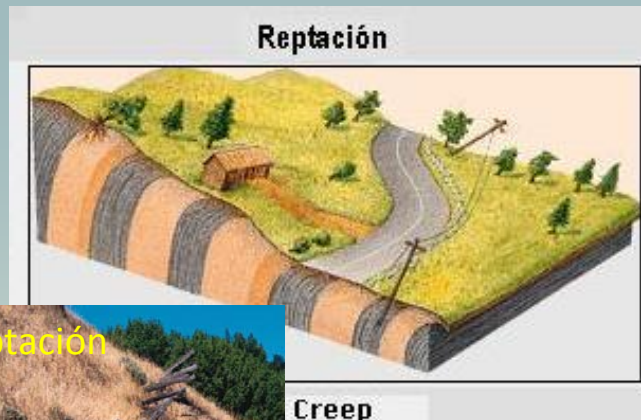
(b) Deslizamientos de bloques de roca y detritos (planos deslizamiento rectos) y slumps (planos curvos con deslizamiento rotacional)



Deslizamientos



(c) Flujos de tierra lentos (reptación, soliflucción) y rápidos (avalanchas) de detritos, de lodos (lahares)

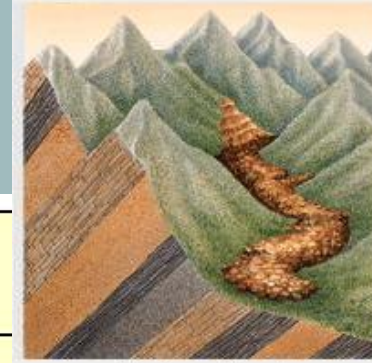


Deslizamiento de rocas



Rockslide

Avalancha de rocas

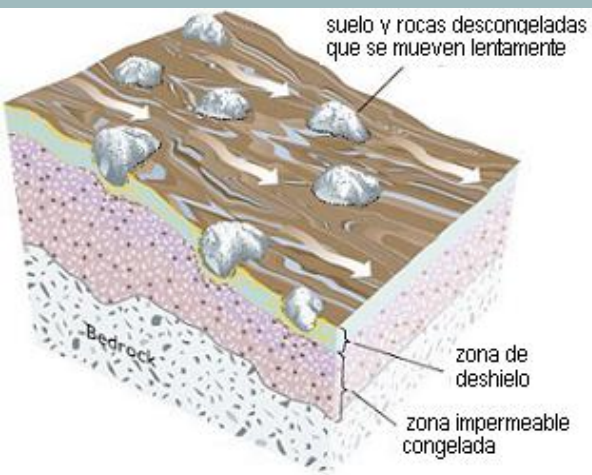


Rock avalanche

Riesgos Geomorfológicos

CLASIFICACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS DE MASAS

Material Dominante	Naturaleza del movimiento	Velocidad		
		Lenta (1 cm/año ó menos)	Moderada (1 km/hr ó más)	Rápida (5 km/hr ó más)
Roca	Flujo			Avalancha de rocas
	Deslizamiento o caída			Caída de rocas
Sedimento inconsolidado	Flujo	Reptación Solifluxión	Flujo tierra Flujo detritos	Avalancha de detritos
	Deslizamiento o caída		Slumps	Deslizamiento de detritos



solifluxión

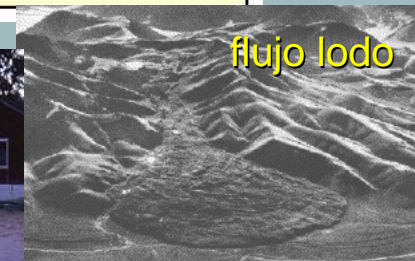
Deslizamiento de detritos



Debris slide



flujo/deslizamto detritos



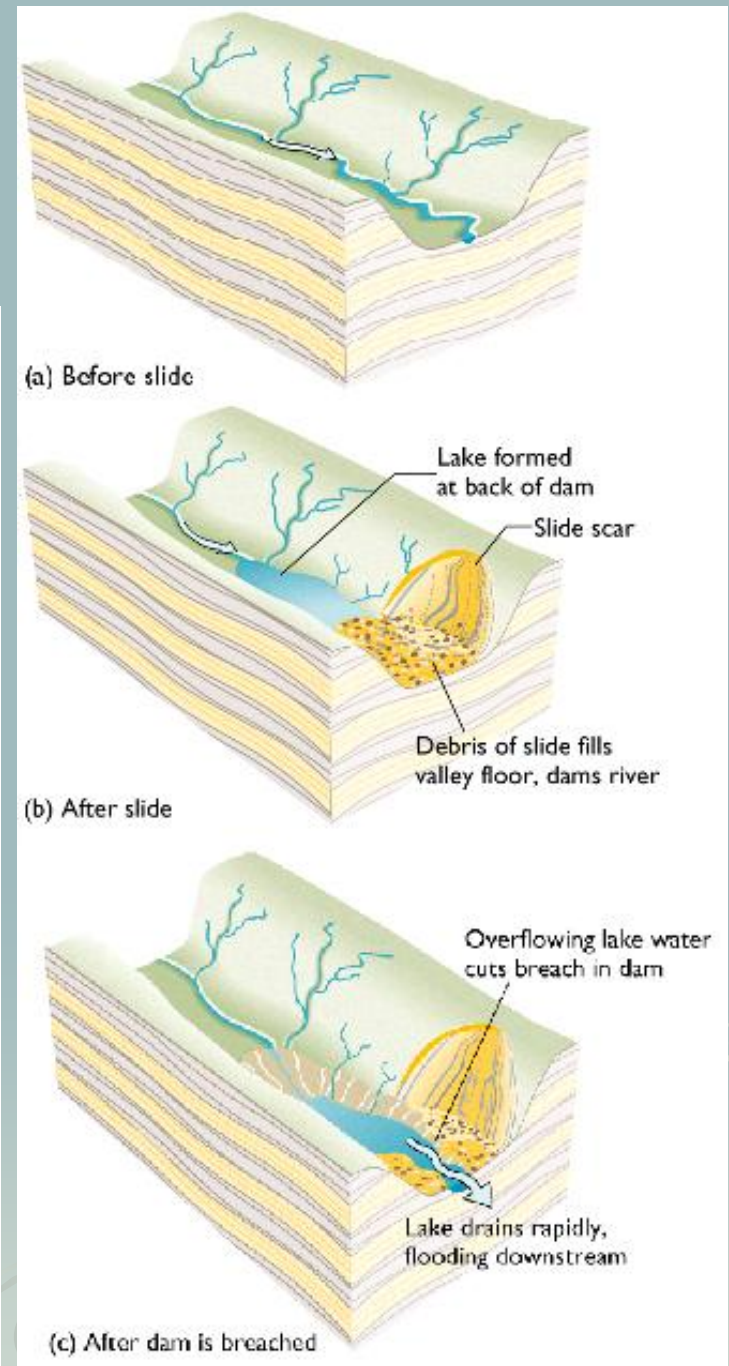
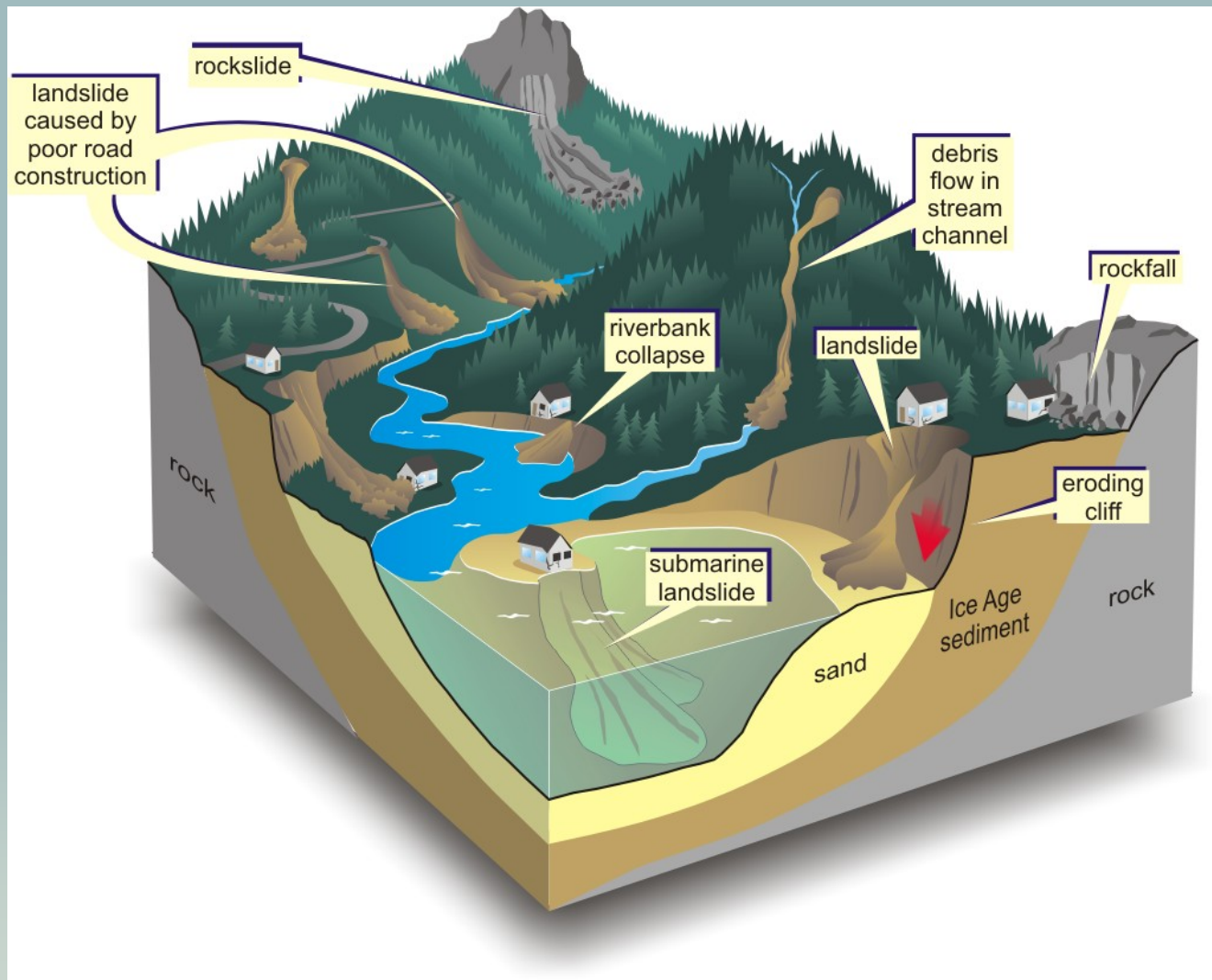
flujo lodo



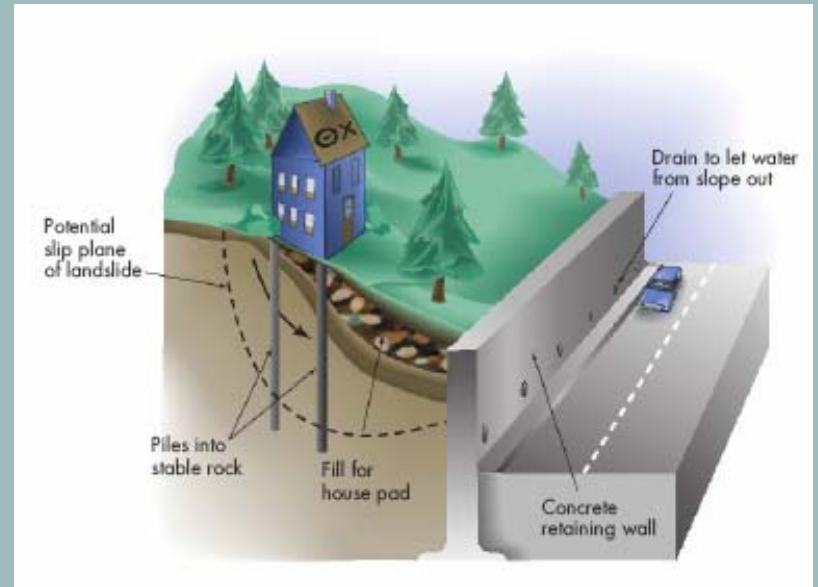
lahar

Efectos en la red de drenaje debido a deslizamientos de masas

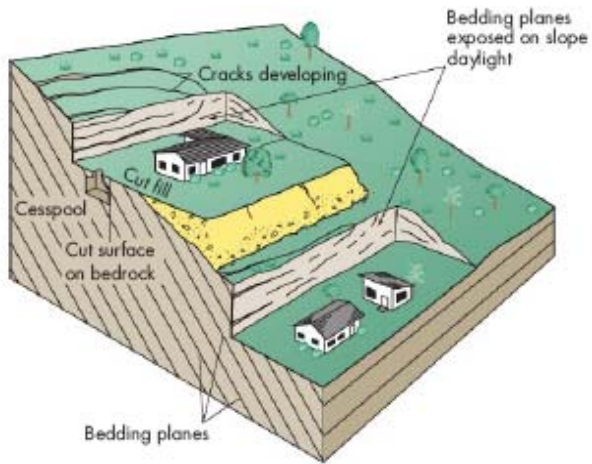
Movimientos de masas naturales y derivados de actividad humana



Obras de ingeniería en prevención de deslizamientos de masas

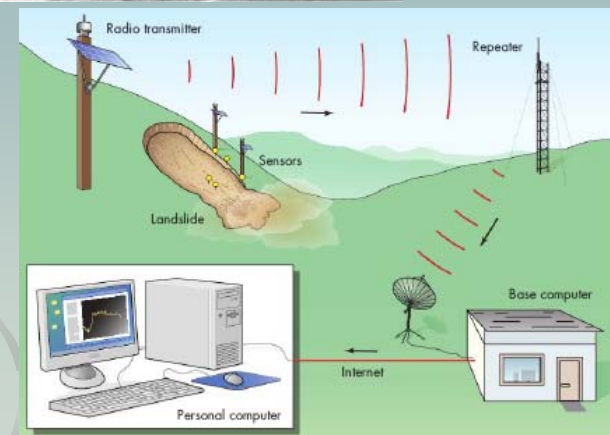


Desarrollo de grietas: señal de peligro inminente



Paredes de contención

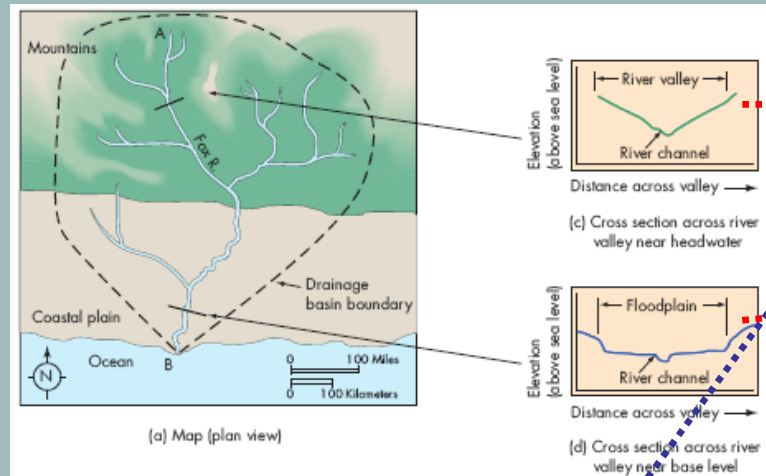
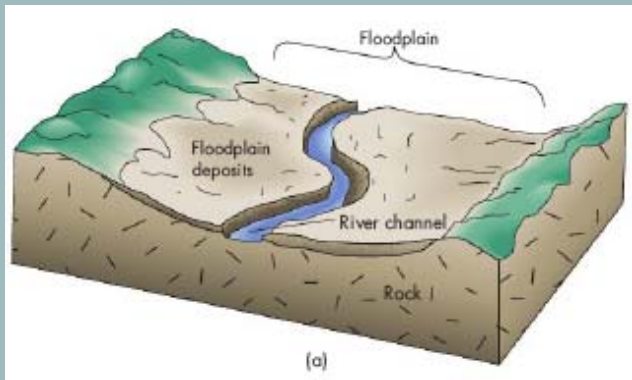
Sistemas de monitoreo para laderas con deslizamientos activos



Riesgos Geomorfológicos

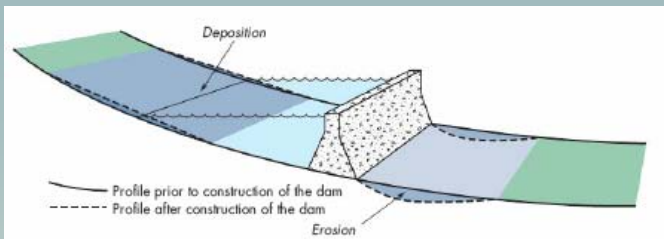
3) Inundaciones. - por tormentas, huracanes, tifones; o por derretimiento de nieve (ej. por actividad volcánica, produciendo desde inundaciones hasta avalanchas y flujos de lodo)

Ocupan las planicies de inundación, las cuales son más amplias cerca del nivel base de erosión local o general (el mar)

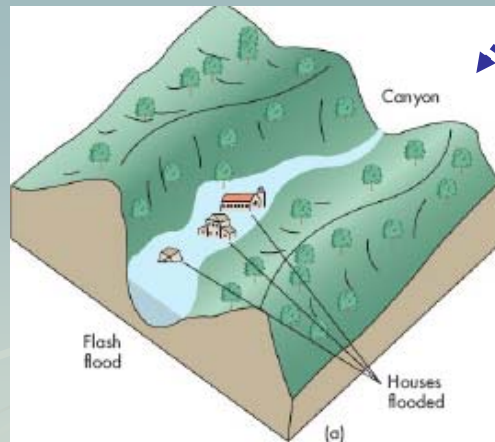


Nivel base de erosión

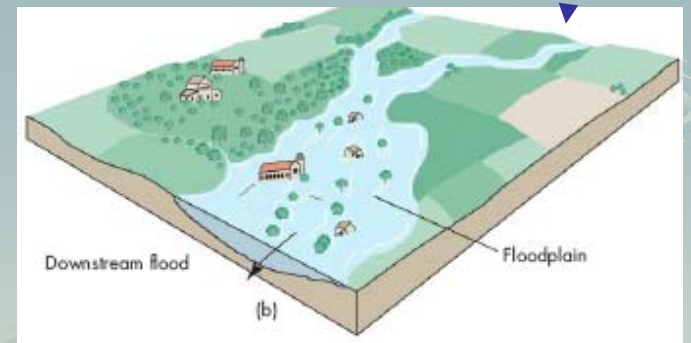
Perfil longitudinal de un río



Presas, represas, naturales o artificiales modifican el perfil del río y crean/modifican el nivel base de erosión local



Crecidas (riadas) o avenidas [flash floods] de cauce alto

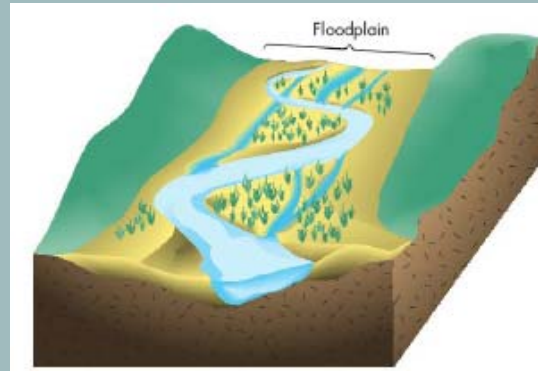
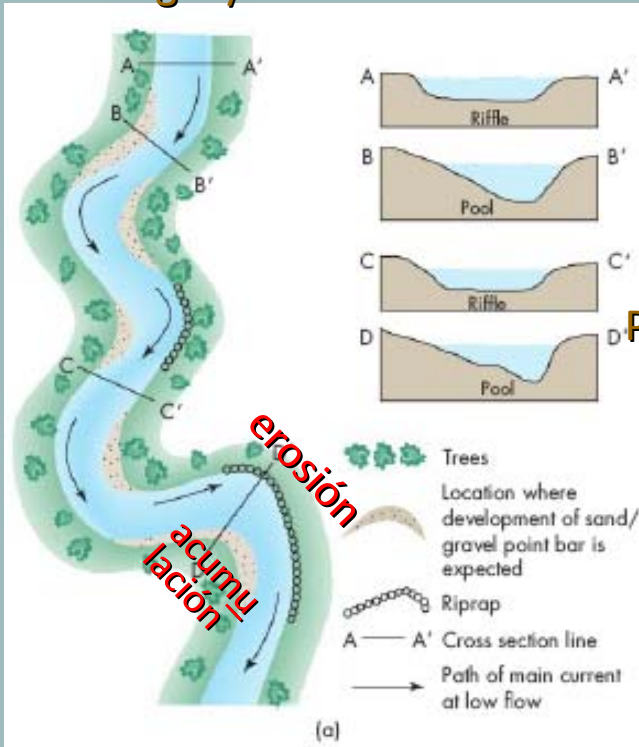


De planicie de inundación amplia de cauce bajo

Riesgos Geomorfológicos

3) Inundaciones.

Morfología y dinámica de un río



Planicie inundación natural



Planicie inundación con diques artificiales de prevención



ejemplos: afectaciones en planicies aluviales cercanas a nivel base de erosión y zonas costeras: inundaciones de Nueva Orleans (con Katrina), Villahermosa, Amsterdam, Venecia



N.Orleans 2005

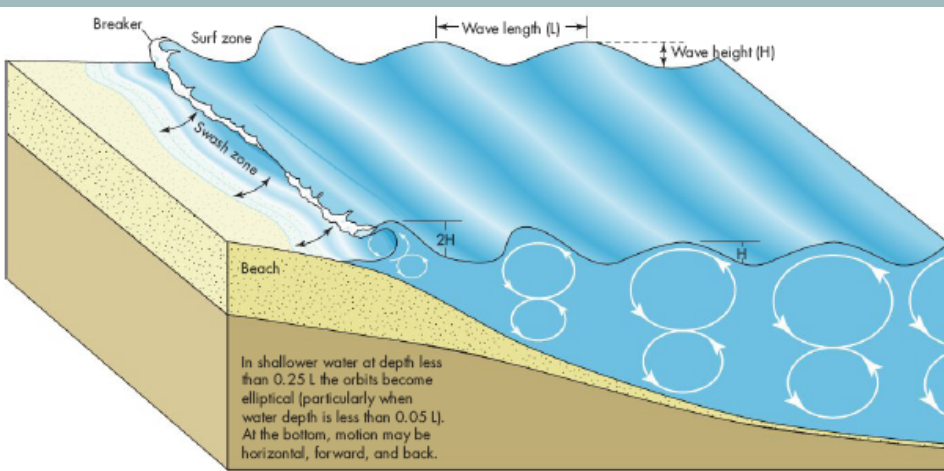


Villahermosa 2007

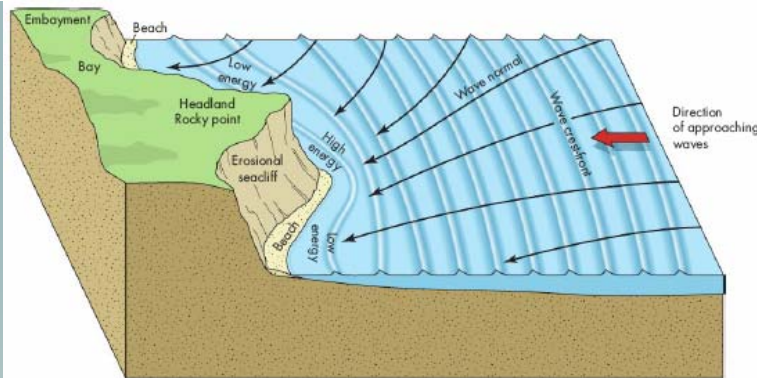
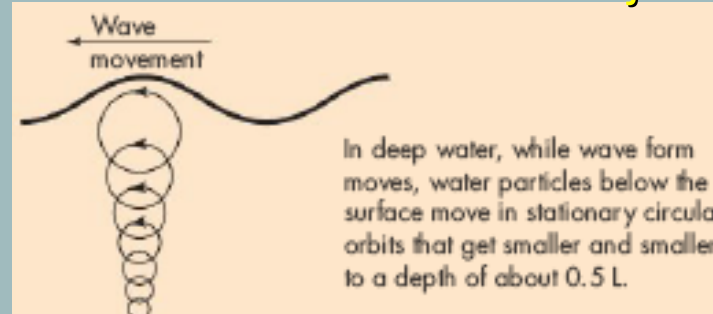


Riesgos Geomorfológicos

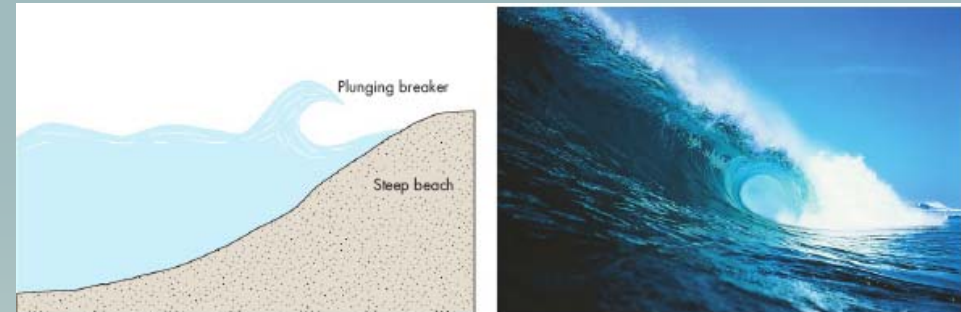
4) **Fluctuaciones costeras.**- levantamientos, hundimientos, erosión de línea costera. Por eventos meteorológicos y tectónicos



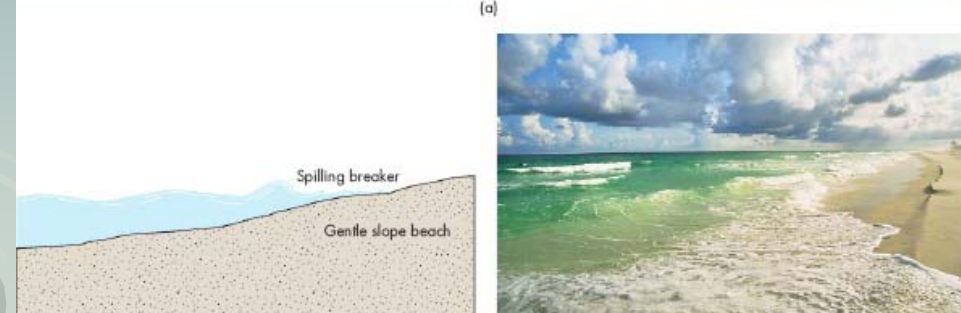
dinámica de acción del oleaje



refracción de olas y convergencia de energía



(a)



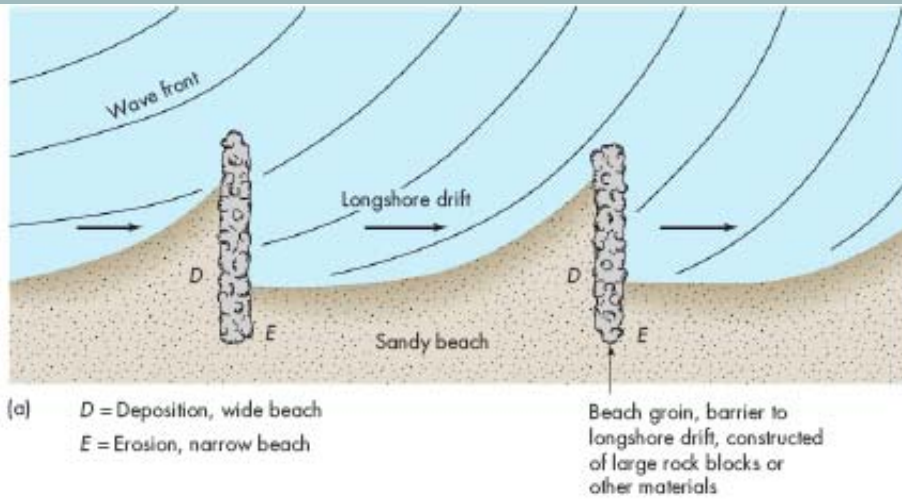
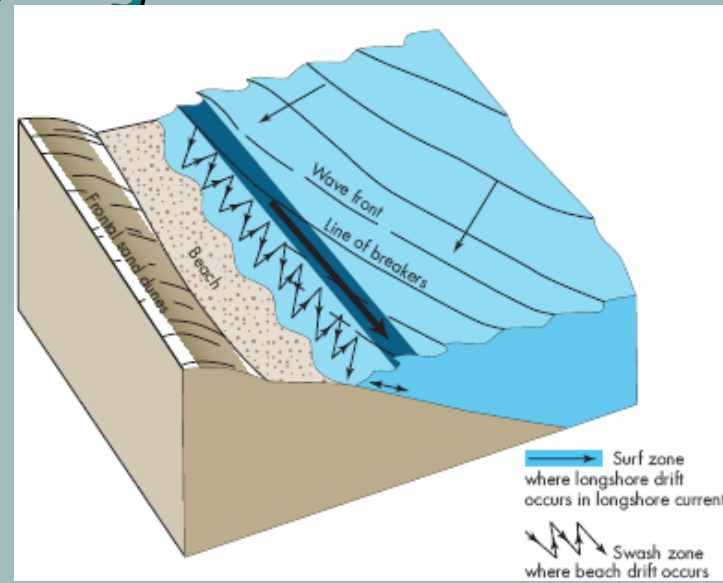
(b)

Influencia de la topografía del fondo marino

Riesgos Geomorfológicos

4) Fluctuaciones costeras.-

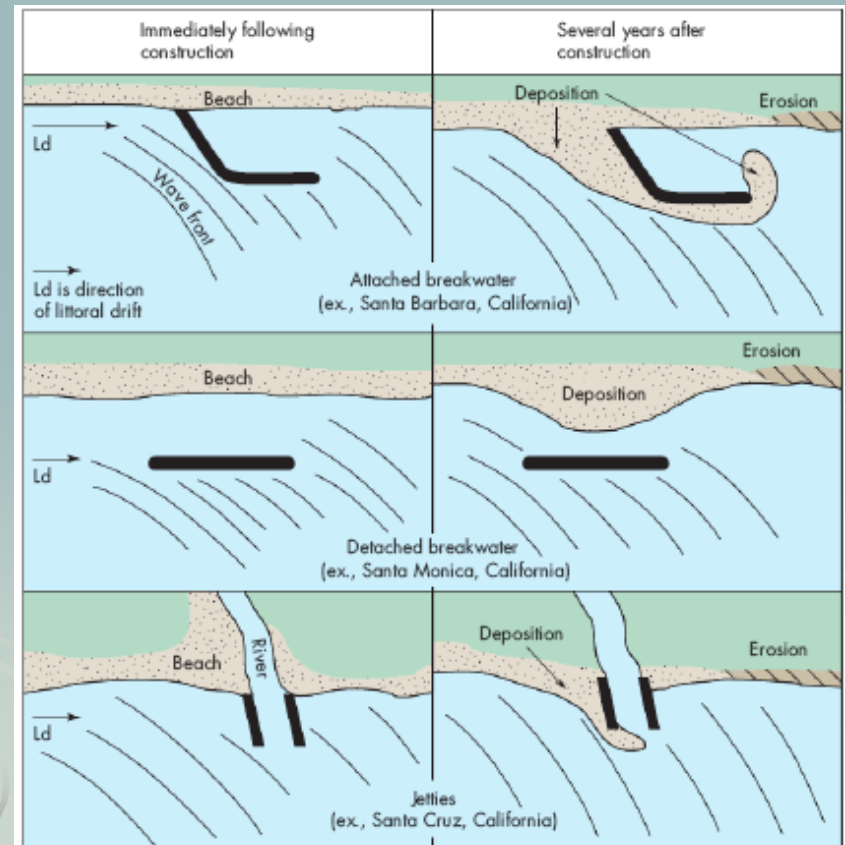
transporte del sedimento



diques para evitar transporte del sedimento



efectos en transporte-sedimentación debido a obras de ingeniería



Riesgos Geomorfológicos

4) Fluctuaciones costeras.-

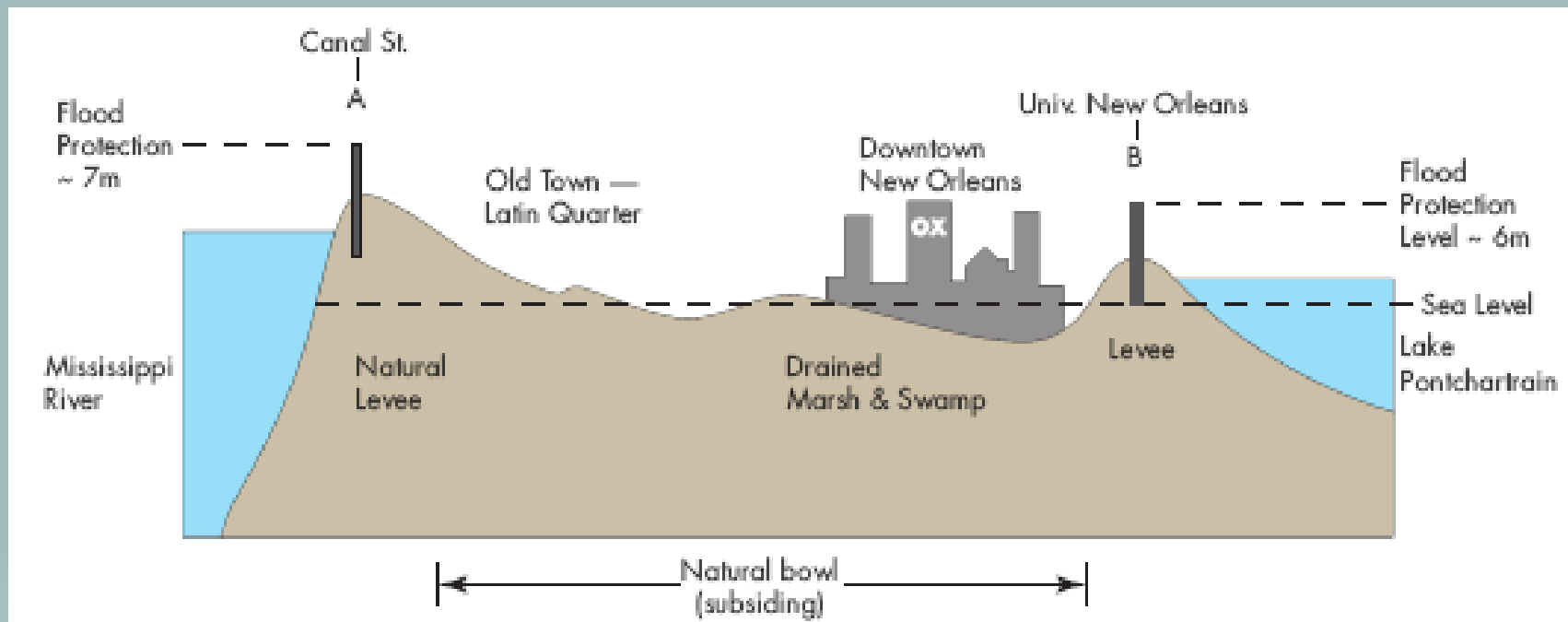
erosión costera por levantamiento tectónico y transporte de sedimento



Riesgos Geomorfológicos

4) Fluctuaciones costeras.-

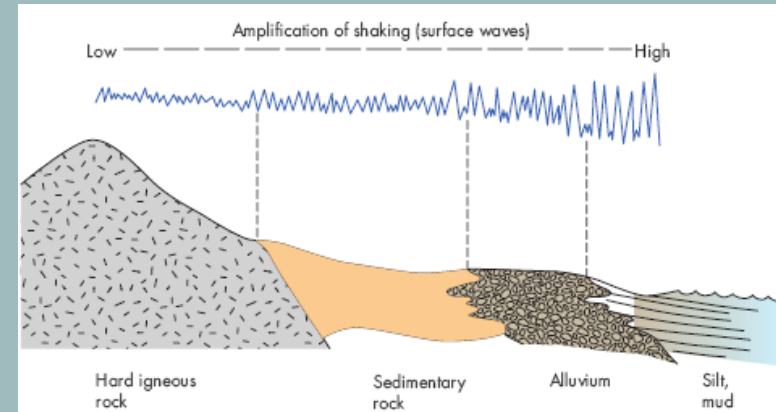
ciudades costeras bajo el nivel del mar: Nueva Orleans, Amsterdam



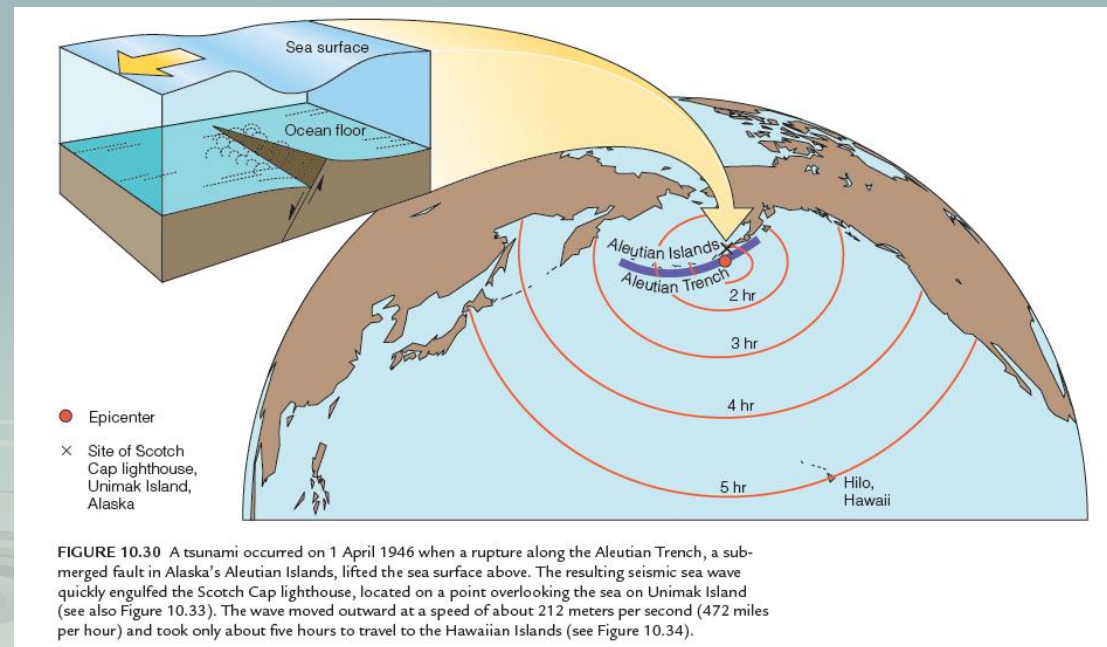
Riesgos Tectónicos

1) **Terremotos**.- en límites de placas, algunos intraplaca, ondas superficiales las más destructivas. *Divergentes y transformantes (Ej. San Francisco, Haití) : de epicentro somero; Convergentes de epicentro somero a profundo (Ej. Sur de México).*

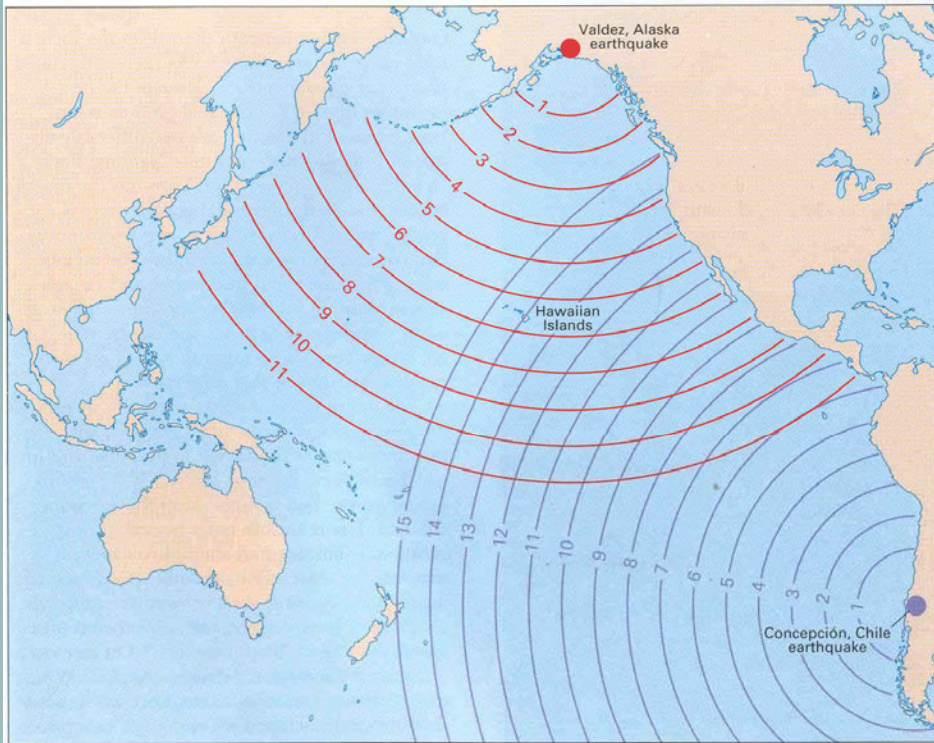
El sustrato geológico es factor de importancia



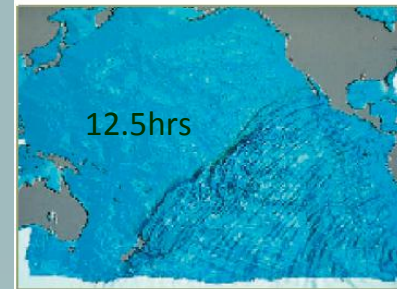
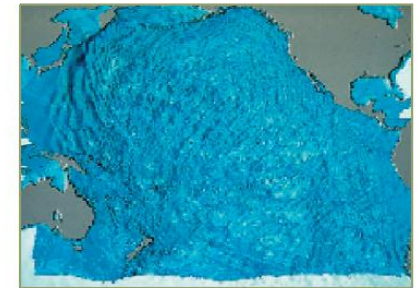
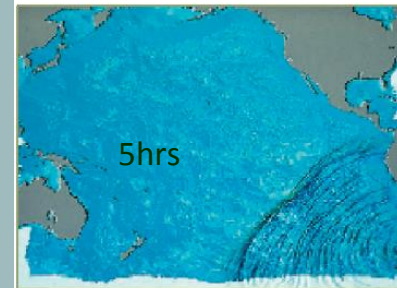
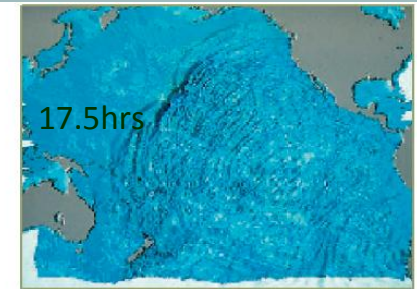
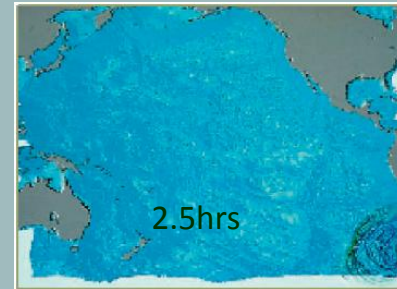
2) **Tsunamis**.- Producidos por un desplazamiento súbito de las aguas oceánicas. Causan daños a cientos de kilómetros de donde se originan



2) Tsunamis.- Riesgos Tectónicos



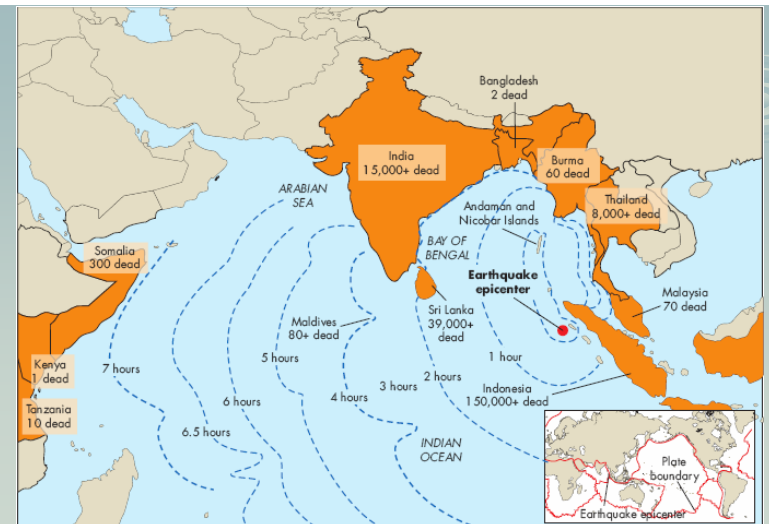
The Hawaiian Islands are especially vulnerable to destructive tsunamis generated by major earthquakes in the circum-Pacific Ring of Fire. Travel times (in hours) are shown for the tsunamis produced by the 1960 Concepción, Chile, earthquake (purple curves) and by the 1964 Good Friday, Valdez (Anchorage), Alaska earthquake (red curves). The 1960 tsunamis killed 61 people and caused about \$24 million in damage.



ACTIVE FIGURE 10.31 A computer simulation of the movement of a 1960 tsunami that originated in western Chile and sent destructive waves to Japan. The images represent the successive positions of the waves (a) 2.5 hours after the earthquake, (b) 5 hours after, (c) 12.5 hours after, (d) 17.5 hours after, and (e) reaching Japan after 22.5 hours of travel. (Source: Research by Philip L.F. Liv, Seung Nam Seo, and Sung Bum Yoon, and Civil and Environmental Engineers, Cornell University. Visualization by Catherine Devine, Cornell Theory Center. Used by permission.)

Oceanography Now™ | At the Active Figures link at <http://oceanography.brookscole.com/garrison5e> you can view a computer simulation of a tsunami.

Tsunami de Indonesia, 2004



Riesgos Tectónicos

3) Riesgo volcánico.- Composición y consecuentemente marco tectónico es factor de importancia para grado de riesgo

composiciones más silíceas son las de mayor riesgo
vulcanismo explosivo > riesgo que efusivo



flujo de lava



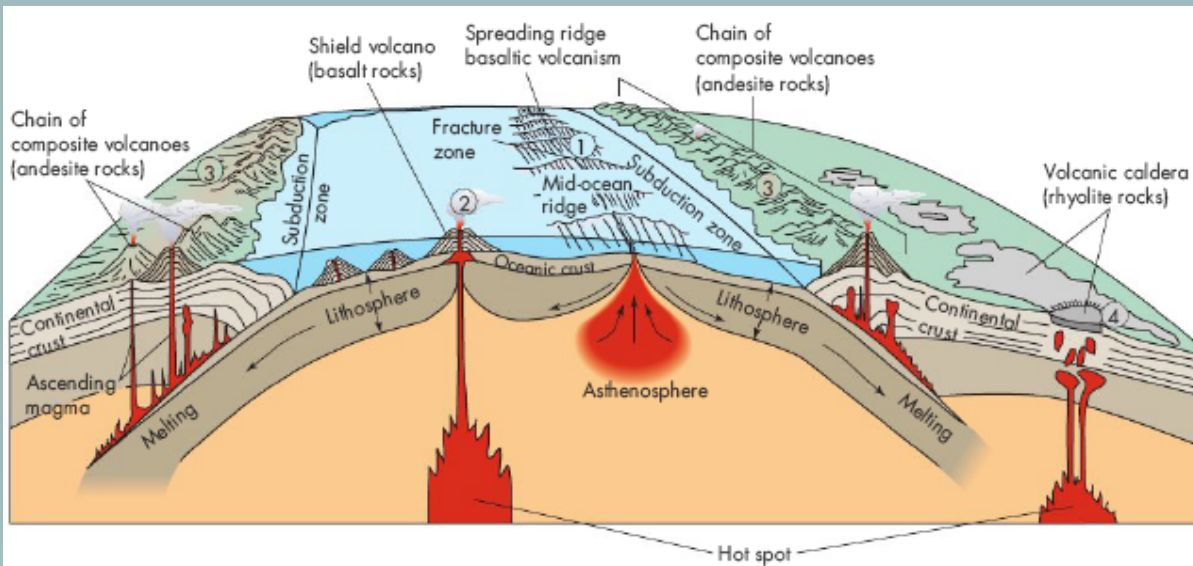
flujo piroclástico



flujo piroclástico



caída ceniza



Flujos de lava °T > 850°C, basaltos > 1100°C Veloc.: m/hra (basaltos - m/día)

Flujos piroclásticos
[avalanchas, lahares]

> 500°C [fríos] Veloc 300 m/s

Sepultamiento, control topográfico, evacuación inmediata

Caída de cenizas

Sepultamiento, asfixia, aviación, cambio climático; control vientos, evacuación inmediata

Por columnas eruptivas > 20 km altura.

Incendios, control topográfico, permite evacuación

Riesgos de origen extra-terrestre del sistema solar

1) Impacto meteórico.- asteroides, meteoritos; y *cometas*

Entran a la atmósfera a altas velocidades entre 12 y 72 km/s. Producen incendios y devastación forestal y grandes nubes de polvo

Pueden ser causa de cambio climático y

detonante o
coadyuvante de
extinciones



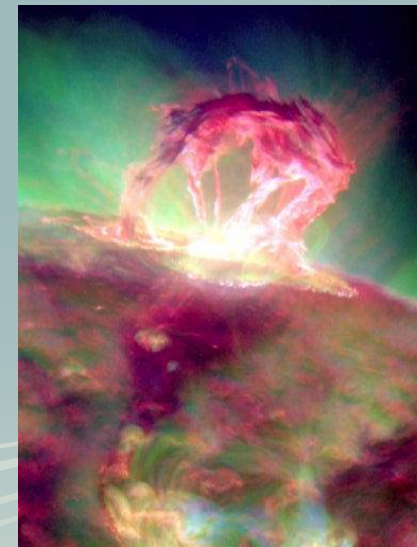
Cráter de Arizona de 50 ka y 1.2 km diam

2) Radiación electromagnética.- Debido a la naturaleza e intensidad de la radiación solar

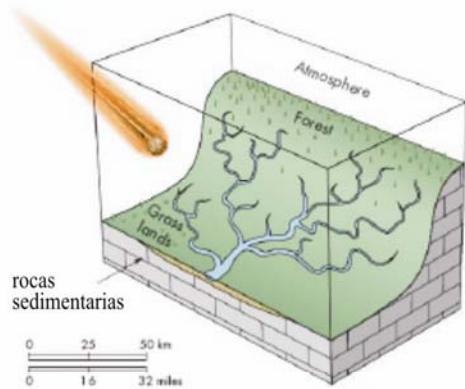
Radiación UV y de **rayos gamma** son letales (UV daña el tejido celular de los organismos con base en C), provenientes del sol y estrellas de galaxias distantes respectivamente. **La capa de Ozono (O₃) las absorbe**

Posibles causantes/detonantes de extinciones

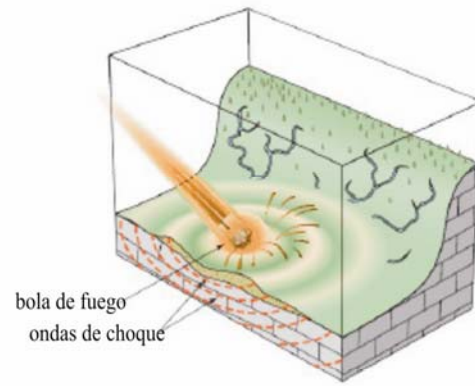
En máximos solares el > flujo de plasma en el viento solar puede alterar la actividad magnetosférica ocasionando fallos en las comunicaciones satelitales, sistemas de navegación, GPS



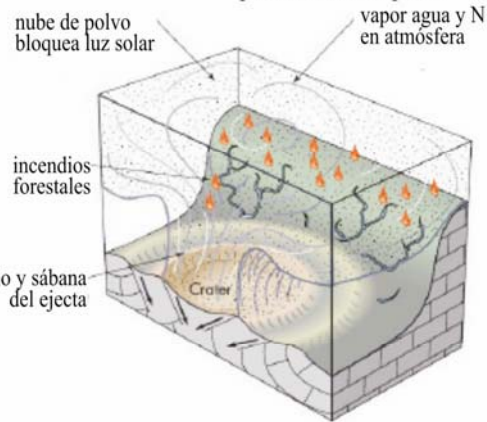
Los clorofluorocarbonos CFCs contenidos en algunos sprays (1930s-70s) provocaron una disminución de la capa de Ozono de hasta el 60% en la Antártida



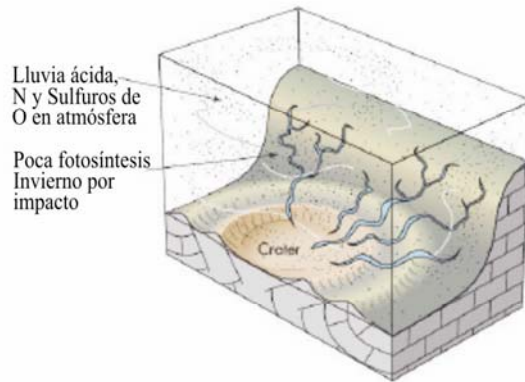
poco antes del Impacto



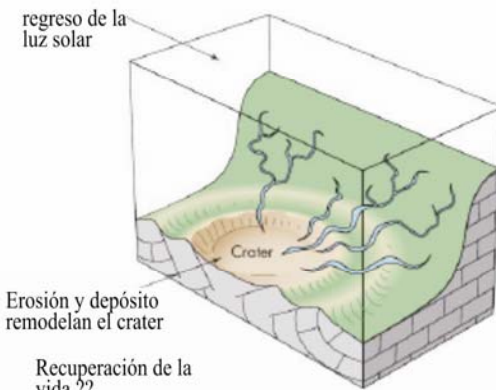
Durante el impacto



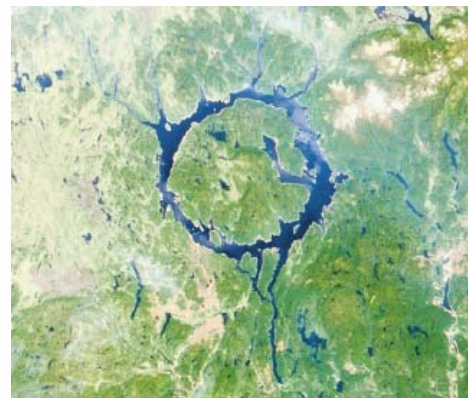
minutos después del Impacto



1 mes después



meses después, terminados el polvo y lluvia ácida



Asteroides y meteoritos: Decenas a centenas de km. En cinturón de asteroides entre Marte y Júpiter, al colisionar entre sí salen de su órbita, se rompen en cuerpos menores (meteoritos), al entrar en la atmósfera se observan como “estrellas fugaces”, “lluvia de estrellas”. Son carbonosos, metálicos (Fe, Ni) o rocosos (con Px y Ol)

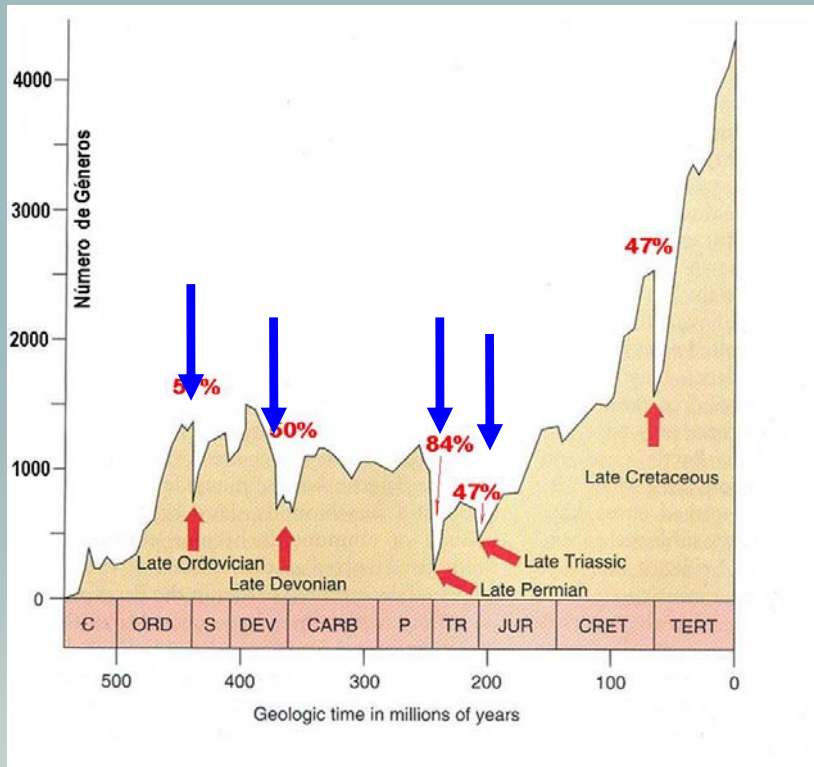
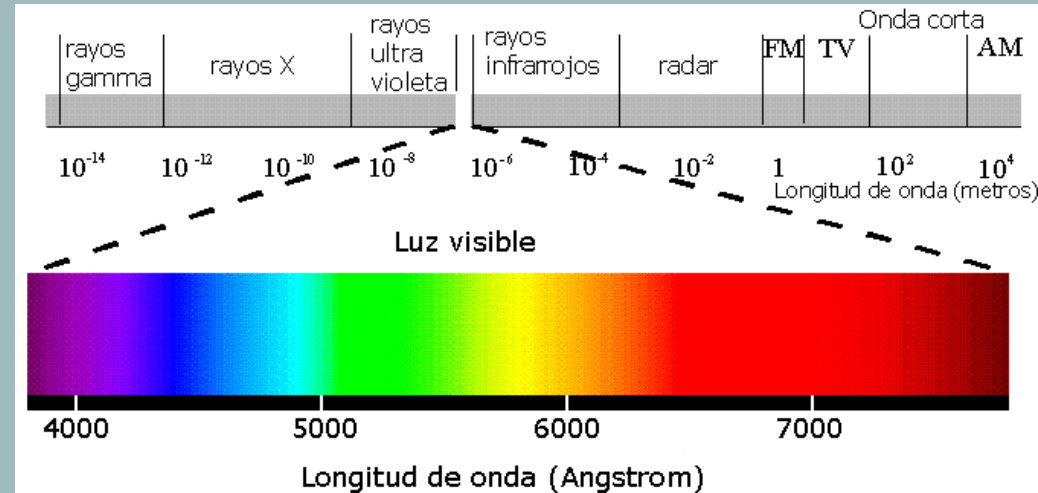
cometas: de m a centenas de km con un núcleo rocoso rodeado por hielo y cubierto por un polvo rico en Carbón originados más allá de Neptuno, en cinturón Kuiper y la nube Oort

Se colectan más fácilmente en la Antártica, en otros campos glaciares y algunas zonas desérticas. “Explotan” a km de altura y/o colisionan, dando lugar a cráteres de impacto

Riesgos de origen extra-terrestre del sistema solar

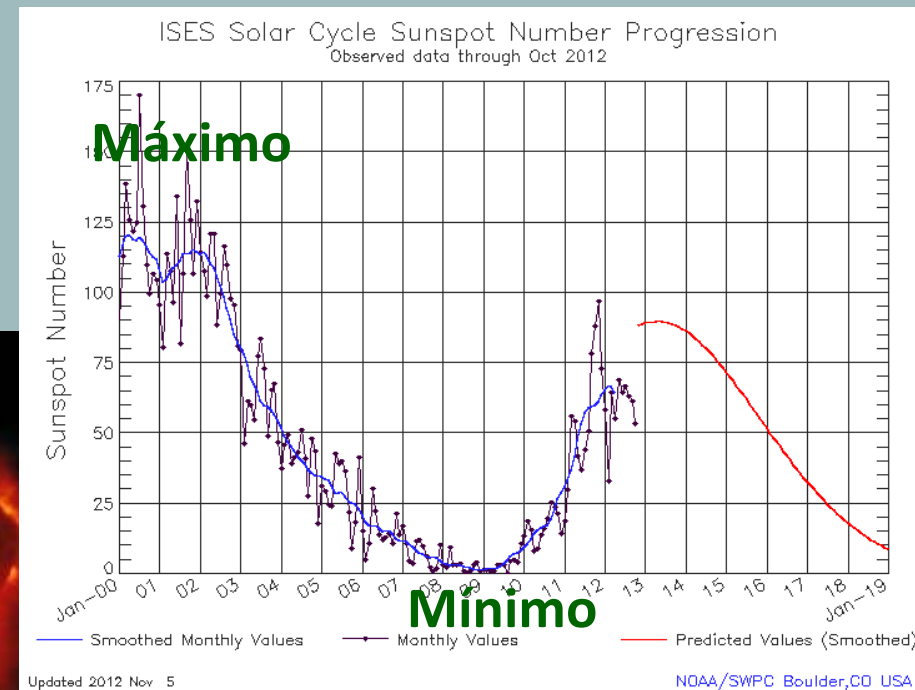
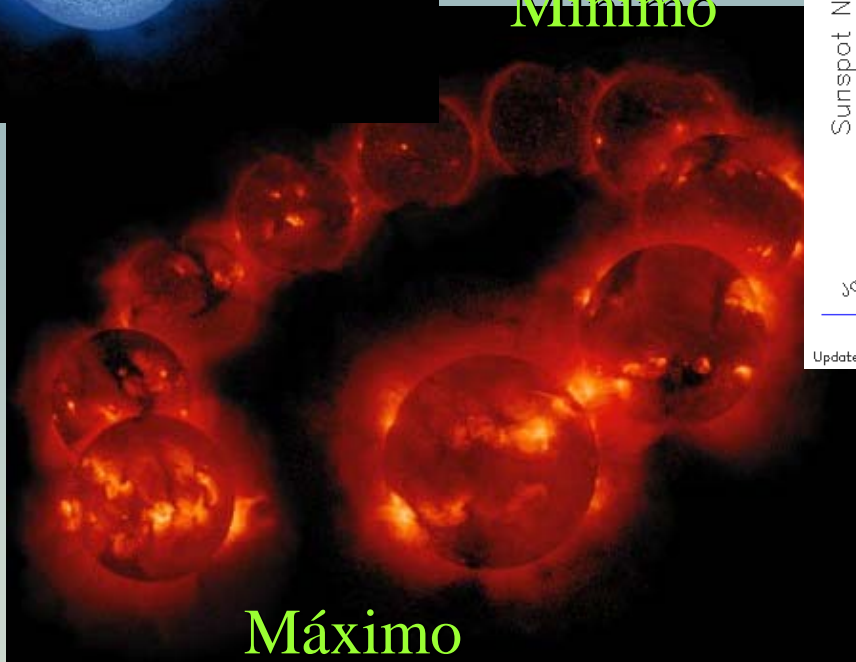
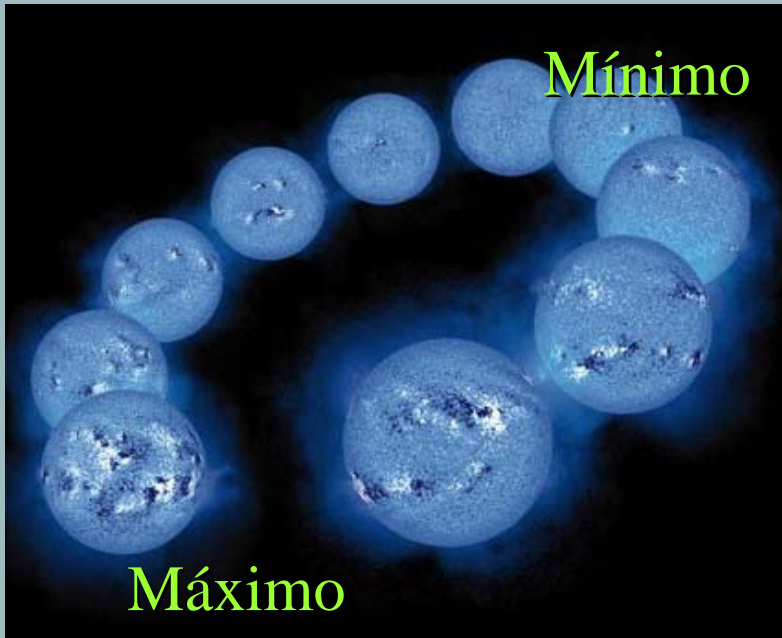
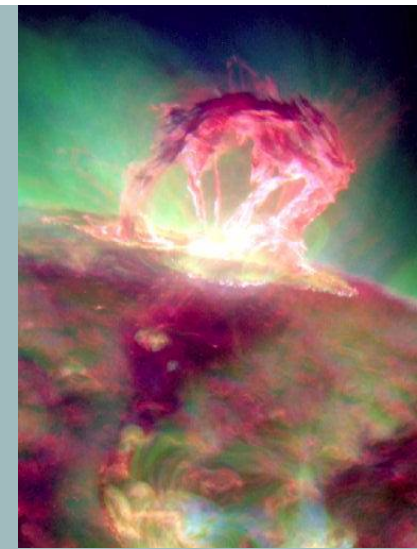
Radiación UV y rayos gamma, en el espectro electromagnético.

los rayos gamma son de muy alta energía, son aún más peligrosos que las radiaciones UV, adicionalmente puede romper las moléculas de O_3



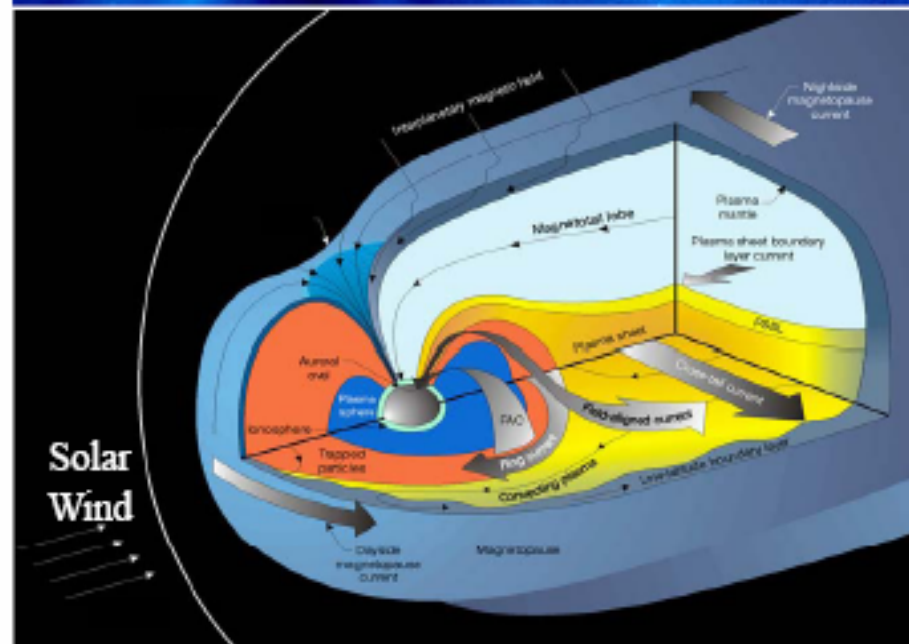
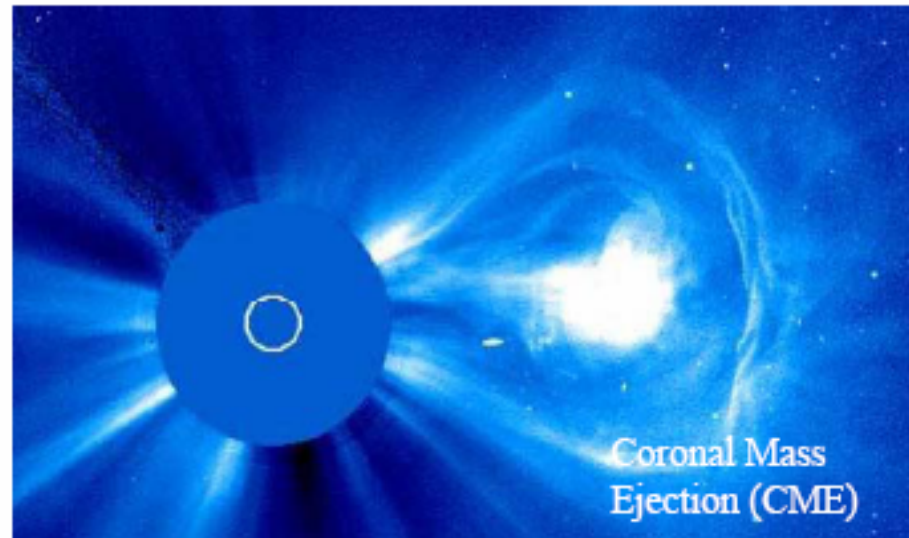
Es posible que algunas extinciones masivas "periódicas" o extinciones súbitas de familias enteras, estén relacionadas con > cantidades de rayos gamma debido a la explosión de estrellas en galaxias distantes o hayan actuado como detonante de estas extinciones

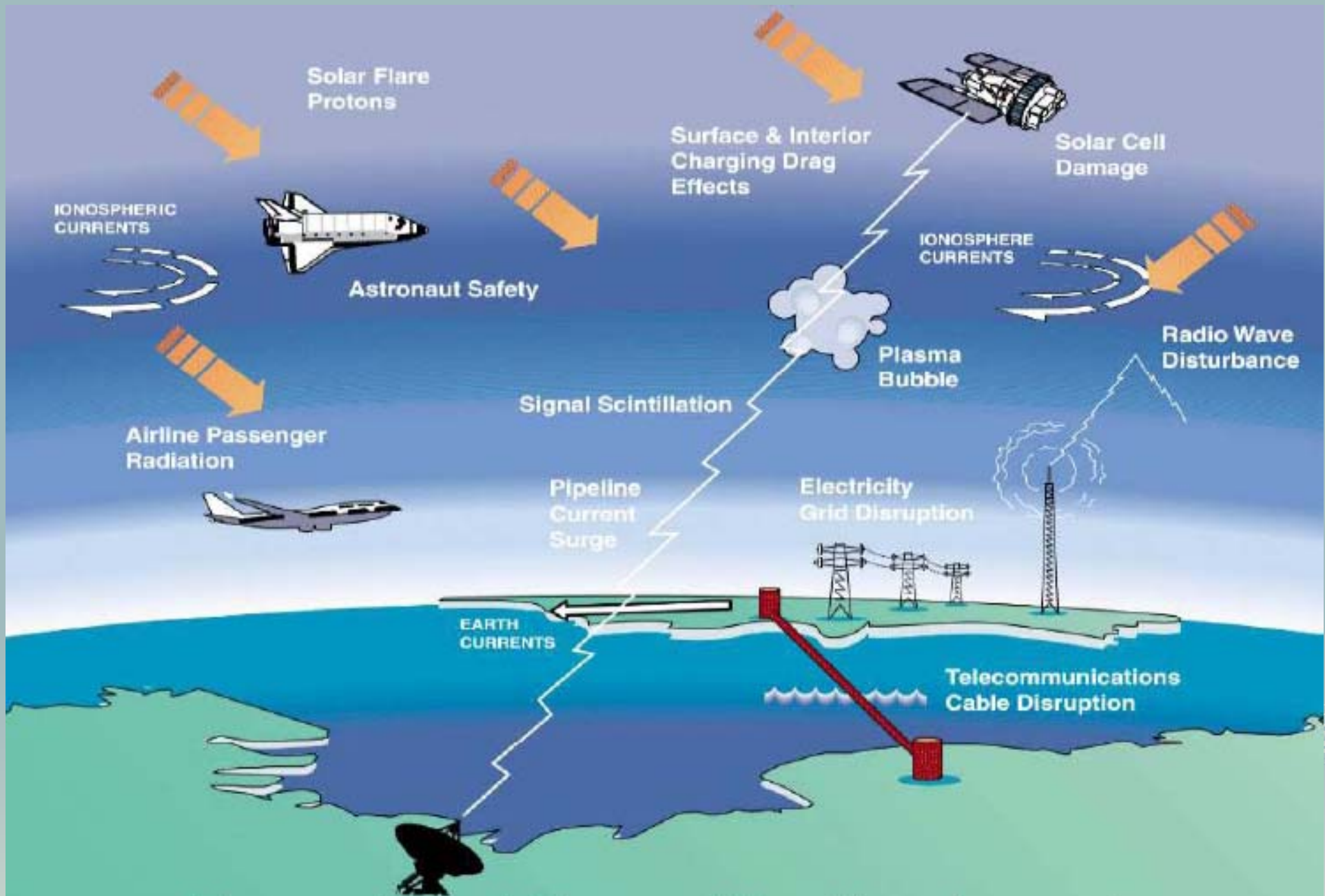
Los ciclos solares de 11 años que van de una mayor a una menor intensidad de manchas solares, lo que implica un $>$ a $<$ flujo de plasma en el viento solar. Se pueden producir una mayor cantidad de tormentas magnéticas y alterar la actividad magnetosférica ocasionando fallos en las comunicaciones satelitales, sistemas de navegación, GPS



An Emerging Technological Hazard

- Solar activity: CMEs & high-speed solar wind
 - ↓ CMEs = Coronal mass ejections
- Magnetospheric activity
 - ↓
- Enhancement of radiation belts
 - ↓
- Radiation
 - Satellites
 - 'Single event upsets', arcing due to high potentials
 - GPS accuracy
 - Scintillation





Examples of Space Weather Impacts

Riesgos de salud por exposición a materiales geológicos

Asbestos.- minerales silicatados químicamente inertes con forma de fibras, flexibles y resistentes al calor: inflamables y aislantes. Es material carcinógeno (cáncer en pulmones y estómago, *asbestosis*, en pueblos donde se explota). su versátil característica fibrosa es causa de su letalidad con periodos muy largos de latencia. Su uso declinó después de los 80s

Radón Rn.- gas químicamente inerte, invisible, inodoro y radioactivo (elemento de la serie de decaimiento $U \rightarrow Th$). Daño en tejidos del pulmón (cáncer). Peligroso cuando se mueve en la carpeta edáfica o en las grietas y fracturas de un acuífero, puede quedar atrapado en construcciones. Emite radiaciones alpha por decaimiento radioactivo \rightarrow Polonio

Zinc.- tóxico para organismos acuáticos, libera gases inflamable al contacto con agua, su contacto con piel y ojos puede ser letal, asociado con el cáncer de próstata

Mercurio; Azufre, Fluor.