

GEOLOGÍA AMBIENTAL

PARTE 2.- RIESGOS Y DESASTRES



PROFESOR ISMAEL MINJÁREZ SOSA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA
UNIVERSIDAD DE SONORA

GEOLOGÍA AMBIENTAL



SEMESTRE 2019-2

DESASTRES



DESDE EL PRINCIPIO DE SU HISTORIA EL
HOMBRE HA CONVIVIDO CON LOS
DESASTRES

Desastres más notables de la historia:

- Erupción del volcán Toba, Indonesia, 72,000 A.C. Mas del 90 % de humanos murieron
- Erupción del Volcán Tera, Mediterráneo. 200,A.C. Caída Civilización Minoica
- Erupción del Vesuvio, Pompeya, 70, D.C.
- Gripe Española, 1918, 100 millones de muertos
- Peste Negra,Asia y Europa, 1300, Millones de vidas
- Epidemia de Viruela,América, 1500--. Millones de muertos. Conquista Española
- Inundaciones Río Amarillo, China, 1887, 2.5 millones de muertos
- Terremoto, China, Shaanxi, 1556, 830 mil muertos
- Ciclón Bahía de Bengala, Pakistan, 1970, un millón de muertos
- Segunda Guerra Mundial, 1940-1945, 50 millones de muertos



Mural Que Representa La Historia Maya De Desastres Naturales



DESASTRES EN LA HISTORIA



Managua, 1931



Armero, Colombia, 1985



Mexico, 1985



Hermosillo, 1972

DESASTRE

Una seria interrupción del funcionamiento de una comunidad o sociedad a cualquier escala, debida a eventos catastróficos que interactúan con condiciones de exposición, vulnerabilidad y capacidad, generando pérdidas o impactos en uno o más de los aspectos: humano, material, económico y ambiental. (UNDRR)

- Es un fenómeno extremo
- De gran intensidad
- De duración limitada
- Ocurre en una localización específica
- Implica la interacción compleja entre sistemas físicos y humanos.
- Ocasiona pérdidas humanas , daños a la infraestructura, economía o ambiente.
- Interrumpe los sistemas de subsistencia y de la sociedad.
- Excede las capacidades locales y sus recursos

SI EL DESASTRE SE
PRODUCE POR
ALGÚN
FENÓMENO
NATURAL O
HUMANO
INVOLUNTARIO.

COMO LO ESTUDIAMOS?

COMO PODEMOS PREVENIRLO?

PODEMOS REDUCIR SUS EFECTOS?

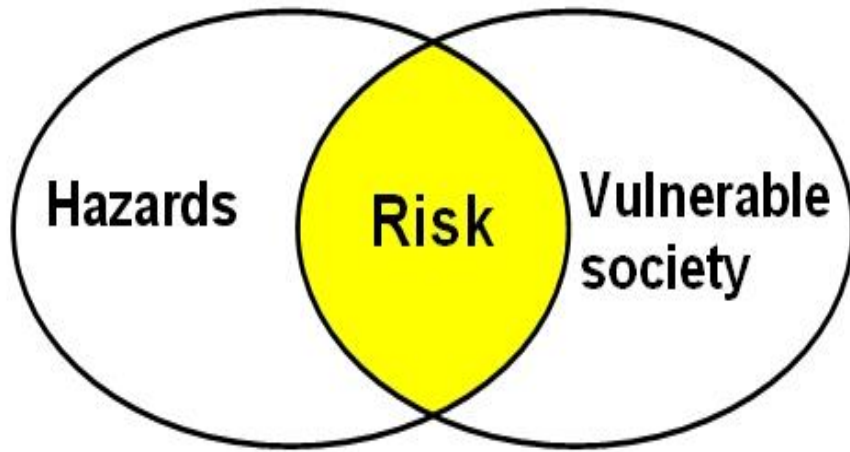
SI ESTAR PERMANENTEMENTE
PREPARADOS ES INCOSTEABLE,
QUE PODEMOS HACER?

PELIGRO, DESASTRES, VULNERABILIDAD Y RIESGO

- Un ***peligro o amenaza*** hace referencia a la ocurrencia potencial, en un intervalo de tiempo y un área geográfica específicos, de un fenómeno natural o antropogénico, que puede tener un efecto negativo sobre vidas humanas, pertenencias o actividades, hasta el punto de causar un desastre.
- La materialización de un peligro (el terremoto, la inundación o el ciclón, p. ej.) se convierte en un ***desastre*** cuando de ella se derivan daños, pérdidas de vidas humanas o bases de subsistencia, desplazamientos o pérdida de hogares y/o destrucción y daños de infraestructuras y pertenencias.

PELIGRO, DESASTRES, VULNERABILIDAD Y RIESGO

- La **vulnerabilidad estructural o física** describe el grado hasta el cual una estructura o sociedad es susceptible de ser dañada o alterada en una situación de peligro.
- Se indica como valor desde 0 (no daños) hasta 1 o 100 (destrucción total).
- La **vulnerabilidad humana** es la falta relativa de capacidad de una persona o comunidad para prever un peligro, hacerle frente, resistirlo y recuperarse de su impacto.



Hazard & risk materialize



Quando el peligro y el riesgo se materializan entonces tenemos un desastre

PELIGRO, VULNERABILIDAD Y RIESGO

Elementos bajo riesgo son todos los elementos físicos (edificios, contenido de edificios, personas, líneas de transporte, redes de vida, superficie ambiental, y no físicos (actividades económicos, características de personas y comunidades) que pueden ser afectados por un fenómeno natural.



ENTONCES EL RIESGO SE PUEDE MEDIR.

Y COMO SE EXPRESA?

Riesgo = Peligro * Vulnerabilidad * Costos

Peligro: es la probabilidad de ocurrencia de evento va de 0 a 1.

Vulnerabilidad: Es la susceptibilidad de tener daños por efecto del Peligro. Va de 0 a 1.

Costos: Se refiere a los elementos en riesgo y toma las unidades de los elementos en riesgo: vidas, dinero, hectáreas de cultivo, de bosque, etcétera.



AMENAZAS, VULNERABILIDAD Y RIESGO

Riesgo = Probabilidad * Vulnerabilidad * Costos

$$\text{Riesgo} = P * V * C$$

Para Riesgos Ambientales

Riesgo = Peligro * Vulnerabilidad * Exposición * Costos

CLASIFICACIÓN DE DESASTRES

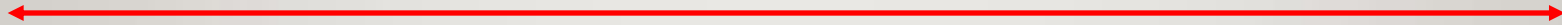
- *Desastres Naturales son eventos causados por fenómenos puramente naturales.*
- *Con influencia humana, producidos por la acción del hombre.*
- *Humanos, producidos por causas naturales y acelerados o agravados por la acción del hombre.*

TIPOS DE DESASTRES

Naturales

Con influencia humana

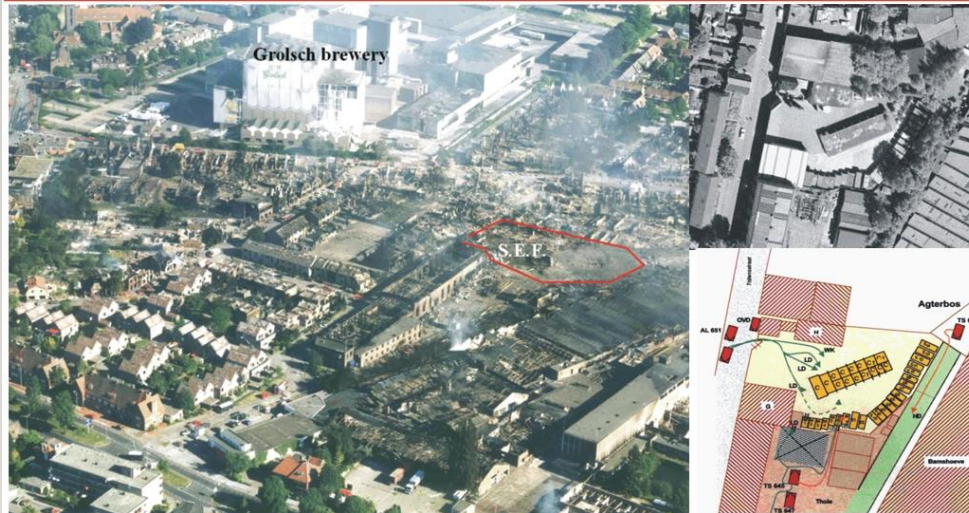
Humanos



Meteorológico	Geológicos- Geomorfológico	Ecológicos	Tecnológicos	Globales- Ambientales	Extra- terrestres
Sequía Tormentas de polvo Inundación Tormentas eléctricas Tormentas de viento Tornados Huracanes Ciclones	Terremotos Tsunamis Erupciones volcánicas Deslizamiento Avalanchas de nieve Hundimientos Colapsos Contaminación de agua subterránea Quema de carbón Erosión costera	Enfermedades de cultivos Plagas de insectos Incendios forestales Declive de manglares Declive de arrecifes de coral	Conflictos armados Minas terrestres Accidentes químicos y nucleares Derrames de petróleo Contaminación de agua-suelo-aire Pesticidas Incendios Accidentes de tráfico	Lluvia ácida Contaminación atmosférica Efecto invernadero Aumento del nivel del mar El Niño Reducción del Ozono	Impacto de asteroides Aurora boreal

EJEMPLO: DESASTRES TECNOLÓGICOS

Size of the disaster area	40 ha
Number of inhabitants in most affected zone	4163
Number of completely destroyed houses	205
Number of completely damaged business and industrial buildings	± 50
Number of houses declared "inhabitable"	293
Number of damaged houses outside mostly affected zone	ca. 1500
Number of persons killed	22
Number of persons injured	947
Number of homeless persons	1250
Number of persons that had to be evacuated	± 10.000
Total material damage	0.5 billion Euro



Explosión de fuegos artificiales en Holanda

- <http://uk.youtube.com/watch?v=MVqCWErj2Pc>
- http://uk.youtube.com/watch?v=Ks5X0N8M_o8

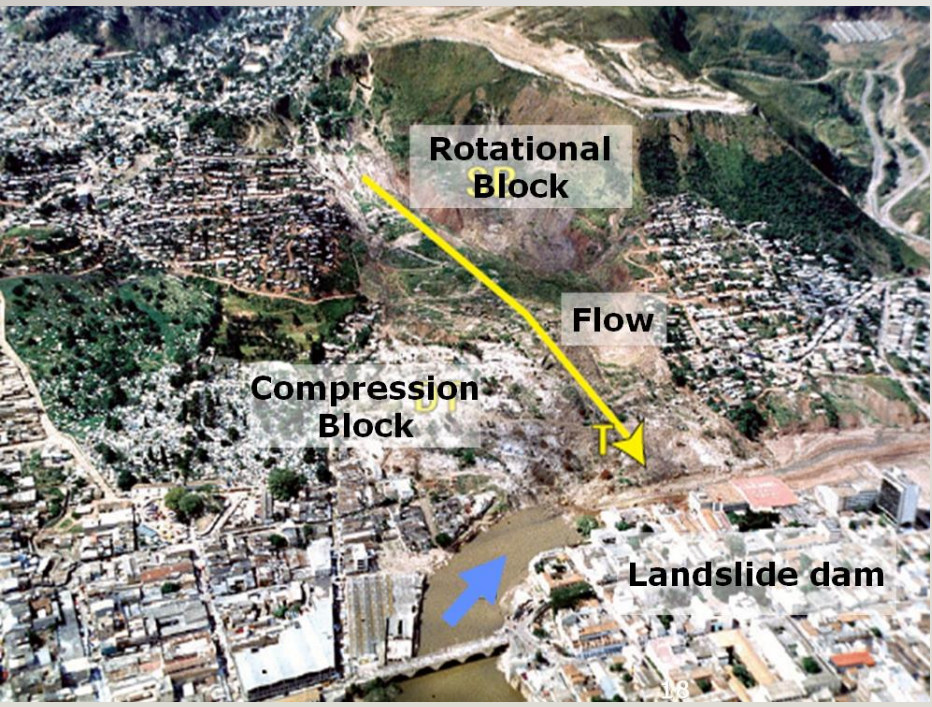
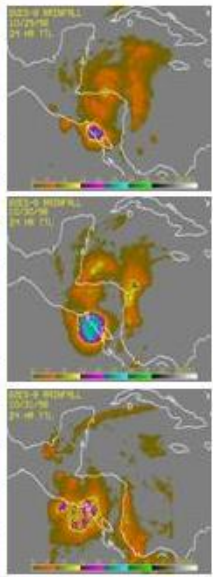
EXPLOSIONES, DERRAMES, FUGAS



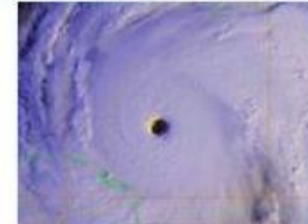
2012

EJEMPLO: HURACÁN MITCH

Region	Direct deaths	Damage
Panama	3	Unknown
Costa Rica	7	\$92 million
Jamaica	3	Unknown
Nicaragua	3,800	\$1 billion
Honduras	7,000	\$3.8 billion
Guatemala	268	\$748 million
El Salvador	240	\$400 million
Belize	11	Unknown
Mexico	9	Unknown
United States	2	\$40 million
Offshore	31	N/A
Total	~11,374	\$6 billion



**DESASTRE
METEOROLÓGICO**



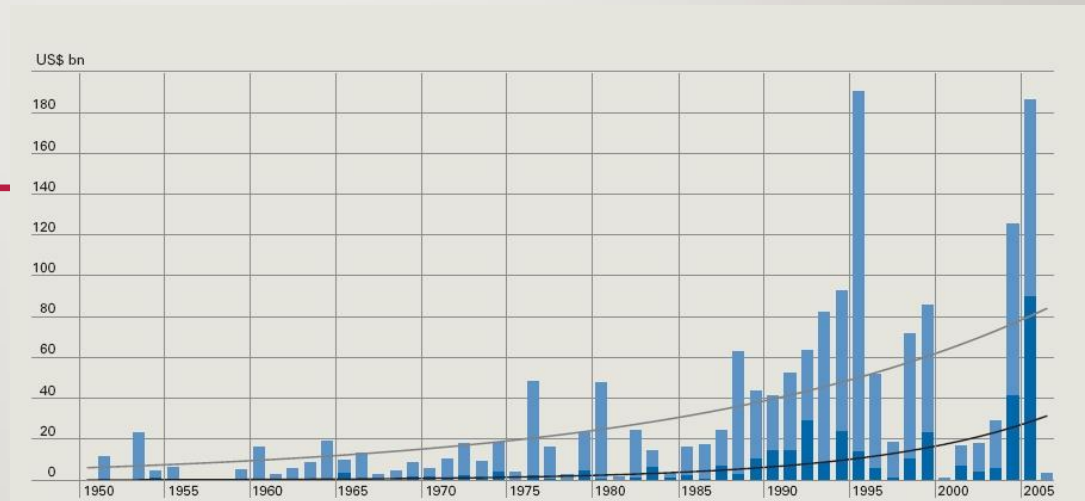
Ejemplo: Terremoto en China 2008



TENDENCIA: AUMENTO DE DESASTRES

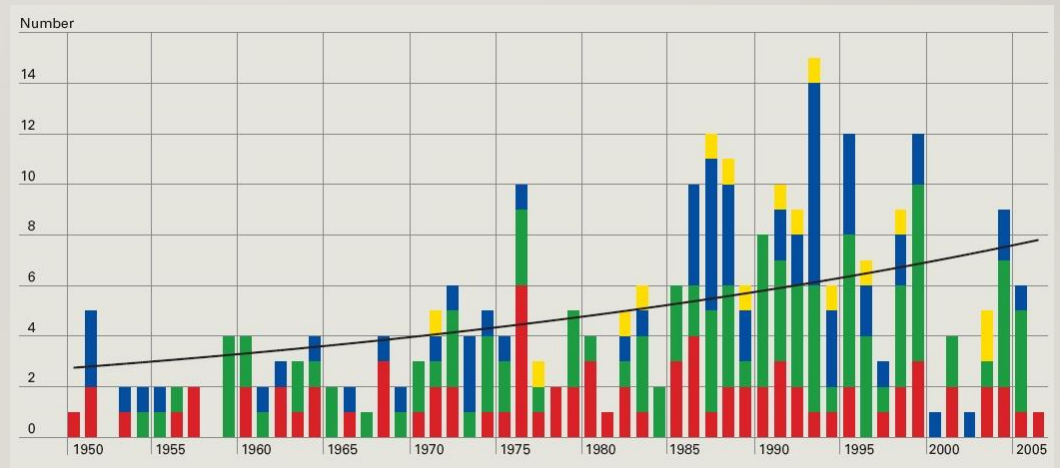
Aumento

- Número: 3x
- Pérdidas: 8x



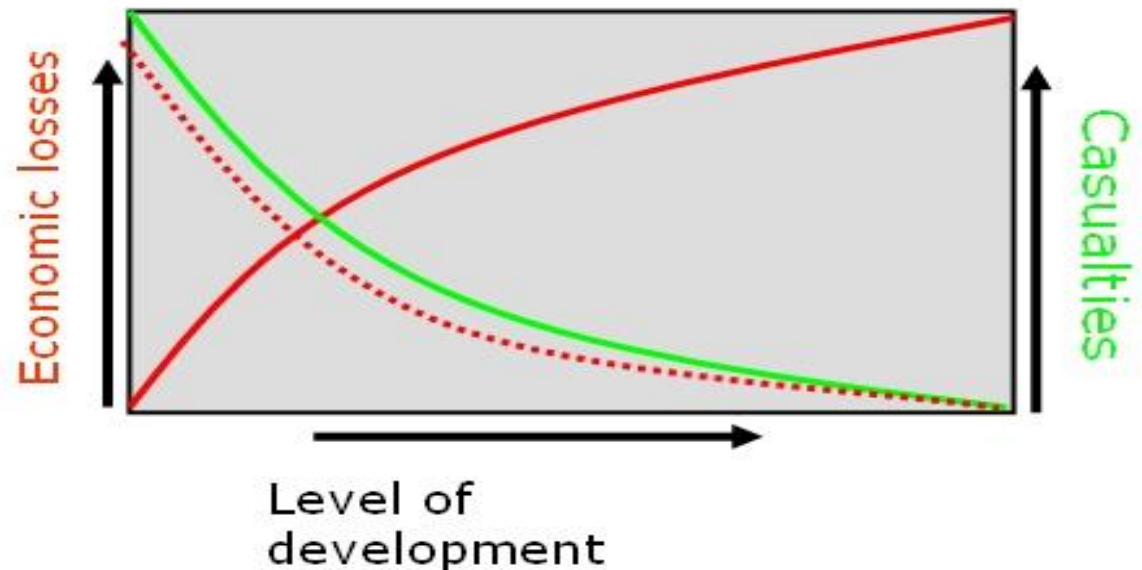
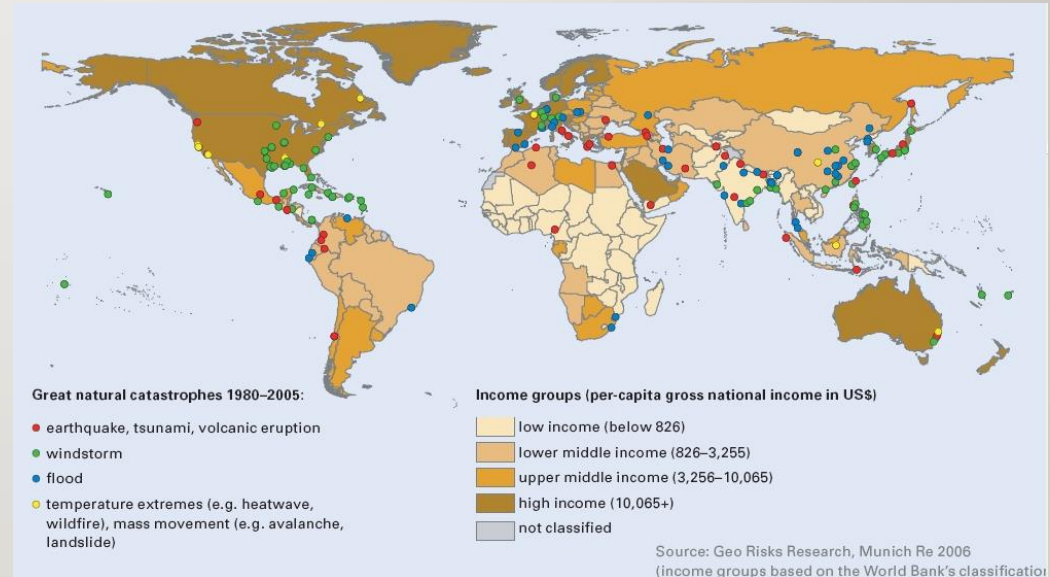
Razones

- Vulnerabilidad
- Peligro



DESASTRES Y DESARROLLO

- No se limitan a países desarrollados
- El efecto es más grande en países en desarrollo
- Hay mejoras debido al **manejo de desastres**.



DESASTRES Y DESARROLLO

- Relación inversa entre el nivel de desarrollo y las pérdidas de vidas humanas en caso de desastre.
- El 95 por ciento de las muertes ocurren en países en desarrollo, donde viven más de 4.200 millones de personas.
- Las pérdidas económicas atribuidas a amenazas naturales en países en vías de desarrollo, puede representar tanto como el 10% del producto nacional.
- Ejemplo:

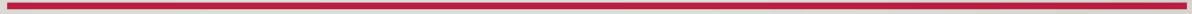
Comparando grandes inundaciones en:

- Bangladesh (1988): 1410 personas muertas y 1.1 Billones de US
- Mississippi (1993), 30 personas muertas y 15.8 Billones US de \$ en USA

AUMENTO DE DESASTRES URBANOS?

- En los próximos 30 años, la población mundial llegara a los 7.2 billones de personas.
 - De estos, 2.1 billones nacerán en ciudades.
 - 0.2 billones nacerán en las ciudades mas pobres del mundo.
- Los países en desarrollo sufren los costos mas altos cuando ocurre un desastre:
 - > 95% de todas las muertes causadas por un desastre se dan en los países en desarrollo;
 - Las pérdidas debidas a desastres naturales son 20 veces mas grandes en los países en desarrollo que en los países industrializados.

PERCEPCIÓN DEL RIESGO Y RIESGO ACEPTABLE



PERCEPCIÓN DE RIESGO

La impresión u opinión de alguien acerca de la existencia o tamaño de un riesgo.

La estimación de alguien acerca de la probabilidad de que una consecuencia indeseable, asociada con alguna actividad, ocurrirá dentro de un periodo de tiempo.



QUÉ ES EL RIESGO?

- Riesgo es la posibilidad de ocurrencia de un evento que ocasione daño a una población o infraestructura vulnerable.



RIESGO ACEPTABLE

El grado hasta el cual la sociedad o un individuo está dispuesto a tolerar la existencia de algo que supone un peligro.

RIESGO REAL Y RIESGO PERCIBIDO



Los riesgos que matan a las personas y los riesgos que las alarman son diferentes

Sandman, 2001

La gente responde **únicamente** ante los riesgos que percibe.

Slovic P. Fischhoff B., Lichsteinstein S. **Facts and Fears: understanding perceived risk.** 1980

LA PERCEPCIÓN DEL RIESGO

- La estimación del riesgo está influida por la percepción.
- La estimación del riesgo entre los científicos y la población es diferente.
- En la percepción del riesgo influyen los siguientes elementos clave:
 - experiencias vividas,
 - valores individuales y sociales,
 - conocimientos,
 - posibilidades de controlar la situación,
 - características y causas del riesgo.



RIESGO ACEPTABLE

- Se entiende por el Riesgo que una sociedad específica está dispuesto a admitir como parte de su visión de vida.



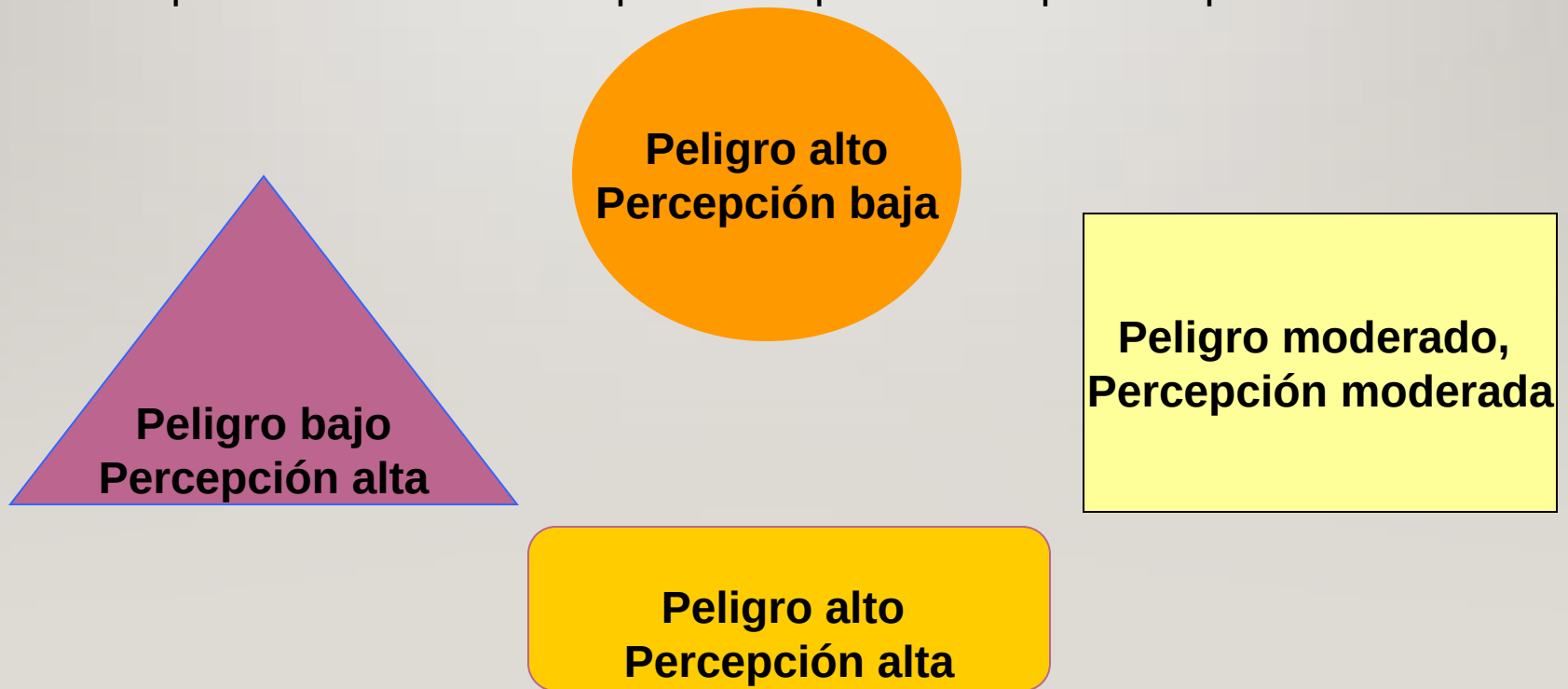
Probabilidades de morir de	
Influenza	
Fumar 10 cigarros al día	
Terremoto en Iran	
Violencia o envenenamiento	
Golpeado por un rayo	
Accidente en carretera en Europa	
Accidente en el Trabajo	
Asteroide o cometa en USA	
Tornado en USA	
Jugando deportes de campo	
Radiación en planta nuclear	
Homicidio en Europa	
Inundación en Bangladesh	
Terremoto en California	
Causa Natural a los 40 años	
Leucemia	
Accidente en casa	
Accidente de vehículo en USA	

Probabilidades de morir de

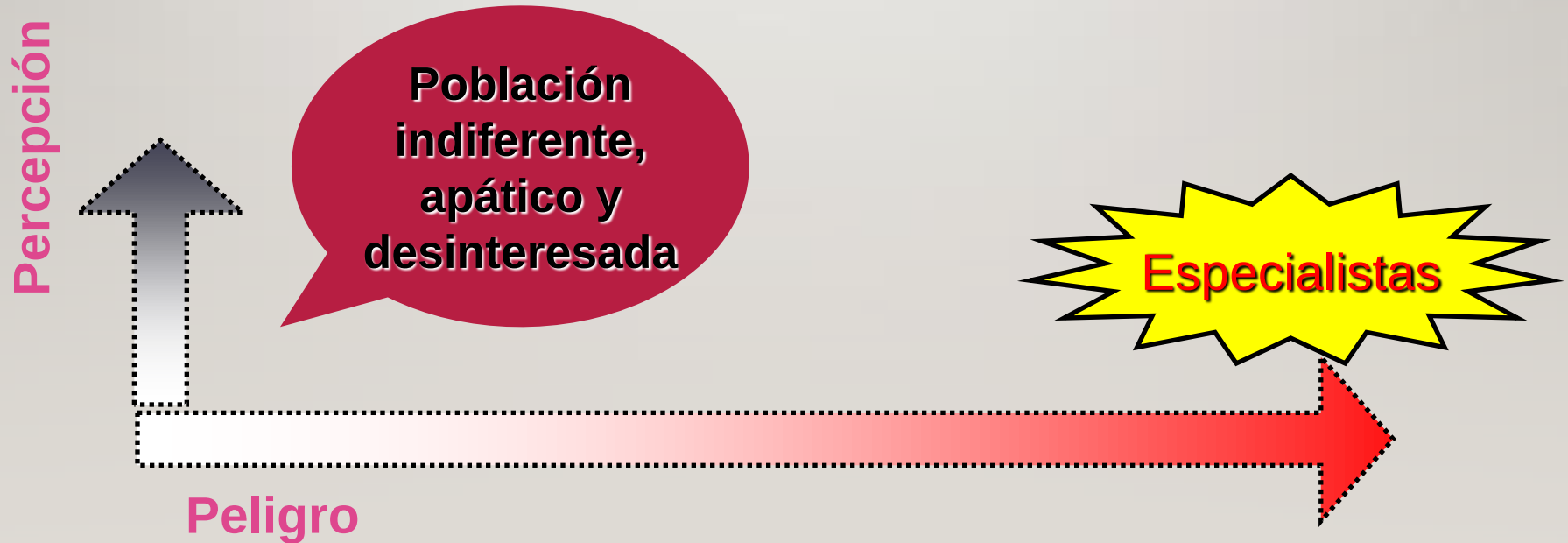
Accidente de vehículo en USA	1 en 100
Fumar 10 cigarros al día	1 en 200
Causa Natural a los 40 años	1 en 850
Violencia o envenenamiento	1 en 3,300
Influenza	1 en 5,000
Accidente en carretera en Europa	1 en 8,000
Leucemia	1 en 12,500
Astroide o cometa en USA	1 en 20,000
Terremoto en Iran	1 en 23,500
Jugando deportes de campo	1 en 25,000
Accidente en casa	1 en 26,000
Accidente en el Trabajo	1 en 43,500
Inundación en Bangladesh	1 en 50,000
Radiación en planta nuclear	1 en 57,000
Tornado en USA	1 en 60,000
Homicidio en Europa	1 en 100,000
Terremoto en California	1 en 2,000,000
Golpeado por un rayo	1 en 10,000,000

Modelos relacionados con la percepción de riesgo

Cuando las personas están alteradas tienden a pensar que están en peligro, mientras que cuando están tranquilas son proclives a pensar que están a salvo.



PELIGRO ALTO/ PERCEPCIÓN DE RIESGO BAJA



PELIGRO BAJO Y PERCEPCIÓN DE RIESGO ALTA



RIESGO TOLERABLE

Geog 2152

Mas temido

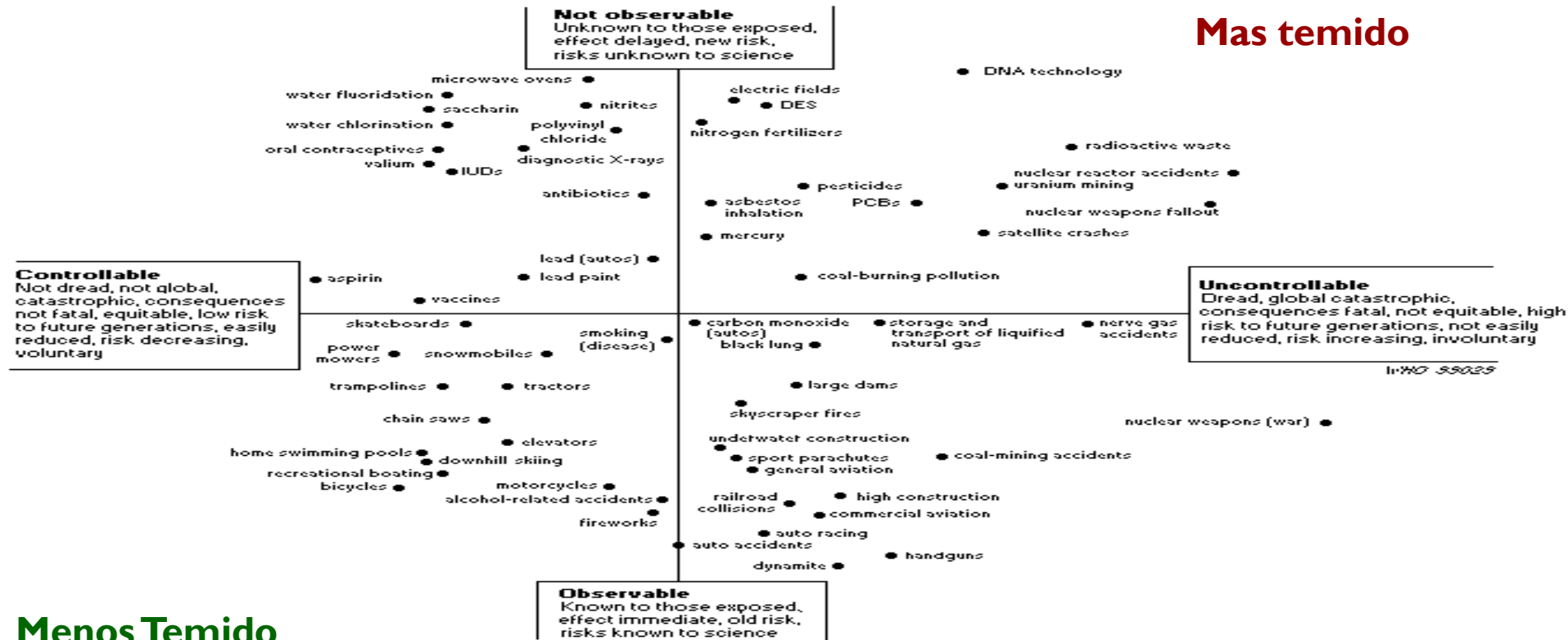
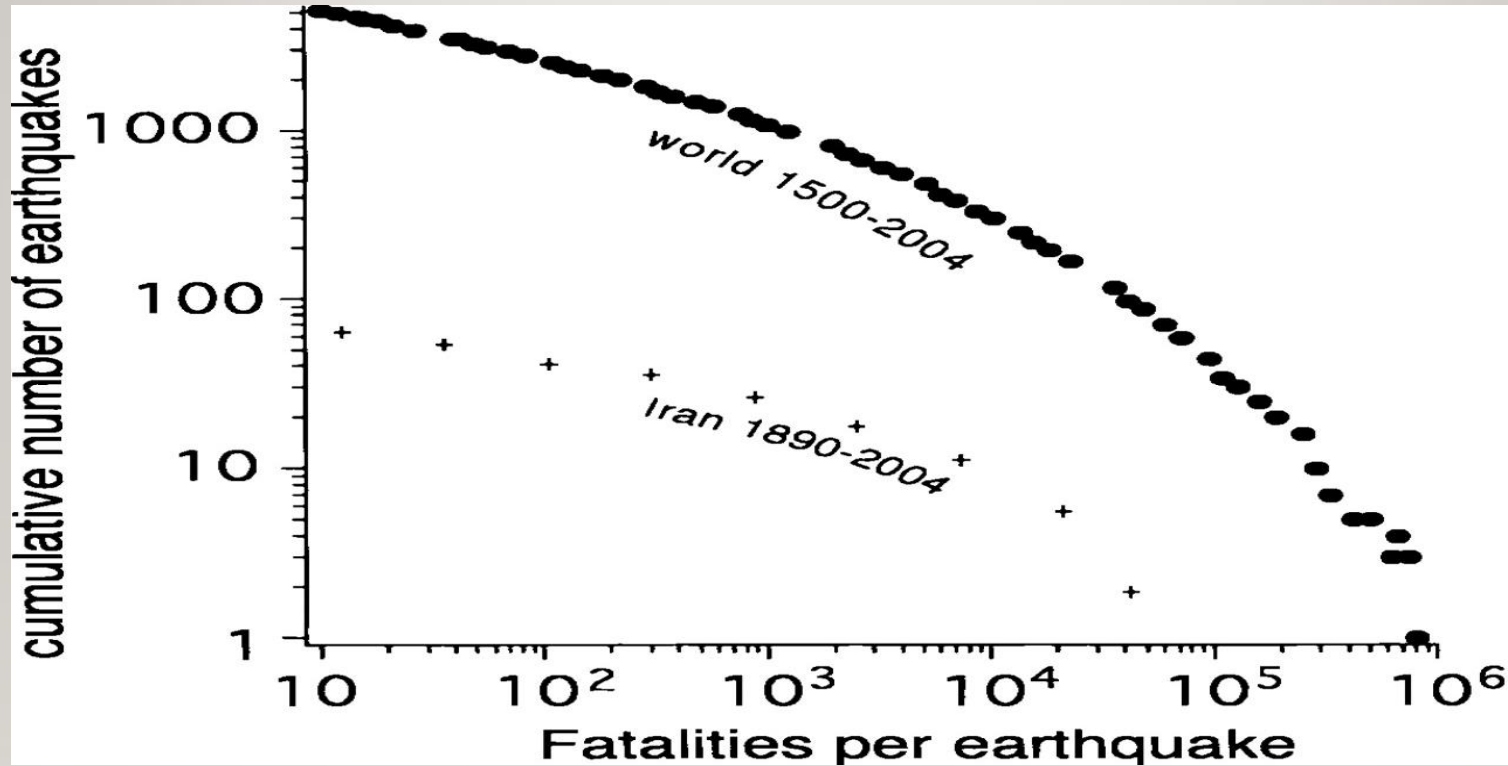


Fig. 3. Public perception of risks in terms of risk space quadrants (Morgan, 1993)

RIESGO ACEPTABLE

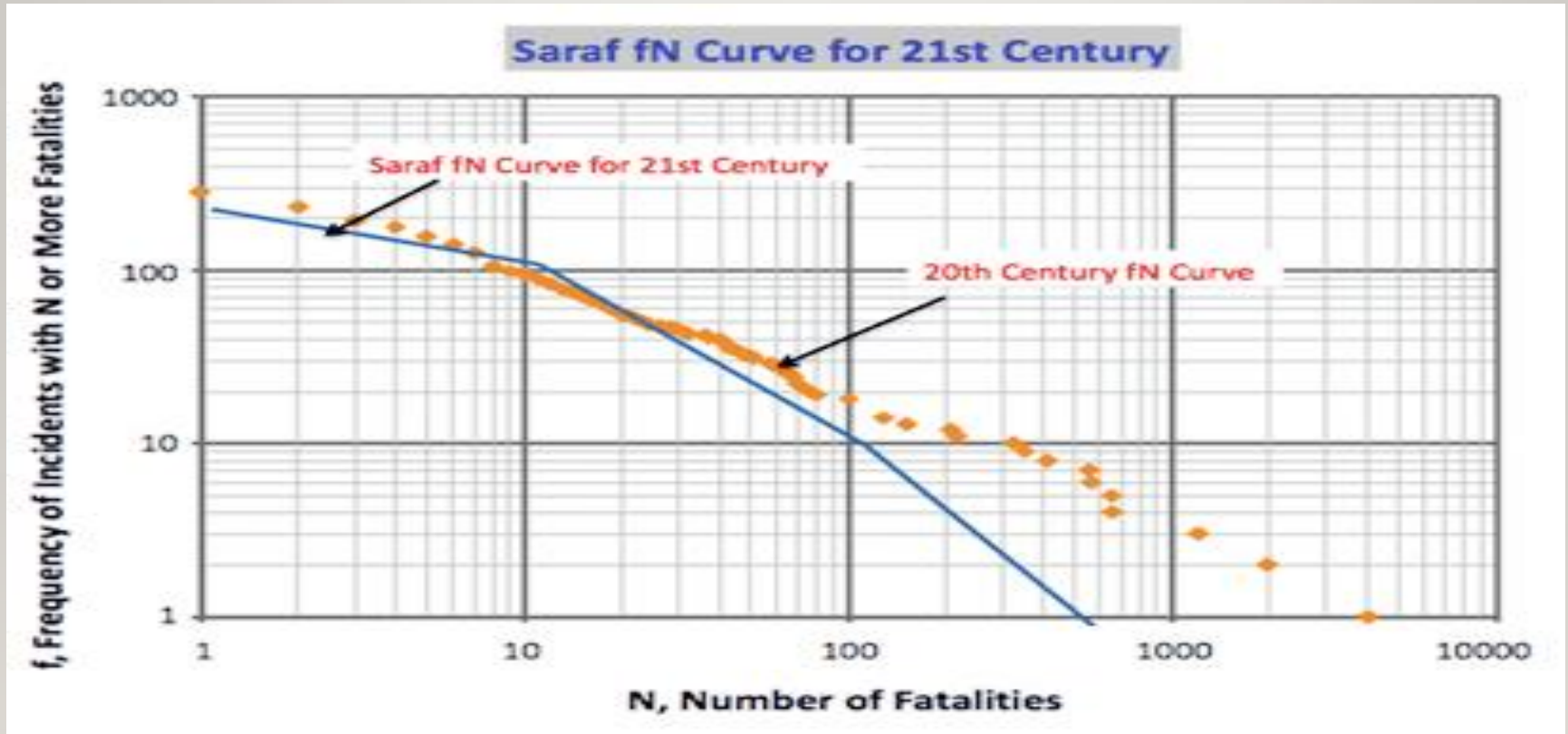


Son menos frecuentes los que traen más fatalidades !

RIESGO ACCEPTABLE



CURVA F-N



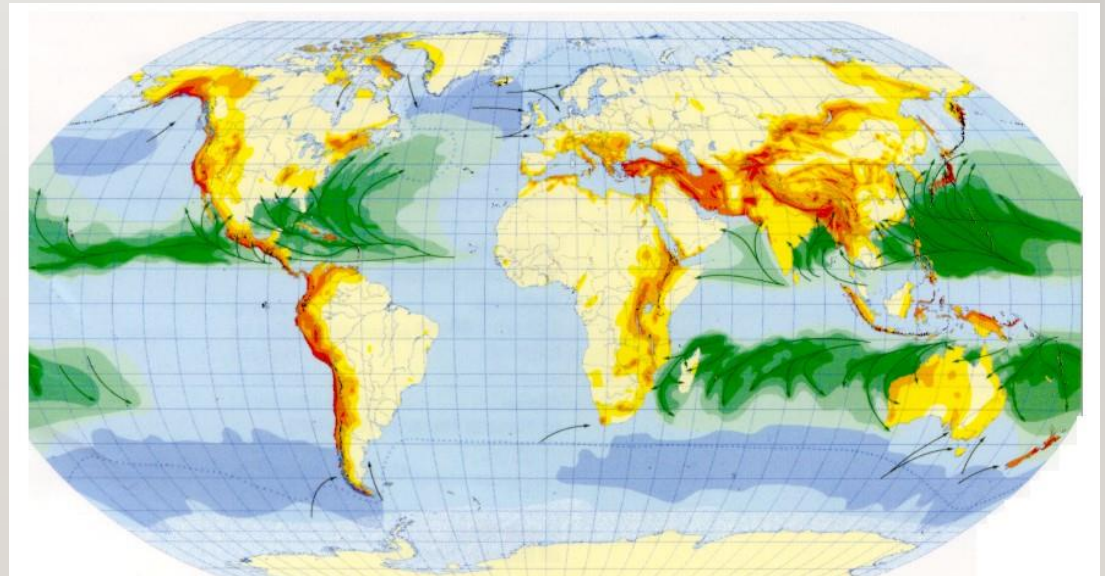
Son menos frecuentes los que traen más fatalidades !



PREGUNTAS?

ASPECTOS ESPACIALES DE UN DESATRE

- Relación clara con la tectónica de placas
- Terremotos
- Tsunami
- Erupciones volcánicas
- Deslizamientos
- Zonas tropicales
- Ciclones
- Lluvias de monzón



EJERCICIO

- Indique cual de las siguientes situaciones puede considerarse un desastre:
- Cuando te enfermas y ya no puedes trabajar nunca más.
- Cuando un jugador famoso de futbol se lastima y falla un punto importante, y su equipo pierde el campeonato.
- ¿Cuándo se vuelve desastre un accidente? El costo anual de los accidentes de carro en los Estados Unidos se estima de 230 billones de dólares con 2.9 millones de heridos y alrededor de 43,000 muertos.
- La muerte de 2,974 personas en el ataque de las torres gemelas.
- La crisis financiera de 2008.
- El VIH. SIDA
- Erupción volcánica en Indonesia (sin heridos ni infraestructura expuesta).
- Erupción del Volcán Galeras en Colombia (23,000 muertes aproximadamente).



PELIGRO, DESASTRES, VULNERABILIDAD Y RIESGO

- La **vulnerabilidad estructural o física** describe el grado hasta el cual una estructura es susceptible de ser dañada o alterada en una situación de peligro.
- Se indica como valor desde 0 (no daños) hasta 1 o 100 (destrucción total).
- La **vulnerabilidad humana** es la falta relativa de capacidad de una persona o comunidad para prever un peligro, hacerle frente, resistirlo y recuperarse de su impacto.



ASPECTOS DE VULNERABILIDAD

- Exposición al peligro.
- Capacidad de Resiliencia
 - Ambiente social y económico, estructura política e instituciones, percepción individual, toma de decisiones, tecnología, infraestructura, y demografía.

TIPOS DE DESASTRES



Meteorológico	Geológicos-Geomorfológico	Ecológicos	Tecnológicos	Globales-Ambientales	Extra-terrestres
Sequía Tormentas de polvo Inundación Tormentas eléctricas Tormentas de viento Tornados Huracanes Ciclones	Terremotos Tsunamis Erupciones volcánicas Deslizamiento Avalanchas de nieve Hundimientos Colapsos Contaminación de agua subterránea Quema de carbón Erosión costera	Enfermedades de cultivos Plagas de insectos Incendios forestales Declive de manglares Declive de arrecifes de coral	Conflictos armados Minas terrestres Accidentes químicos y nucleares Derrames de petróleo Contaminación de agua-suelo-aire Pesticidas Incendios Accidentes de tráfico	Lluvia ácida Contaminación atmosférica Efecto invernadero Aumento del nivel del mar El Niño Reducción del Ozono	Impacto de asteroides Aurora boreal

PELIGRO
VULNERABILIDAD
RIESGO

CENAPRED



ELEMENTOS QUE DETERMINAN EL RIESGO



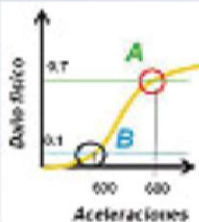
PELIGRO

Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino en un lapso dado. El potencial del peligro se mide por su Intensidad y su periodo de retorno.



EXPOSICIÓN

Cantidad de personas, bienes, valores, infraestructura y sistemas que son susceptibles a ser dañados o perdidos.



VULNERABILIDAD

Susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados.

MAGNITUD E INTENSIDAD

- *Magnitud*, esta relacionada con la cantidad de energía liberada durante el desastre, referida al tamaño del desastre.

– La Magnitud se mide mediante una escala que consta de clases relacionadas con el incremento logarítmico de la energía.

- Escala de Richter para magnitudes de terremotos.
- Índice para explosión de volcanes, y
- Escala Saffir Simpson para huracán.

- *Intensidad*, se usa para referirse al daño causado por el evento.

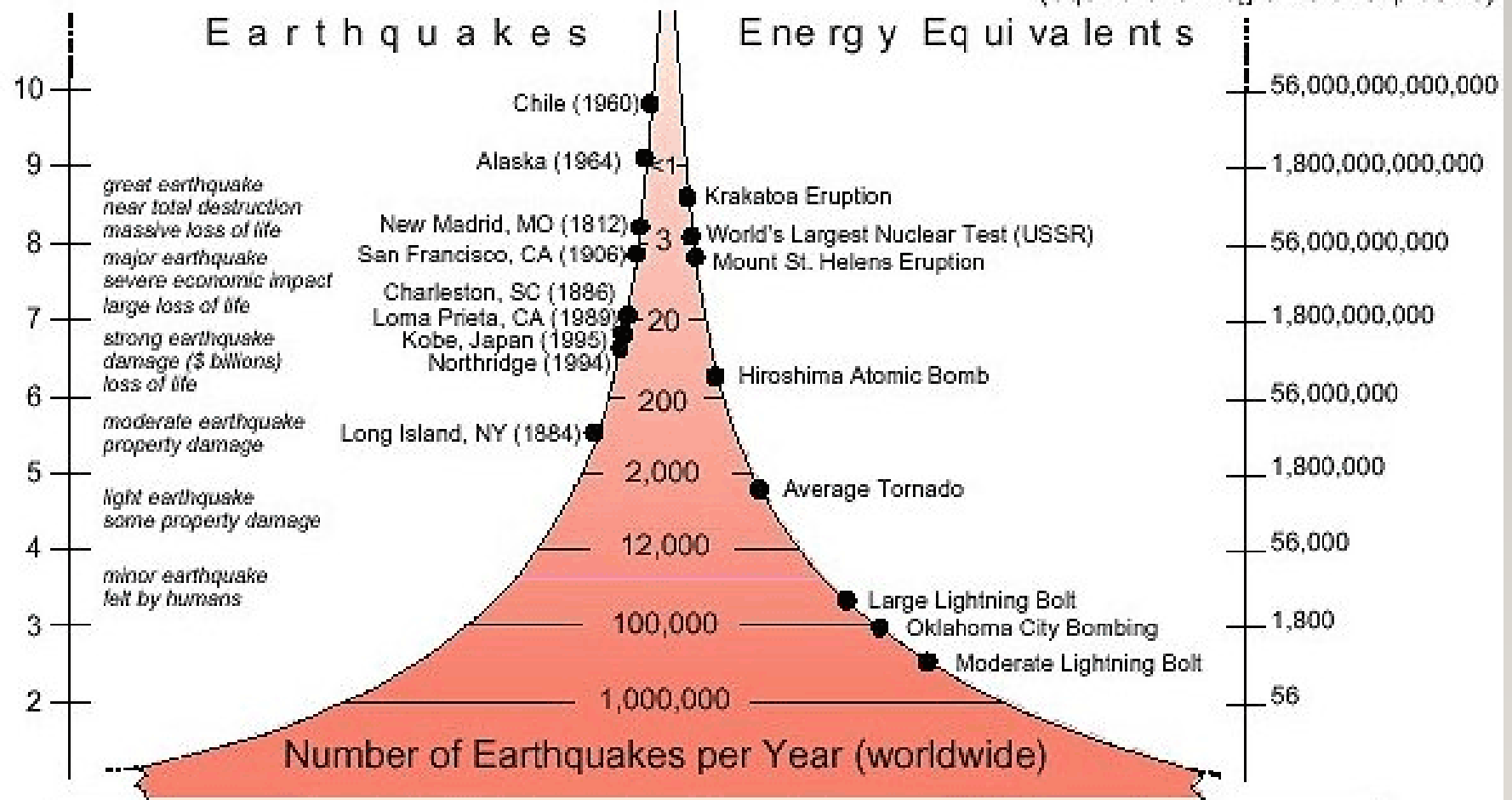
– La intensidad esta normalmente indicada en escalas que consisten en clases con límites definidos arbitrariamente dependiendo

ESCALA DE RICHTER

Magnitude

Energy Release

(equivalent kilograms of explosive)

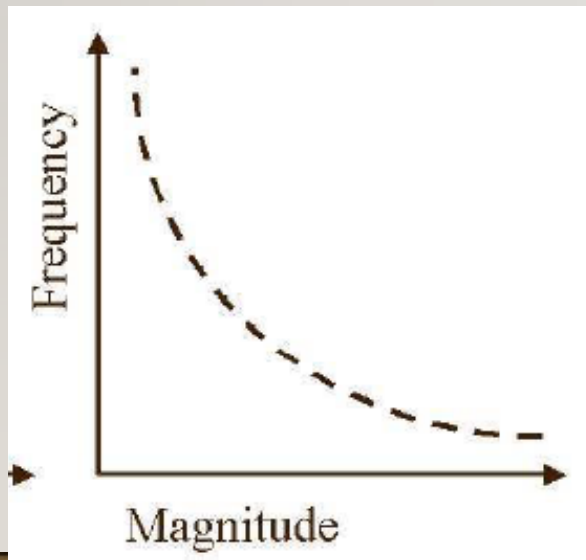


ESCALA DE MERCALLI

Grado	Descripción
I. Muy débil	No se advierte sino por unas pocas personas y en condiciones de perceptibilidad especialmente favorables.
II. Débil	Se percibe sólo por algunas personas en reposo, particularmente aquellas que se encuentran ubicadas en los pisos superiores de los edificios.
III. Leve	Se percibe en los interiores de los edificios y casas.
IV. Moderado	Los objetos colgantes oscilan visiblemente. La sensación percibida es semejante a la que produciría el paso de un vehículo pesado. Los automóviles detenidos se mecen.
V. fuerte	La mayoría de las personas lo percibe aun en el exterior. Los líquidos oscilan dentro de sus recipientes y pueden llegar a derramarse. Los péndulos de los relojes alteran su ritmo o se detienen. Es posible estimar la dirección principal del movimiento sísmico.
VI. Bastante Fuerte	Lo perciben todas las personas. Se siente inseguridad para caminar. Se quiebran los vidrios de las ventanas, la vajilla y los objetos frágiles. Los muebles se desplazan o se vuelcan. Se hace visible el movimiento de los árboles, o bien, se les oye crujir.
VII. Muy fuerte	Los objetos colgantes se estremecen. Se experimenta dificultad para mantenerse en pie. Se producen daños de consideración en estructuras de albañilería mal construidas o mal proyectadas. Se dañan los muebles. Caen trozos de mampostería, ladrillos, parapetos, cornisas y diversos elementos arquitectónicos. Se producen ondas en los lagos.
VIII. Destructivo	Se hace difícil e inseguro el manejo de vehículos. Se producen daños de consideración y aun el derrumbe parcial en estructuras de albañilería bien construidas. Se quiebran las ramas de los árboles. Se producen cambios en las corrientes de agua y en la temperatura de vertientes y pozos.
IX. Ruinoso	Pánico generalizado. Todos los edificios sufren grandes daños. Las casas sin cimentación se desplazan. Se quiebran algunas canalizaciones subterráneas, la tierra se fisura.
X. Desastroso	Se destruye gran parte de las estructuras de albañilería de toda especie. El agua de canales, ríos y lagos sale proyectada a las riberas.
XI. Muy desastroso	Muy pocas estructuras de albañilería quedan en pie. Los rieles de las vías férreas quedan fuertemente deformados. Las cañerías subterráneas quedan totalmente fuera de servicio.
XII. Catastrófico	El daño es casi total. Se desplazan grandes masas de roca. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionados.

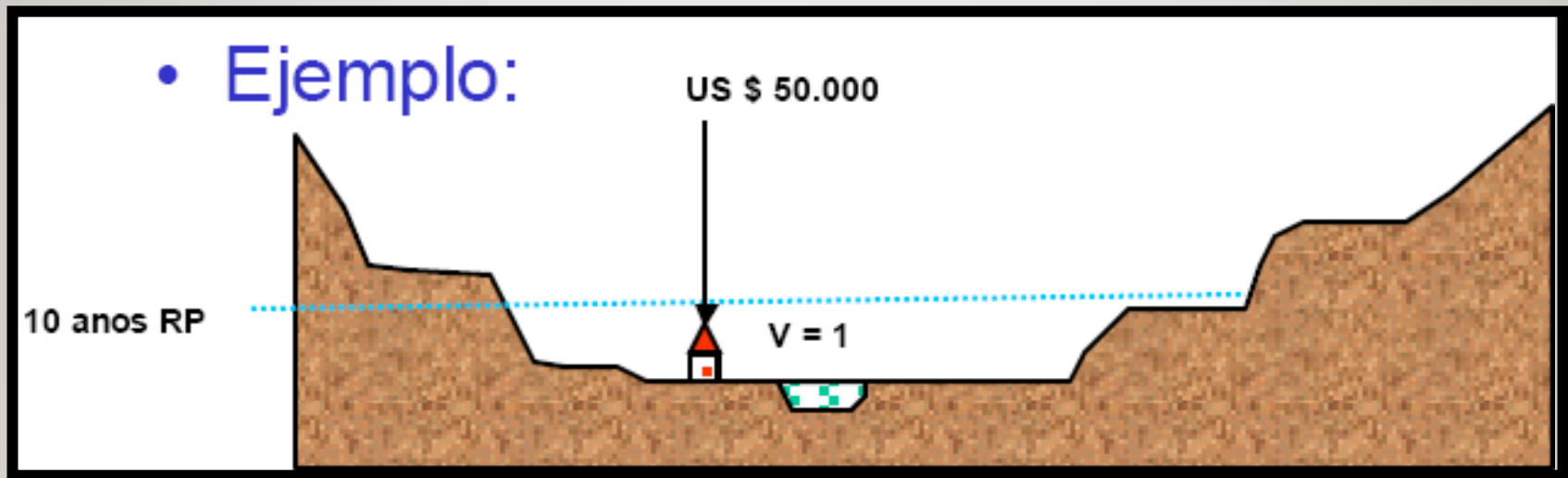
RELACIÓN MAGNITUD-FRECUENCIA

Los Desastres generalmente siguen la relación *magnitud – frecuencia* , lo que significa que eventos de pequeña magnitud, a menudo son de gran frecuencia.



Magnitud (Richter)	Promedio anual
8 o mayor	1
7.0-7.9	17
6.0-6.9	134
5.0-5.9	1.319
4.0-4.9	13.000
3.0-3.9	130.000
2.9 o menor	1.300.000

PELIGRO, VULNERABILIDAD Y RIESGO

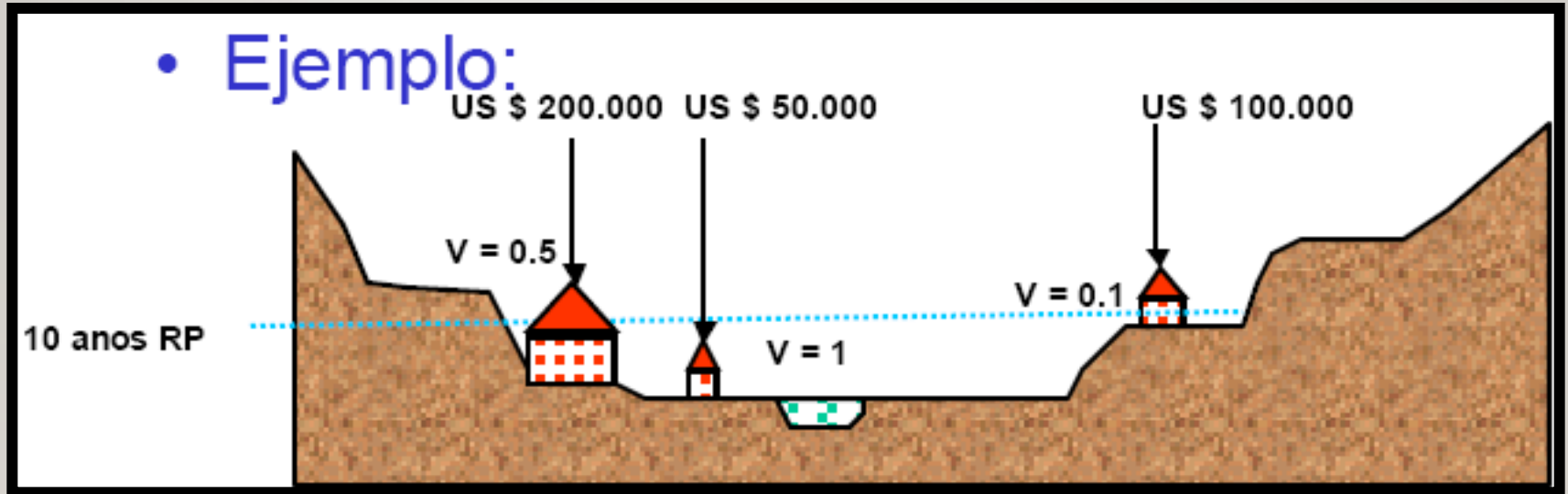


- Peligro = probabilidad en un periodo de tiempo = $0.1 / \text{año}$
- Riesgo = peligro * vulnerabilidad * costo (cantidad)

El **período de retorno** (PR) es el tiempo esperado o tiempo medio entre dos sucesos improbables y con posibles efectos catastróficos. Ej. tiempo medio entre dos tormentas de agua por encima de un cierto caudal o el tiempo medio entre dos terremotos de intensidad mayor que un cierto umbral. En este caso tenemos 1 inundación cada 10 años ($1/10=0.1 \times \text{año}$)

PELIGRO, VULNERABILIDAD Y RIESGO

- Ejemplo:



$$\text{Riesgo} = \text{peligro} * \text{vulnerabilidad} * \text{costo}$$

- Ejemplo:

US \$ 50.000

50 anos RP

$V = 1$

10 anos RP

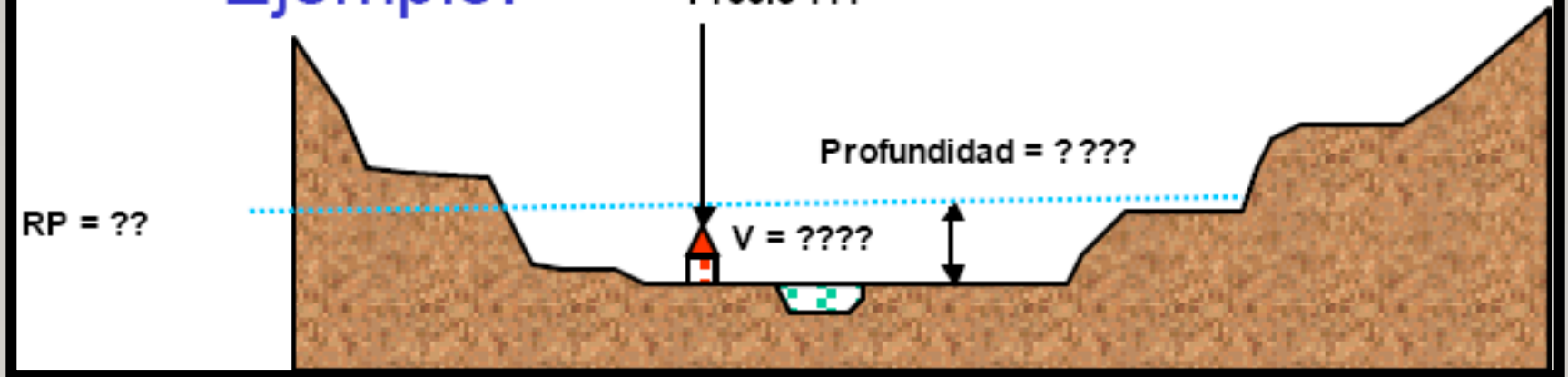
$V = 0.1$

2 anos RP

$V = 0.01$

Riesgo = peligro * vulnerabilidad * cantidad

- Ejemplo:



- $\text{Riesgo} = \text{peligro} * \text{vulnerabilidad} * \text{costo} = ? * ? * ? = \text{desconocido}$

Lo que se requiere:

- Evaluación del peligro, Mapeo de elementos bajo riesgo, Evaluación de vulnerabilidad, Estimación de costos.

RIESGO ES UN PROBLEMA ESPACIAL

- **Peligro:**

¿Qué cantidad de agua?

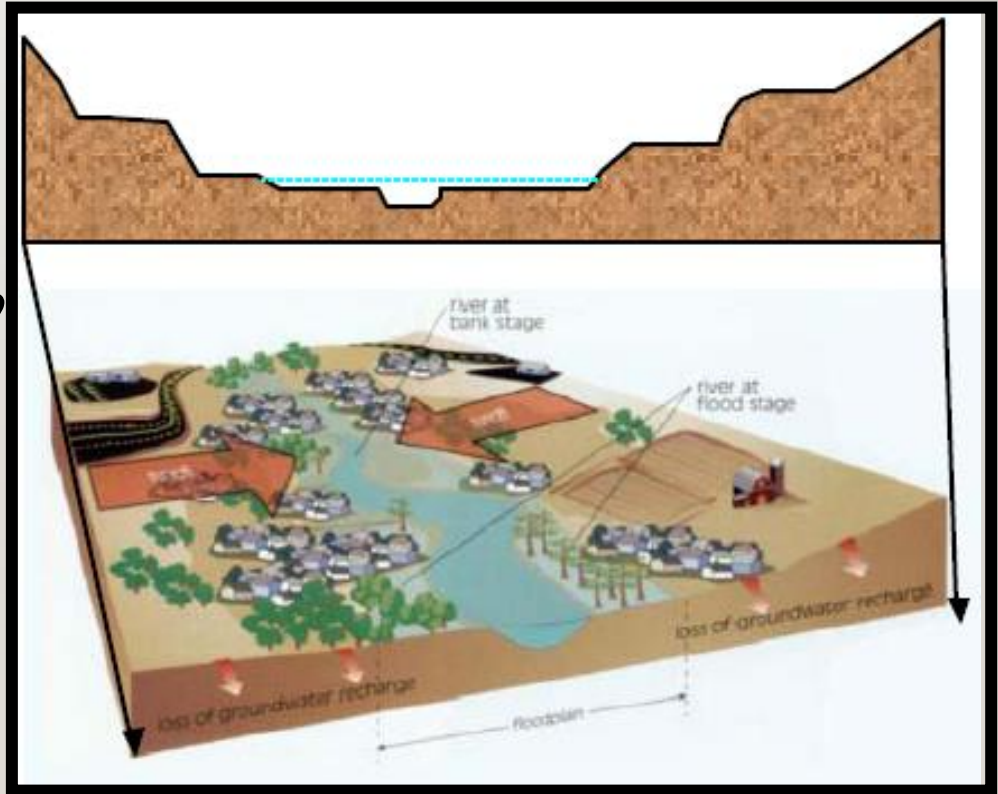
¿Cuándo y dónde?

- **Elementos bajo riesgo:**

¿Qué elementos donde, cuantos ?

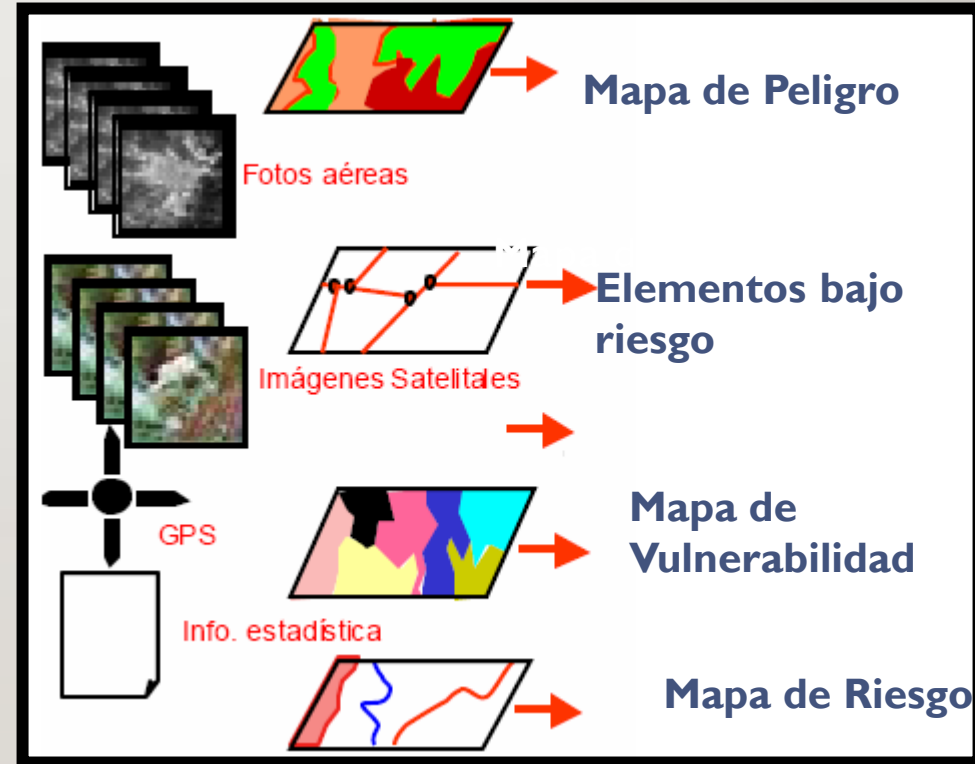
- **Vulnerabilidad:**

¿Qué cantidad de agua afectando cuáles elementos bajo riesgo?



RIESGO: PROBLEMA ESPACIAL MULTIDISCIPLINARIO

- **Evaluación del peligro:**
realizado por científicos expertos en temas tales como: hidrología, vulcanología, sismología, etc.
- **Elementos bajo riesgo:**
realizado por geógrafos, planificadores urbanos, ingenieros civiles
- **Estimación de costos:**
Realizado por economistas
- **Vulnerabilidad:**
Realizado por ingenieros estructurales, civiles
- **Evaluación del Riesgo:**
Ejecutado por expertos en SIG



DEFINIENDO EL OBJETIVO

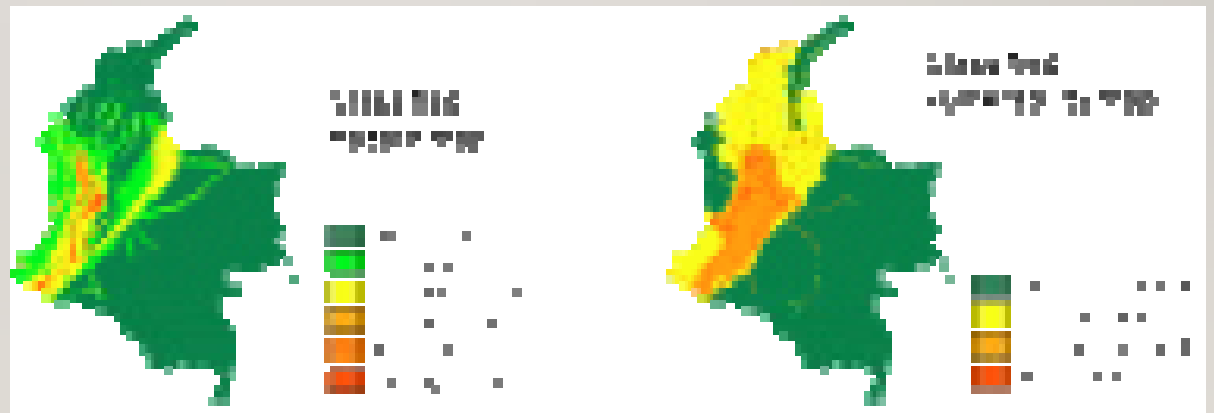
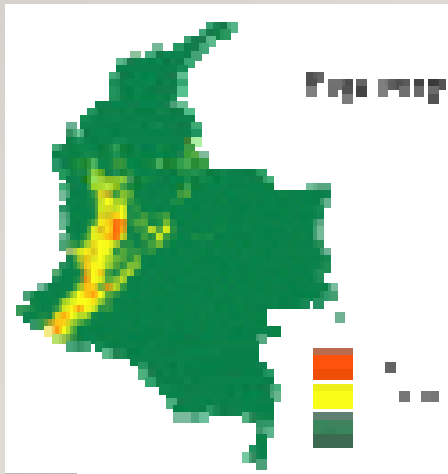
- Los estudios de peligro pueden ser llevados a cabo con diferentes propósitos. Entre ellos:
 - Impacto ambiental de trabajos de ingeniería;
 - Administración de desastres en una municipalidad o ciudad;
 - Modelación de producción de sedimentos en una cuenca ;
 - Proyectos de manejo de cuencas;
 - Concientización de tomadores de decisiones;
 - Propósitos científicos.
- Cada uno de estos objetivos conduce a la definición de requisitos específicos con respecto a la selección de la escala de trabajo, el método de análisis el tipo y detalle de los datos requeridos.



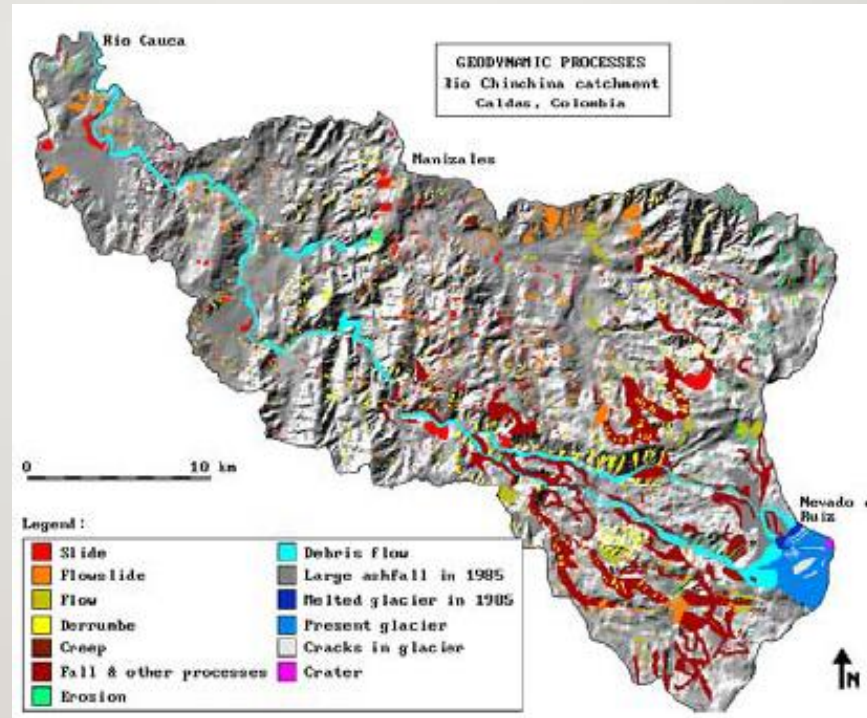
ESCALAS DE ANÁLISIS (I)

Escala nacional

Menos de 1:1 000 000, cubre la totalidad del país, el objetivo principal es el de llamar la atención de los tomadores de decisiones y público en general. A menudo mapas en esta escalas se diseñan con el propósito de ser incluidos en atlas nacionales.



ESCALAS DE ANÁLISIS (2)



- **Escala regional**

Entre 1:100.000 y 1:1.000.000, cubre una cuenca grande o una entidad política o administrativa de un país.

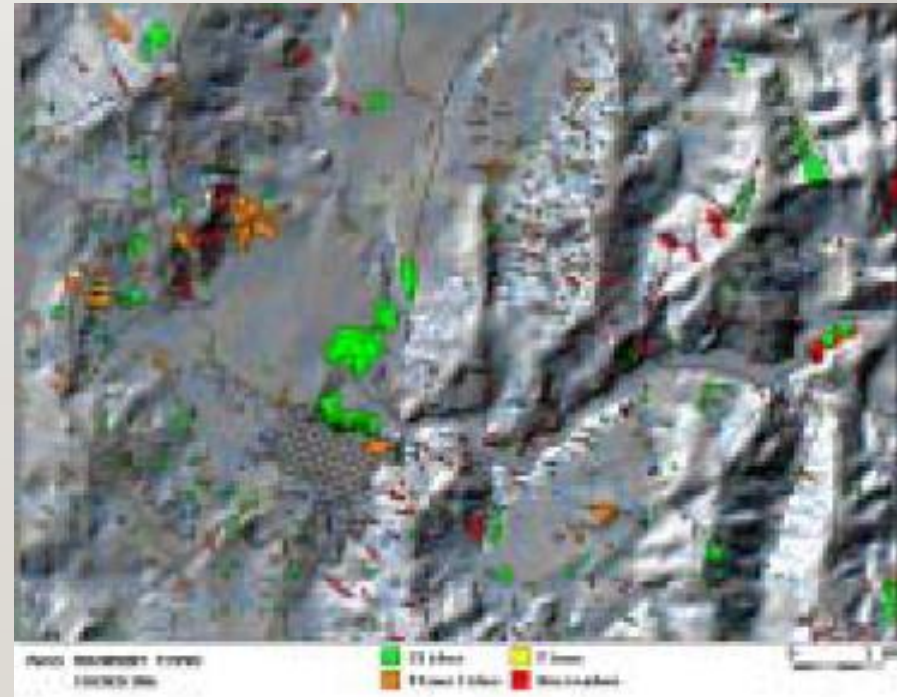
Mapas en esta escala diseñados en la fase de reconocimiento para la planificación de proyectos de infraestructura de gran dimensión.

ESCALAS DE ANÁLISIS (3)

Escala media

Entre 1:25.000 y 1:100.000, cubre una municipalidad o una cuenca pequeña.

Orientado a la planificación detallada de en el desarrollo de proyectos de infraestructura, estudios de impacto ambiental, planificación municipal.

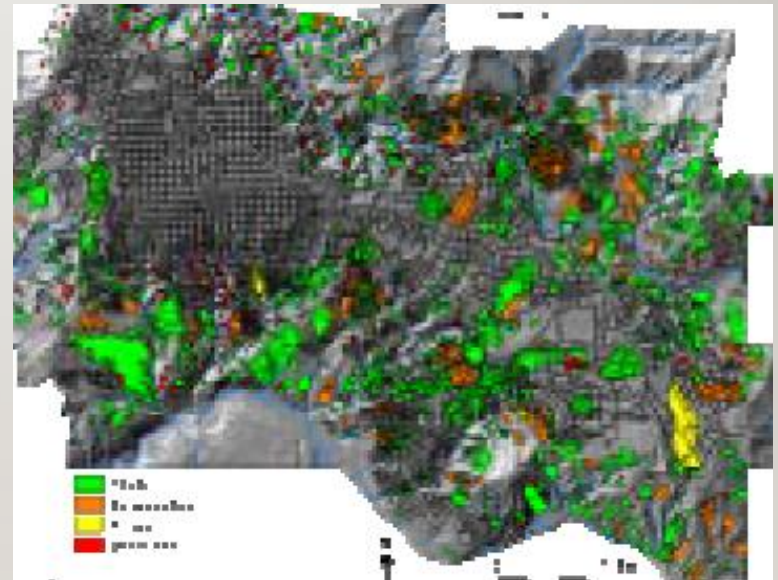


ESCALAS DE ANÁLISIS (4)

Escala detallada

Entre 1:2.000 y 1:25.000, cubre una municipalidad o parte de una ciudad.

Usados en la generación de mapas de riesgo detallados.

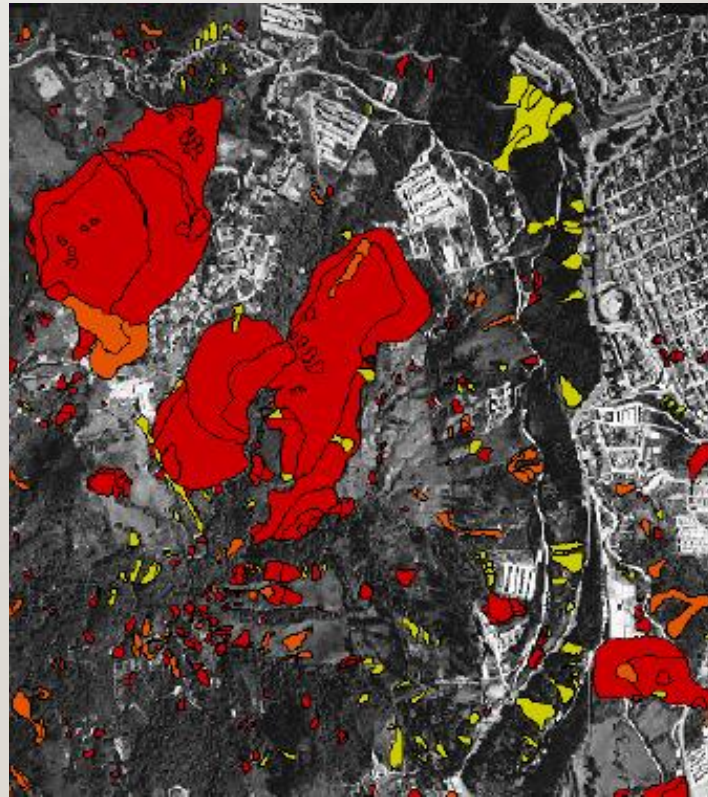


ESCALAS DE ANÁLISIS (5)

Investigación de sitio

Entre 1:200 y 1:2.000, cubriendo las áreas donde los trabajos ingenieriles serán ejecutados, o un solo sector problema.

Usados en diseño detallado de trabajos de ingeniería tales como vías, puentes, túneles, represas, y la ejecución de trabajos de mitigación.



DATOS DE ENTRADA PARA EL ANÁLISIS DEL PELIGRO

El tipo de datos a utilizar en un estudio de la peligro utilizando SIG, depende de:

- **El tipo de peligro estudiado** (ej. sismos, inundaciones)
- El método de análisis que será utilizado (métodos complejos demandan mas datos).
- La escala del estudio (mientras mayor el área mas cantidad de datos son requeridos)
- Disponibilidad de recursos (dinero, personal)

TIEMPO DE RECURRENCIA

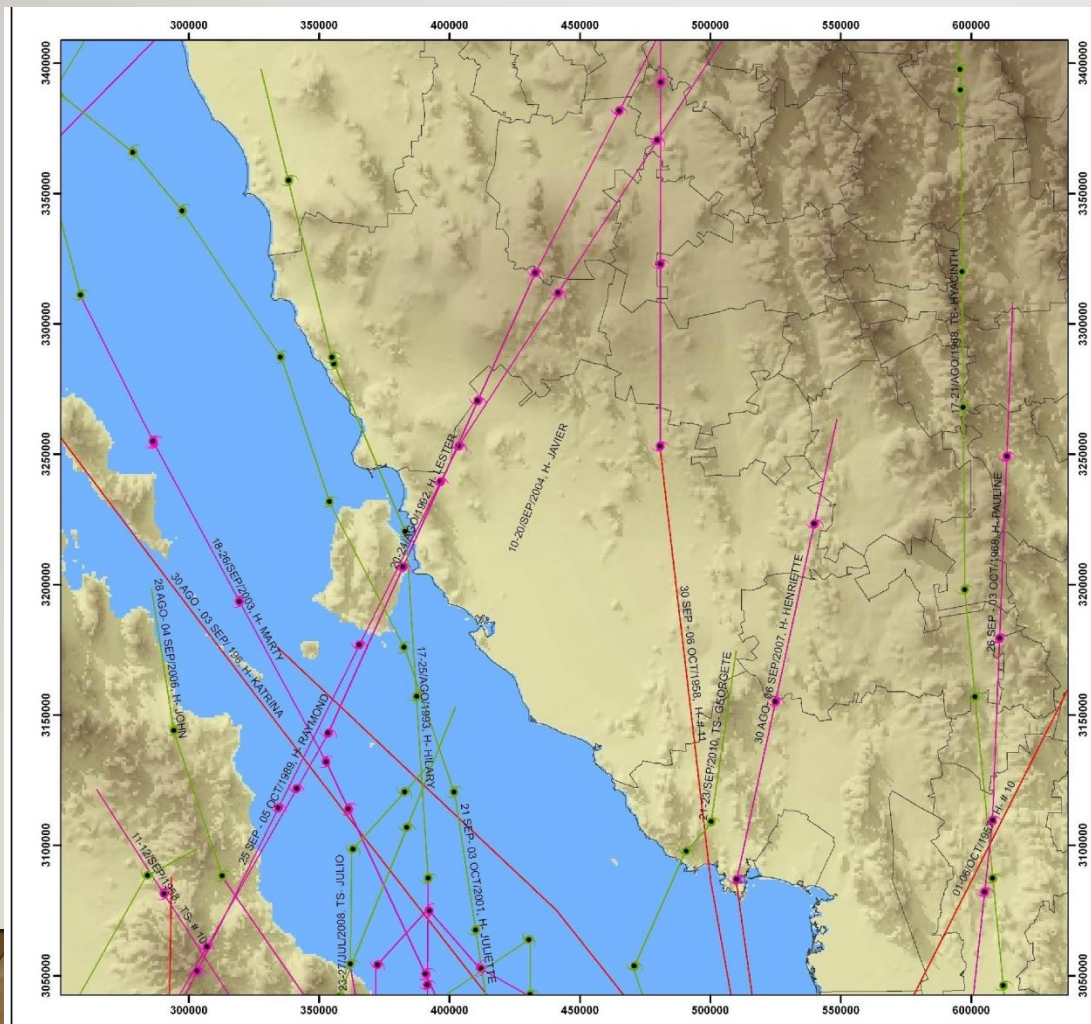


TIEMPO DE RECURRENCIA

- El tiempo de recurrencia R de un evento es el promedio de años en que tarda en presentarse.
- La probabilidad de excedencia, es la probabilidad de que dicho evento se repita en un año dado y está dada por:

$$P_e = 1/R$$

TRAYECTORIAS HISTÓRICAS DE TORMENTAS SEVERAS



Trayectorias

- Huracanes Categoria 1
- Tormentas Tropicales
- Depresiones Tropicales

- La siguiente es una lista de disturbios tropicales que han afectado el estado de Sonora:

FECHA	TORMENTA TROPICAL	DIF
1957	S/N	
1958	S/N	1
1960	DIANA	2
1964	NATALIE	
1966	HELGA	
1966	KIRSTEN	0.5
1967	KATRINA	
1967	OLIVIA	
1968	HYANCINTH	
1968	PAULINE	
1972	JOANNE	
1976	LIZA	
1986	NEWTON	

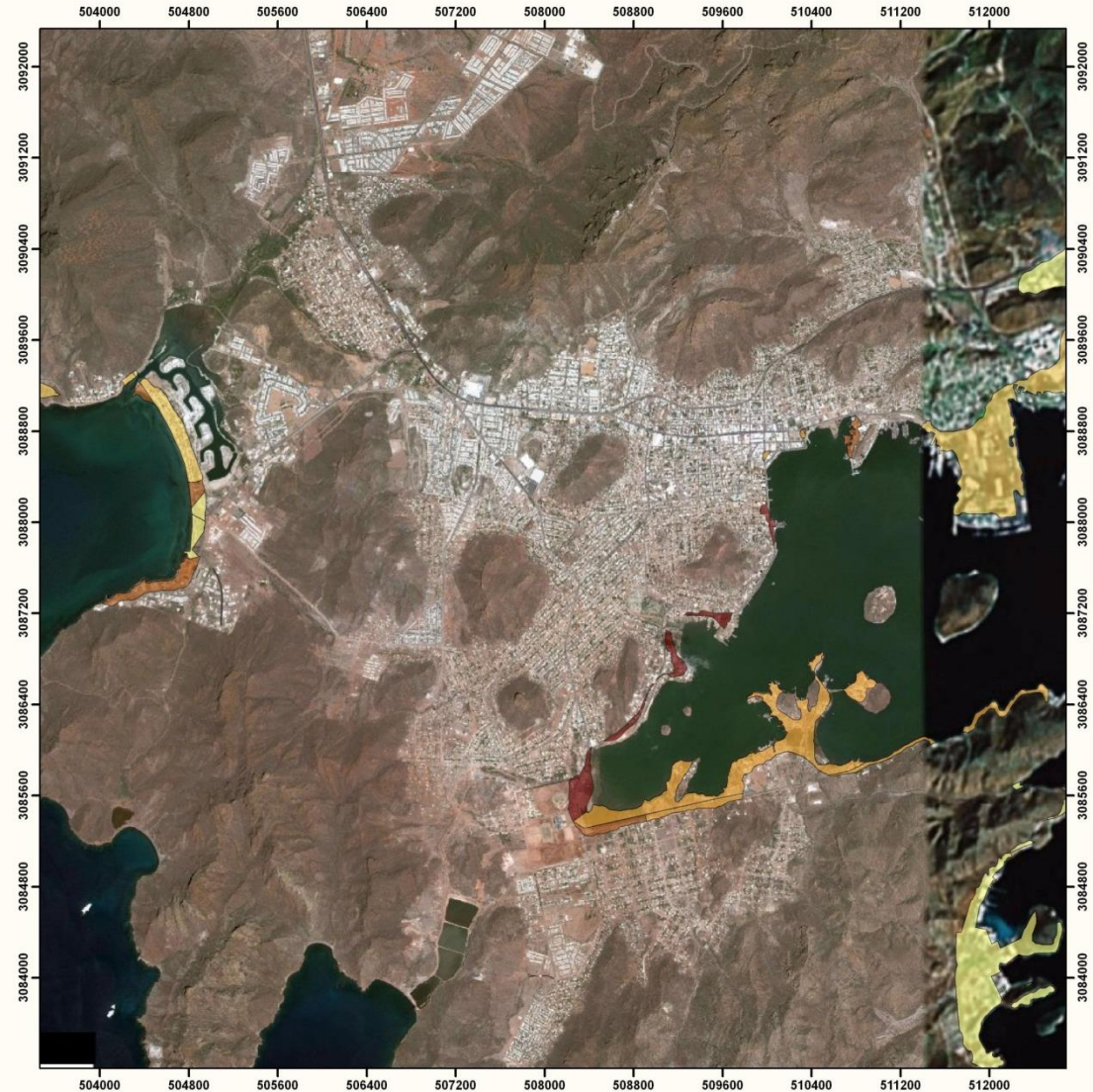
El tiempo de recurrencia **R** es el promedio de años que tarda en presentarse un evento

FECHA	TORMENTA TROPICAL	DIF
1989	RAYMOND	
1992	LESTER	
1993	HILARY	
1995	ISMAEL	
1996	FAUSTO	
1997	NORA	
1998	ISIS	
2001	JULIETTE	
2003	MARTY	
2004	JAVIER	
2007	HENRIETTE	
2008	JULIO	
2008	NORBERT	
2009	JIMENA	
	R	=promedio

-
- La probabilidad de excedencia es la probabilidad de que el evento se repita en un año dado y está dad por:
 - $P_e = I/R$
 - $P_e = 1/2$
 - $P_e = 0.5$

- En el siguiente mapa se muestran las áreas verdes, residenciales y turísticas en el municipio de Guaymas, que podrían verse afectadas por tormentas severas.

Zona hotelera	
Residencial	
Áreas Verdes	



Se ha considerado un valor arbitrario de vulnerabilidad a la amenaza de un disturbio tropical en función de sus características y cercanía con la costa:

Zona	Vulnerabilidad	Peligro	Valor	Riesgo
Zona hotelera	0.7		300 MDP	
Residencial	0.3		150 MDP	
Área verde	0.20		100 MDP	

- $\text{RIESGO} = \text{PELIGRO} * \text{VULNERABILIDAD} * \text{COSTO}$**







GEOLOGÍA AMBIENTAL

SEMESTRE 2019-2

Tipos de desastres

← Naturales Con influencia humana Humanos →

Meteorológico	Geológicos-Geomorfológico	Ecológicos	Tecnológicos	Globales-Ambientales	Extra-terrestres
Sequía Tormentas de polvo Inundación Tormentas eléctricas Tormentas de viento Tornados Huracanes Ciclones	Terremotos Tsunamis Erupciones volcánicas Deslizamiento Avalanchas de nieve Hundimientos Colapsos Contaminación de agua subterránea Quema de carbón Erosión costera	Enfermedades de cultivos Plagas de insectos Incendios forestales Declive de manglares Declive de arrecifes de coral	Conflictos armados Minas terrestres Accidentes químicos y nucleares Derrames de petróleo Contaminación de agua-suelo-aire Pesticidas Incendios Accidentes de tráfico	Lluvia ácida Contaminación atmosférica Efecto invernadero Aumento del nivel del mar El Niño Reducción del Ozono	Impacto de asteroides Aurora boreal

Magnitud e Intensidad

- *Magnitud*, esta relacionada con la cantidad de energía liberada durante el desastre, referida al tamaño del desastre.
- **La Magnitud se mide mediante una escala que consta de clases relacionadas con el incremento logarítmico de la energía.**
- Escala de Richter para magnitudes de terremotos.
- Índice para explosión de volcanes, y
- Escala Saffir Simpson para huracán.

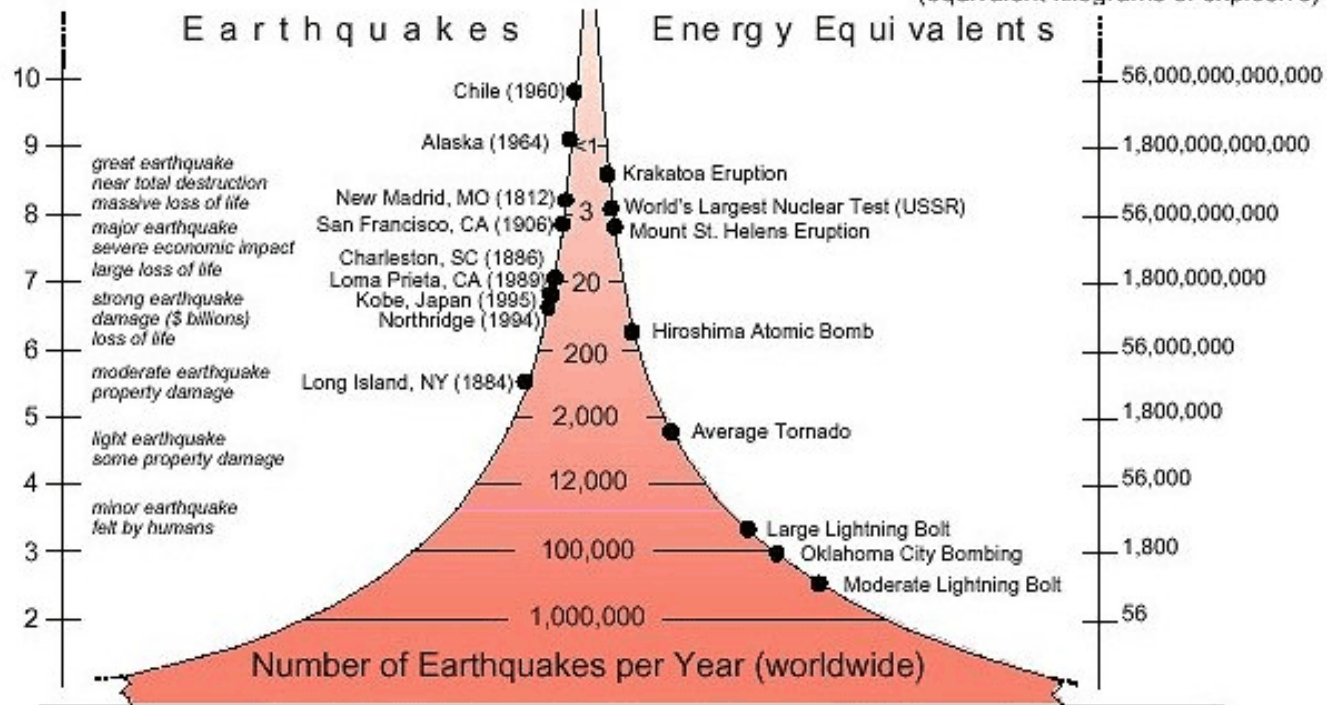
***Intensidad*, se usa para referirse al daño causado por el evento.**

- La intensidad esta normalmente indicada en escalas que consisten en clases con límites definidos arbitrariamente dependiendo de la cantidad de daño observado.
- Escala Mercalli modificada para terremotos.
- Tsunami escala de intensidad

Escala de Richter

Magnitude

Energy Release
(equivalent kilograms of explosive)

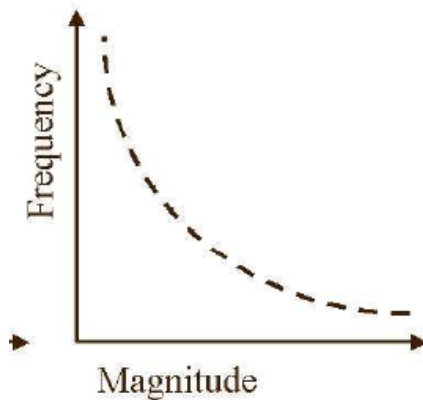


Escala de Mercalli

Grado	Descripción
I. Muy débil	No se advierte sino por unas pocas personas y en condiciones de perceptibilidad especialmente favorables.
II. Débil	Se percibe sólo por algunas personas en reposo, particularmente aquellas que se encuentran ubicadas en los pisos superiores de los edificios.
III. Leve	Se percibe en los interiores de los edificios y casas.
IV. Moderado	Los objetos colgantes oscilan visiblemente. La sensación percibida es semejante a la que produciría el paso de un vehículo pesado. Los automóviles detenidos se mecen.
V. fuerte	La mayoría de las personas lo percibe aun en el exterior. Los líquidos oscilan dentro de sus recipientes y pueden llegar a derramarse. Los péndulos de los relojes alteran su ritmo o se detienen. Es posible estimar la dirección principal del movimiento sísmico.
VI. Bastante Fuerte	Lo perciben todas las personas. Se siente inseguridad para caminar. Se quiebran los vidrios de las ventanas, la vajilla y los objetos frágiles. Los muebles se desplazan o se vuelcan. Se hace visible el movimiento de los árboles, o bien, se les oye crujir.
VII. Muy fuerte	Los objetos colgantes se estremecen. Se experimenta dificultad para mantenerse en pie. Se producen daños de consideración en estructuras de albañilería mal construidas o mal proyectadas. Se dañan los muebles. Caen trozos de mampostería, ladrillos, parapetos, cornisas y diversos elementos arquitectónicos. Se producen ondas en los lagos.
VIII. Destructivo	Se hace difícil e inseguro el manejo de vehículos. Se producen daños de consideración y aun el derrumbe parcial en estructuras de albañilería bien construidas. Se quiebran las ramas de los árboles. Se producen cambios en las corrientes de agua y en la temperatura de vertientes y pozos.
IX. Ruinoso	Pánico generalizado. Todos los edificios sufren grandes daños. Las casas sin cimentación se desplazan. Se quiebran algunas canalizaciones subterráneas, la tierra se fisura.
X. Desastroso	Se destruye gran parte de las estructuras de albañilería de toda especie. El agua de canales, ríos y lagos sale proyectada a las riberas.
XI. Muy desastroso	Muy pocas estructuras de albañilería quedan en pie. Los rieles de las vías férreas quedan fuertemente deformados. Las cañerías subterráneas quedan totalmente fuera de servicio.
XII. Catastrófico	El daño es casi total. Se desplazan grandes masas de roca. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionados.

Relación Magnitud-frecuencia

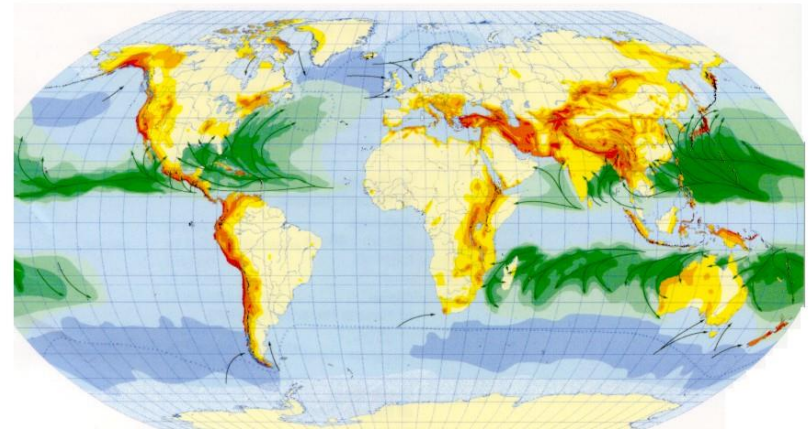
Los Desastres generalmente siguen la relación *magnitud – frecuencia* , lo que significa que eventos de pequeña magnitud, a menudo son de gran frecuencia.



Magnitud (Richter)	Promedio anual
8 o mayor	1
7.0-7.9	17
6.0-6.9	134
5.0-5.9	1.319
4.0-4.9	13.000
3.0-3.9	130.000
2.9 o menor	1.300.000

Aspectos espaciales de un desastre

- **Relación clara con la tectónica de placas**
 - Terremotos
 - Tsunami
 - Erupciones volcánicas
 - Deslizamientos
- **Zonas tropicales**
 - Ciclones
 - Lluvias de monzón



Riesgo es un problema espacial

- **Peligro:**

¿Qué cantidad de agua?

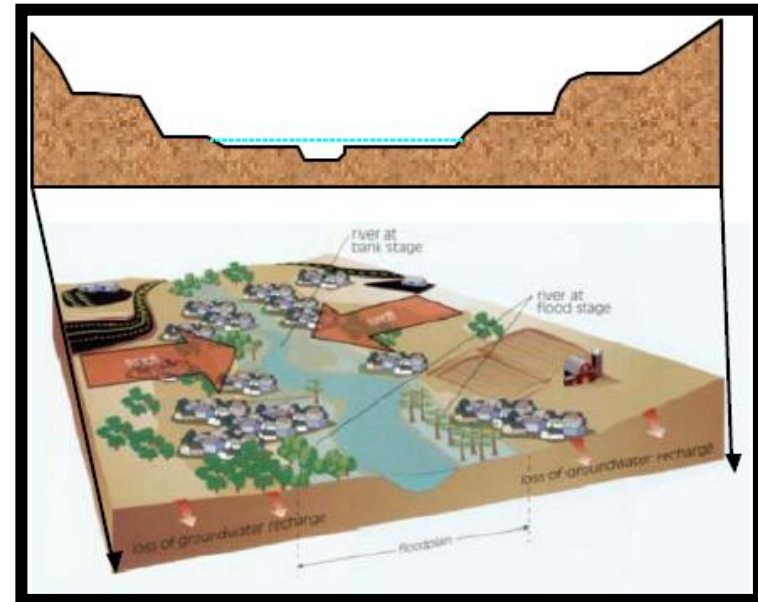
¿Cuándo y dónde?

- **Elementos bajo riesgo:**

¿Qué elementos donde, cuantos ?

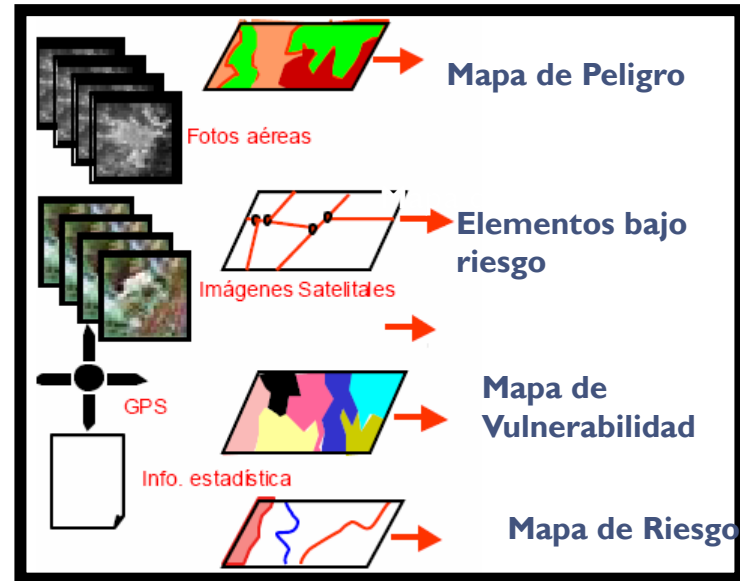
- **Vulnerabilidad:**

¿Qué cantidad de agua afectando cuáles elementos bajo riesgo?



Riesgo: Problema espacial multidisciplinario

- **Evaluación del peligro:**
realizado por científicos expertos
en temas tales como: hidrología,
vulcanología, sismología, etc.
- **Elementos bajo riesgo:**
realizado por geógrafos,
planificadores urbanos,
ingenieros civiles
- **Estimación de costos:**
Realizado por economistas
- **Vulnerabilidad:**
Realizado por ingenieros
estructurales, civiles
- **Evaluación del Riesgo:**
Ejecutado por expertos en SIG



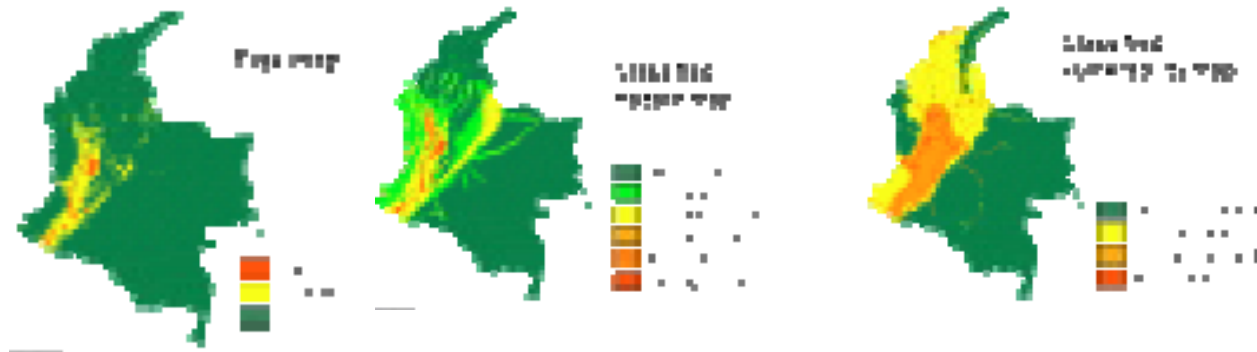
Definiendo el objetivo

- Los estudios de peligro pueden ser llevados a cabo con diferentes propósitos. Entre ellos:
 - Impacto ambiental de trabajos de ingeniería;
 - Administración de desastres en una municipalidad o ciudad;
 - Modelación de producción de sedimentos en una cuenca ;
 - Proyectos de manejo de cuencas;
 - Concientización de tomadores de decisiones;
 - Propósitos científicos.
- Cada uno de estos objetivos conduce a la definición de requisitos específicos con respecto a la selección de la escala de trabajo, el método de análisis el tipo y detalle de los datos requeridos.

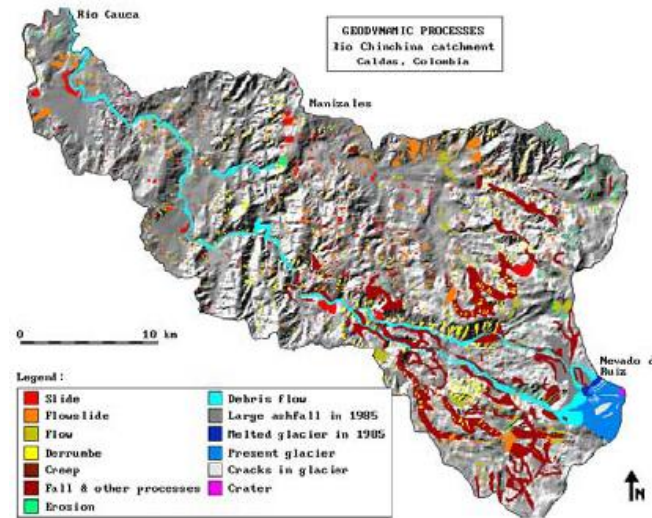
Escalas de análisis (1)

Escala nacional

Menos de 1:1000000, cubre la totalidad del país, el objetivo principal es el de llamar la atención de los tomadores de decisiones y público en general. A menudo mapas en esta escala se diseñan con el propósito de ser incluidos en atlas nacionales.



Escalas de análisis (2)



- **Escala regional**

Entre 1:100.000 y 1:1.000.000, cubre una cuenca grande o una entidad política o administrativa de un país.

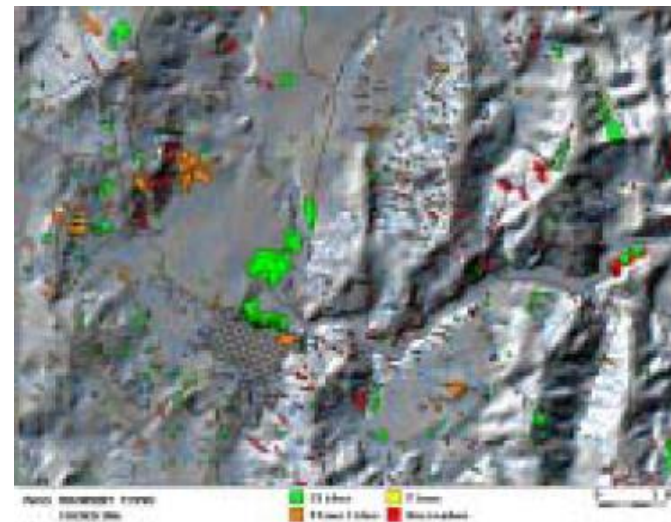
Mapas en esta escala diseñados en la fase de reconocimiento para la planificación de proyectos de infraestructura de gran dimensión.

Escalas de análisis (3)

Escala media

Entre 1:25.000 y 1:100.000, cubre una municipalidad o una cuenca pequeña.

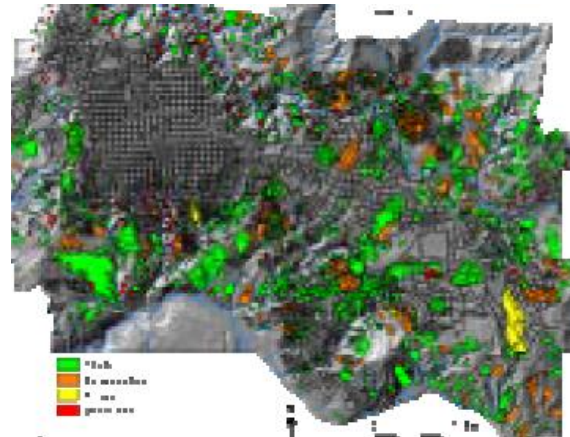
Orientado a la planificación detallada de en el desarrollo de proyectos de infraestructura, estudios de impacto ambiental, planificación municipal.



Escalas de análisis (4)

Escala detallada

Entre 1:2.000 y 1:25.000,
cubre una municipalidad o
parte de una ciudad.
Usados en la generación de
mapas de riesgo detallados.

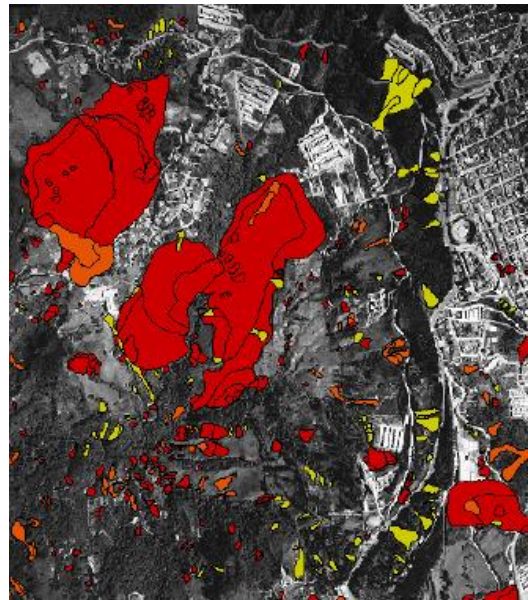


Escalas de análisis (5)

Investigación de sitio

Entre 1:200 y 1:2.000, cubriendo las áreas donde los trabajos ingenieriles serán ejecutados, o un solo sector problema.

Usados en diseño detallado de trabajos de ingeniería tales como vías, puentes, túneles, represas, y la ejecución de trabajos de mitigación.





Vulnerabilidad y Riesgo

Un vistazo a los tipos de pérdidas

	Human - social	Physical	Economic	Cultural Environmental
Direct losses	• Fatalities • Injuries • Loss of income or employment • Homelessness	• Structural damage or collapse to buildings • Non-structural damage and damage to contents • Structural damage infrastructure	• Interruption of business due to damage to buildings and infrastructure • Loss of productive workforce through fatalities, injuries and relief efforts • Capital costs of response and relief	• Sedimentation • Pollution • Endangered species • Destruction of ecological zones • Destruction of cultural heritage
Indirect losses	• Diseases • Permanent disability • Psychological impact • Loss of social cohesion due to disruption of community • Political unrest	• Progressive deterioration of damaged buildings and infrastructure which are not repaired	• Economic losses due to short term disruption of activities • Long term economic losses • insurance losses weaken-<u>ing</u> the insurance market • Less investments • Capital costs of repair • Reduction in tourism	• Loss of biodiversity • Loss of cultural diversity

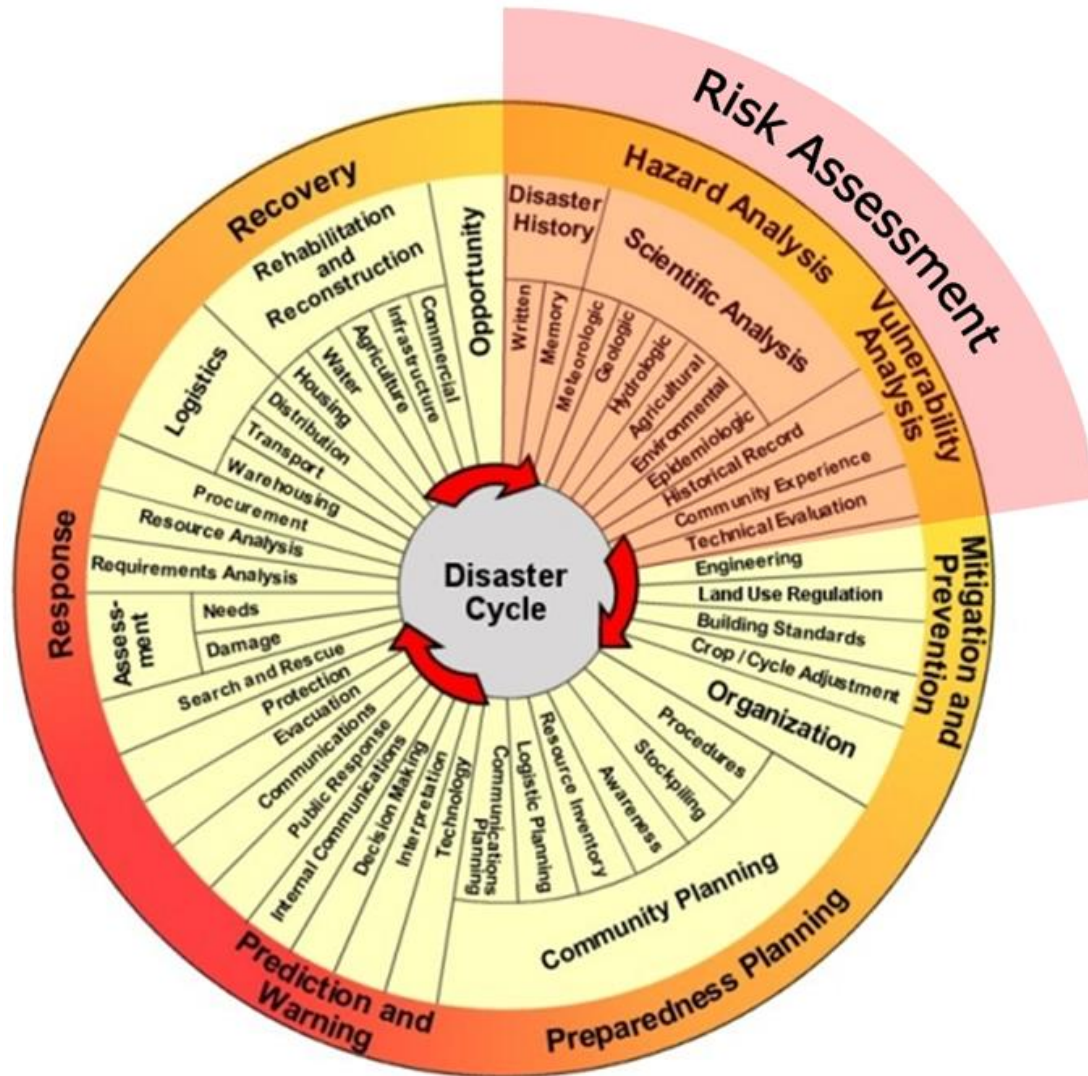
Una reflexión inicial

- Los desastres naturales.....
 - No son Naturales!!!
 - Ocurren por la confluencia de un fenómeno natural (lluvias, huracanes, sismos, etc.)
 - Con las condiciones propicias al desastre de una comunidad o sociedad.
 - Entonces con una condición de vulnerabilidad.

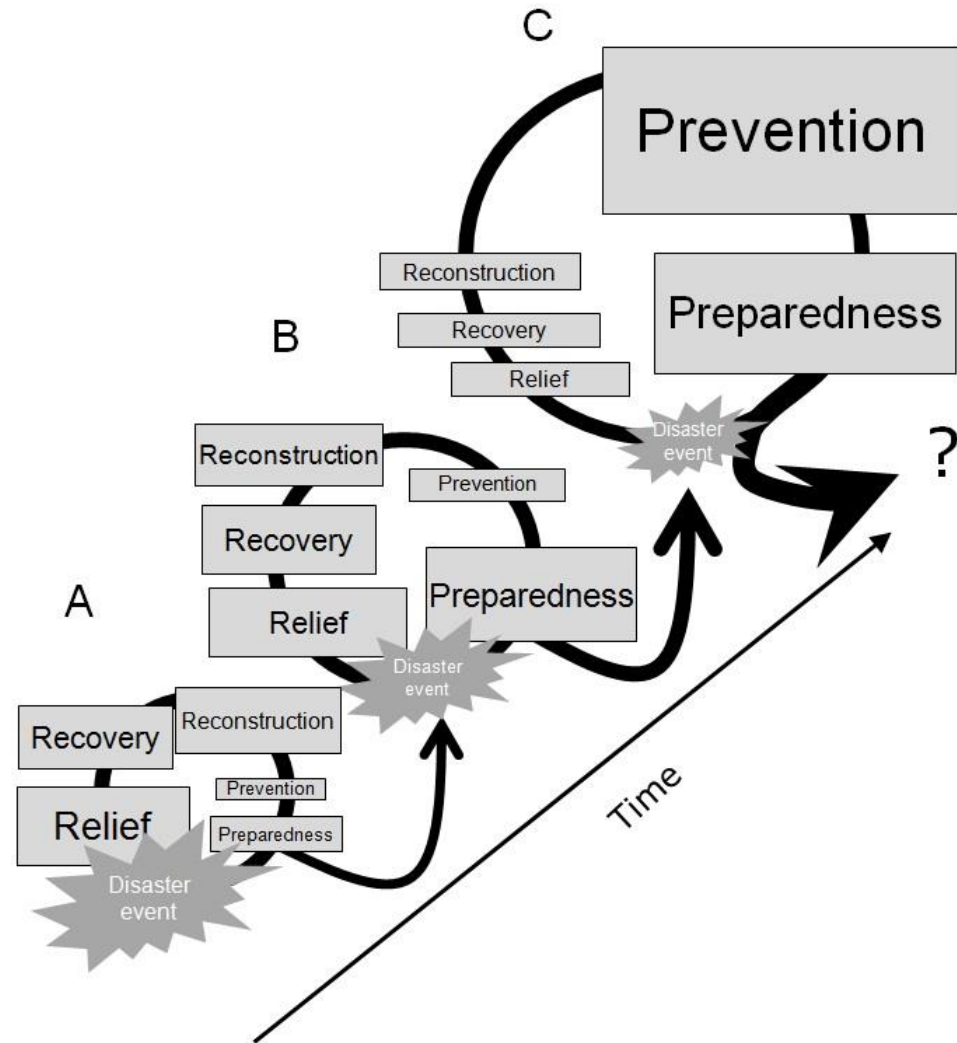
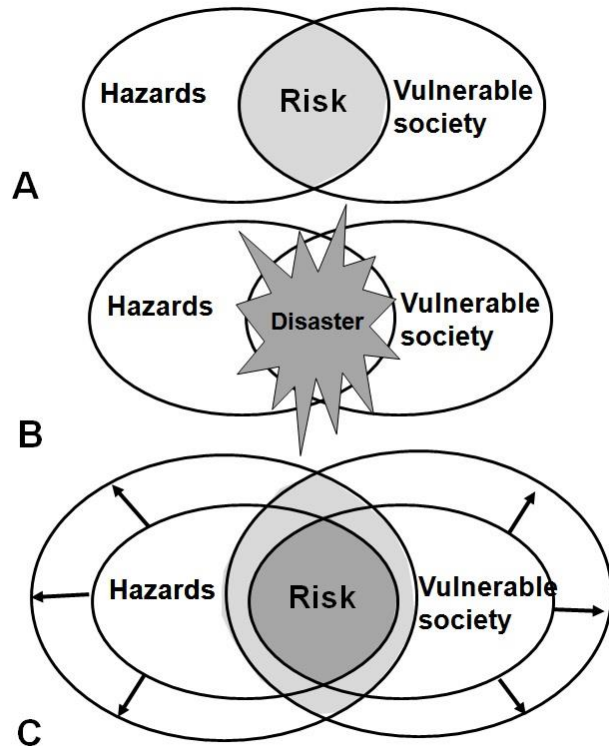
Variables de Gestión

Variable		¿Controlable?
Peligro		No
Exposición		Difícil y Costoso
Vulnerabilidad		Si
Riesgo		Si

El Ciclo de los desastres

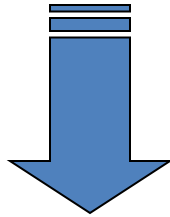


Espiral del manejo del desastre



Conceptos Claves

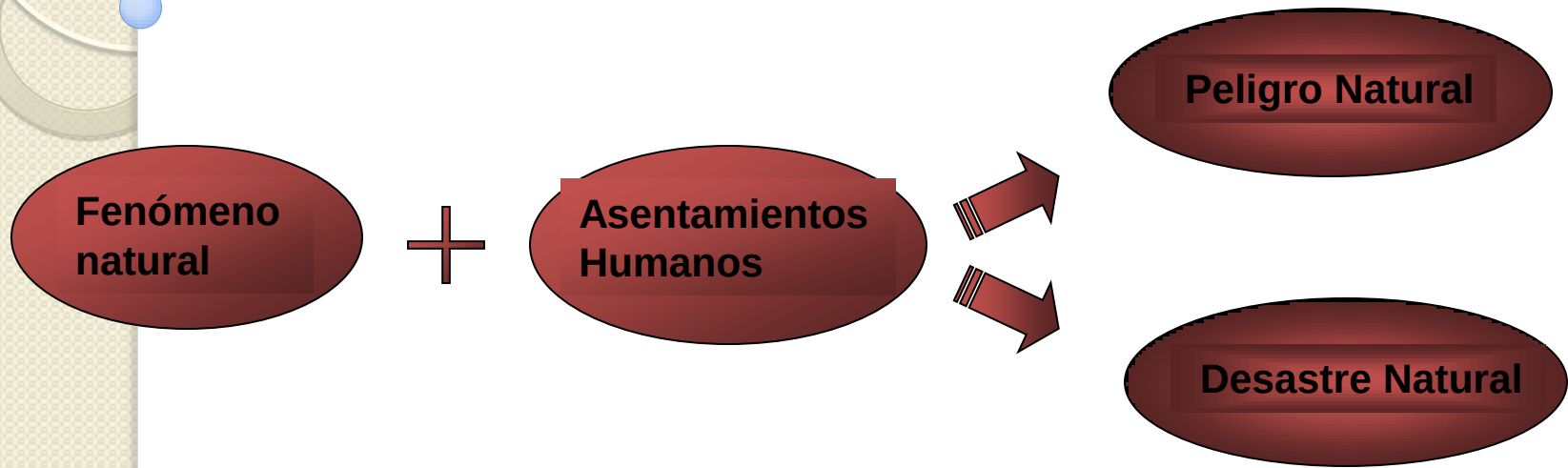
1. Peligro Natural
2. Vulnerabilidad
3. Capacidades



4. Riesgo

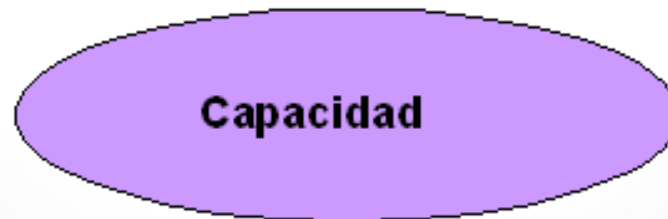
Peligros Naturales

- ❑ **Fenómeno Natural** : evento físico que no afecta a los seres humanos porque sus efectos no entran en contacto con ellos (OEA).



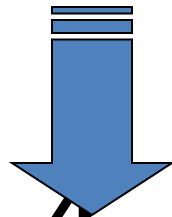
- ❑ **Peligro Natural**: evento físico que ocurre en un área poblada o con infraestructura que puede ser dañada (OEA).
- ❑ **Desastre Natural**: peligro natural que causa un numero inaceptable de muertes o danos a propiedades (OEA).

FORMULA DEL RIESGO



Conceptos Claves

1. Peligro Natural
2. Vulnerabilidad
3. Capacidades



4. Riesgo

Vulnerabilidad

Grado de afectación de las personas o bienes resultado de la materialización del peligro.

Estudio de vulnerabilidad incluye 3 sistemas:

Artificial o creado por el hombre:

- **Asentamientos humanos:**
vivienda, edificios y servicios asociados
- **Instalaciones críticas:** servicios esenciales telecomunicaciones, agua, energía, sanidad, salud y transporte
- **Instalaciones de producción económica:**
fuentes de empleo, bancos, industrias, áreas de producción agrícola, ganadera, forestal, minera, pesquera, turismo
- **Lugares de concentración pública:**
colegios, iglesias, teatros, oficinas, etc.
- **Patrimonio Cultural**
edificios de importancia cultural, de uso comunitario o con valor arquitectónico

Natural:

- **especies de animales**
- **medio ambiente natural como ríos montañas, áreas costeras, bosques.**
- **ecosistemas en general**

Social - político - organizacional:

- **poblaciones en situación de pobreza**
- **comunidades sin organización**
- **comunidades en áreas geográficas de difícil acceso**
- **organizaciones claves como servicios médicos de emergencia, policía, bomberos y organizaciones post desastre**

Capacidades

Recursos (fortalezas y debilidades) con que cuenta la comunidad para enfrentar, reducir o eliminar una situación de emergencia

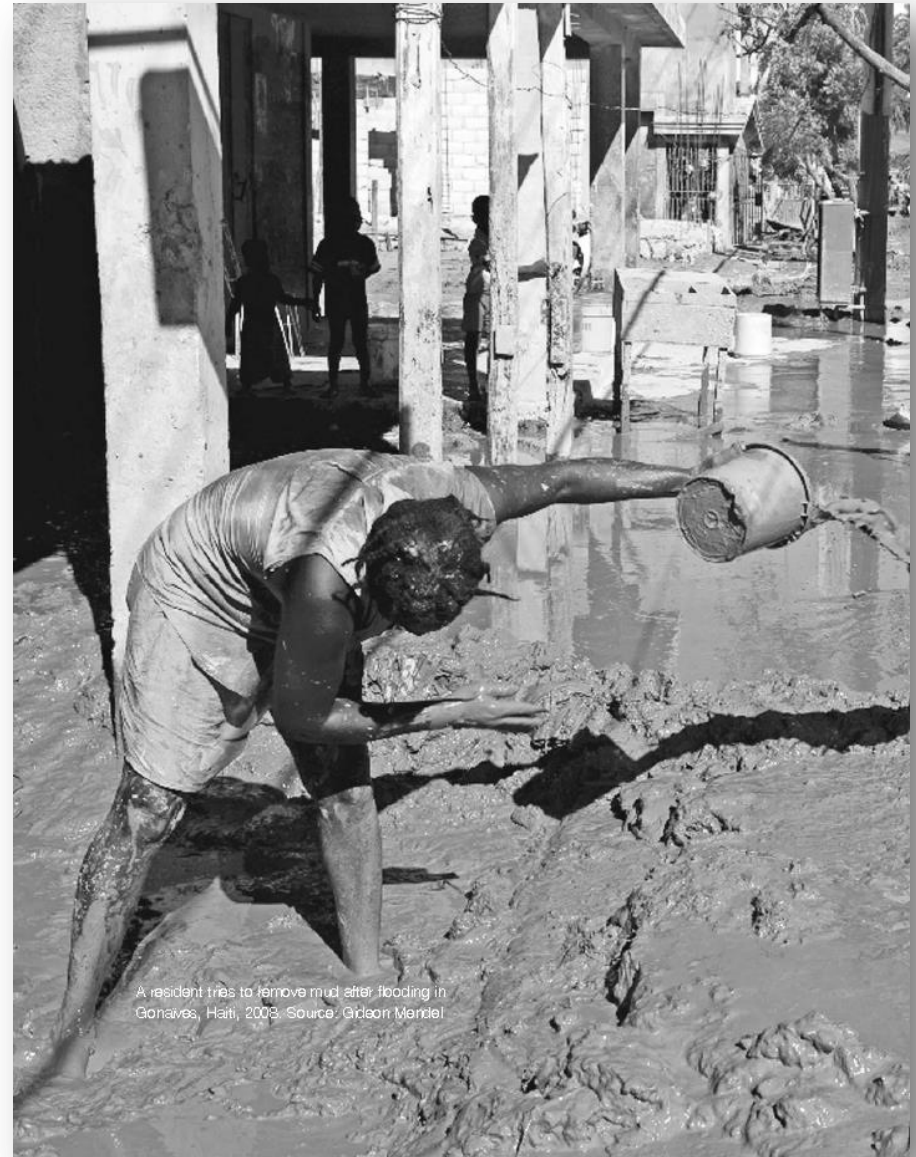
➤ Recursos Humanos

Personas y organizaciones, capacidad de respuesta, nivel y flexibilidad de organización, planes de acción elaborados, etc.

➤ Recursos Materiales

Sistemas de comunicación y transporte, vías alternativas, espacios físicos e instalaciones seguras, equipos médicos, equipos de protección y rescate , fondos de emergencia, etc.

VULNERABILIDAD



A resident tries to remove mud after flooding in
Gonaïves, Haiti, 2008. Source: Gideon Mendel

Vulnerabilidad

Susceptibilidad o propensión de un sistema expuesto a sufrir daños o pérdidas ante la presencia de un agente perturbador, determinado por factores físicos, sociales, económicos y ambientales.

Fuente: Ley General de Protección Civil, junio 6 de 2012

Diferentes tipos de vulnerabilidad y los factores afectados por su rango de exposición

Tipos de vulnerabilidad	Factores expuestos
Individual o familiar	Educación, edad, género, raza, ingresos, experiencia en desastres pasados
<i>Física</i>	<i>Asentamientos, materiales de construcción, mantenimiento</i>
Económica	Políticas inefectivas, instituciones públicas y privadas desorganizadas y no comprometidas
Social	Servicios básicos, educación, ingresos, índices de marginación
Ambiental	Prácticas ambientales mínimas, desconocimiento de crecimiento de la población y la migración
del sistema	Servicios útiles para la comunidad, servicios de salud, <i>sistemas de pronóstico y alerta</i>
Del lugar	Estructura social y de mitigación

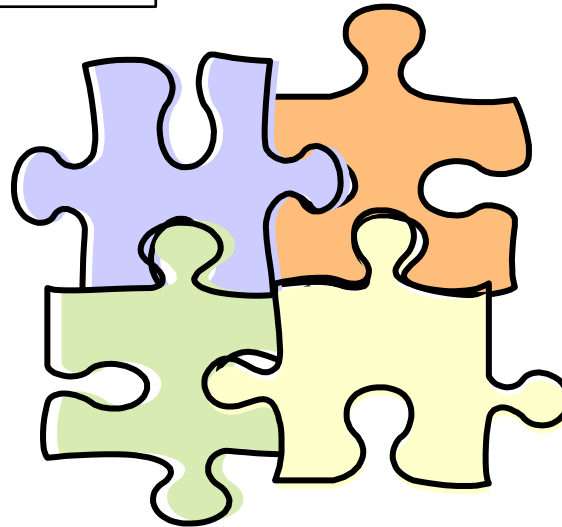
Vulnerabilidad

Factores Físicos

- Calidad de construcciones
 - a. Asentamientos
 - b. Calidad de edificios
- Diseño y materiales
- Infraestructura Crítica
- Crecimiento y densidad poblacional

Factores Económicos

- Estatus socio-económico
- Pobreza y nutrición
- Acceso a crédito y préstamos
- Acceso a infraestructura socio-económica crítica y básica
- Economía y estructura de ingresos
- Acceso a recursos y servicios
- Reservas y oportunidades de financiamiento
- Incentivos o sanciones para la prevención
- Investigación y desarrollo



Factores Ambientales

- Agua y suelos utilizables
- Vegetación, biodiversidad, foresta
- Estabilidad del ecosistema
- Recursos naturales agotados
- Polucionantes tóxicos y peligrosos

Factores Sociales

- Sistemas de saberes tradicionales
- Percepción del riesgo
- Niveles de educación y alfabetismo
- Situación legal y derechos humanos
- Dominación y relaciones de poder
- Participación civil, organización civil
- Marco legal, normas, legislación
- Derechos humanos básicos
- Aspectos de género, grupos minoritarios
- Acceso a la información

Grupos especialmente Vulnerables



- Mujeres
- Niños
- Tercera Edad
- Discapacitados

Capacidades y resiliencia

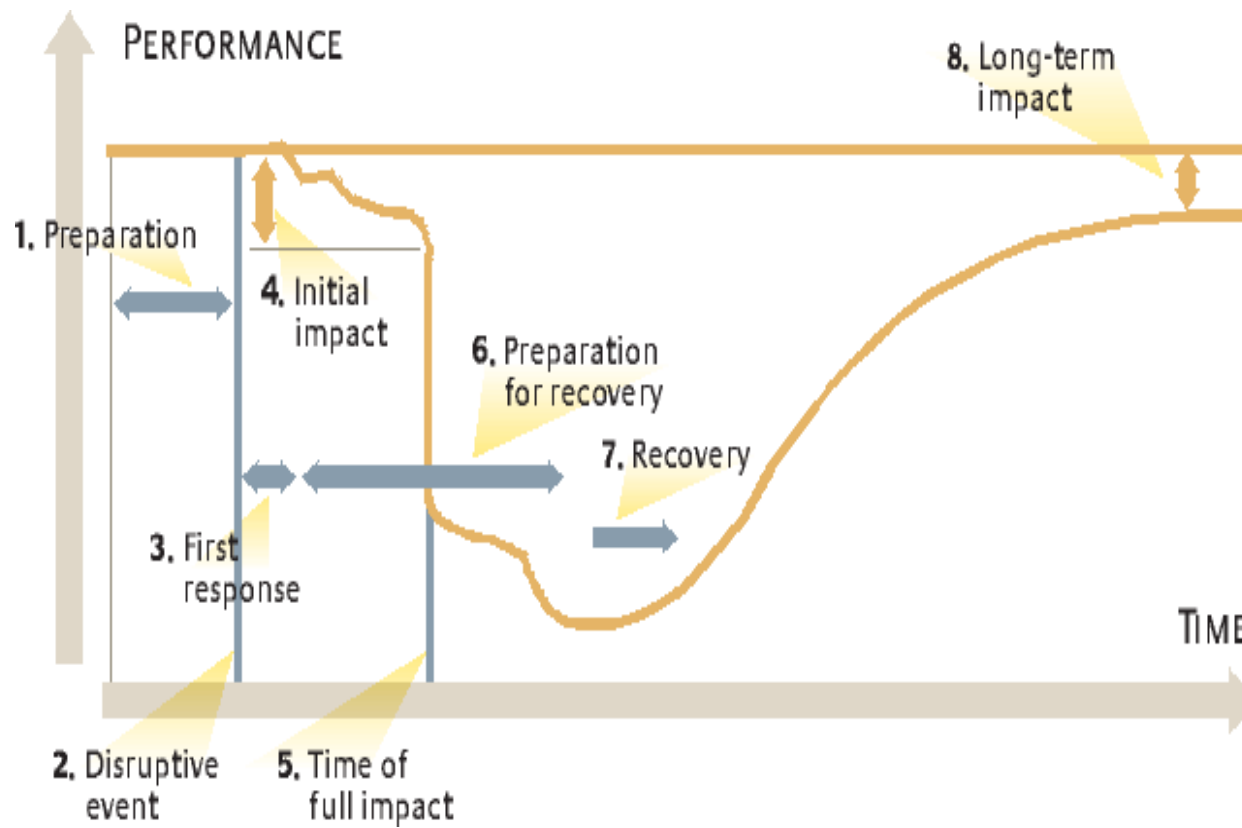
Resiliencia: capacidad de un sistema, comunidad o sociedad potencialmente expuesta a un peligro o después de haber estado expuesta a el, para resistir, asimilar, adaptarse y recuperarse de sus efectos en un corto plazo y de manera eficiente, a través de la preservación y restauración de sus estructuras básicas y funcionales, logrando una mejor protección futura y mejorando las medidas de reducción de riesgos

$$\text{Riesgo} = \frac{f(\text{Peligro} \times \text{Vulnerabilidad} \times \text{Exposición})}{\text{Preparación}}$$

Conocimiento – educación -- Percepción adecuada del riesgo -- habilidades –Capacidades

Cultura de la prevención y la autoprotección

Resilencia

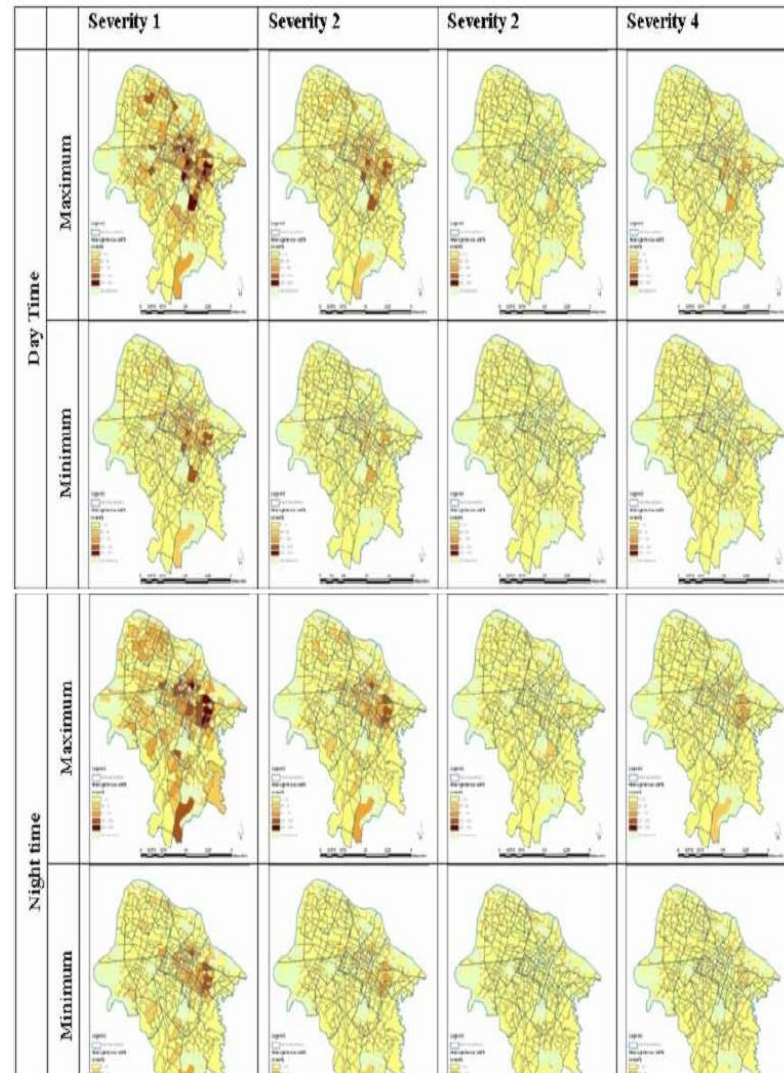


Vulnerabilidad de la población ante remoción de masa en Hong Kong.

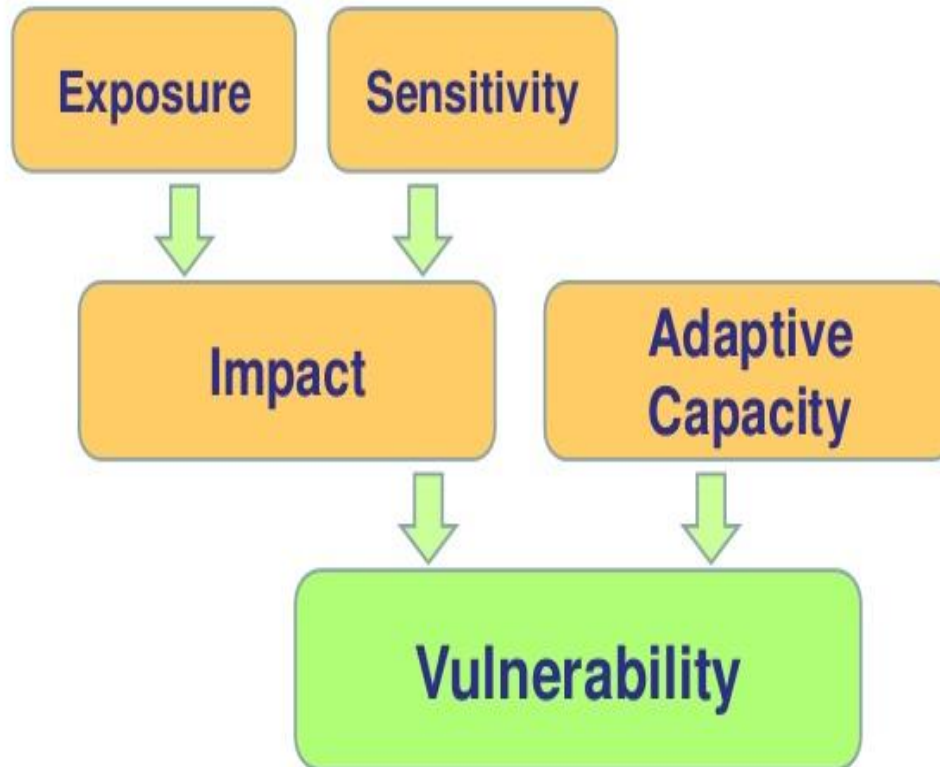
Basada en la recopilación de una extensa base de datos de eventos y sus muertes y heridas.

Location	Description	Population vulnerability (individuals)		
		Data range	Recommended	Comments
Open Space	Struck by rock fall	0.1 - 0.7	0.5	May be injured but unlikely to cause death
	Buried by debris	0.8 - 1.0	1	Death by asphyxia
	Not buried but hit by debris	0.1 - 0.5	0.1	High chance of survival
Vehicle	Vehicle is buried/crushed	0.9 - 1.0	1	Death almost certain
	Vehicle damaged only	0.0 - 0.3	0.3	High chance of survival
Building	Building collapse	0.9 - 1.0	1	Death almost certain
	Inundated building with debris	0.8 - 1.0	1	Death is highly likely
	Inundated building with debris but person is not buried	0.0 - 0.5	0.2	High chance of survival
	Debris strikes building only	0.0 - 0.1	0.05	Virtually no danger

Estimación de muertos por evento



Metodología IPCC



IPCC-oriented definition of vulnerability

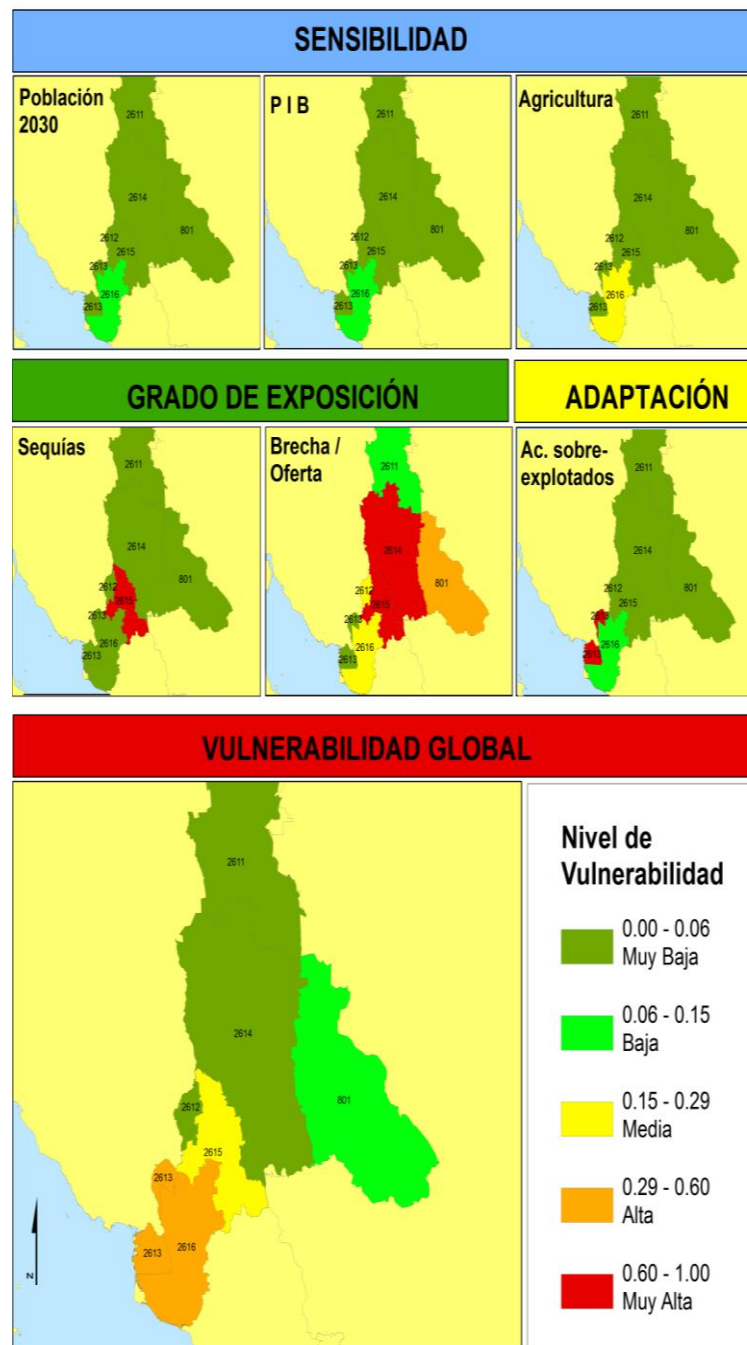
Vulnerabilidad a la Sequía

La vulnerabilidad es el grado en el que un sistema es susceptible a efectos adversos.

Está en función tres factores (IPCC, 2007):

1. **Grado de exposición**
2. **Sensibilidad**
3. **Capacidad de adaptación**

*Metodología del “Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías de México”, publicada por CONAGUA-SEMARNAT, 2011.



Gestión del Riesgo



Diferencia entre gestión de desastres y gestión del riesgo

Gestión del Desastre

El manejo de la emergencia

La cuantificación de daños, pérdidas y necesidades

Emergencia y restablecimiento de servicios básico

Retorno a la normalidad

Reconstrucción reforzada (no reconstruir la vulnerabilidad)

El riesgo es sufrido por la sociedad en su conjunto en diversos niveles de daños, pérdidas y necesidades

El riesgo es generalmente asumido en buena medida por el estado

Gestión del Riesgo

Mitigación y prevención



PREGUNTAS?

Sismología y riesgo sísmico

- Geología Ambiental 2019-2

Terremoto o Sismo

Movimiento de la tierra

Repentino

Brusco

Rápida liberación de energía

Fractura o movimiento al

interior de la corteza

terrestre

DAÑOS MATERIALES

Infraestructura productiva

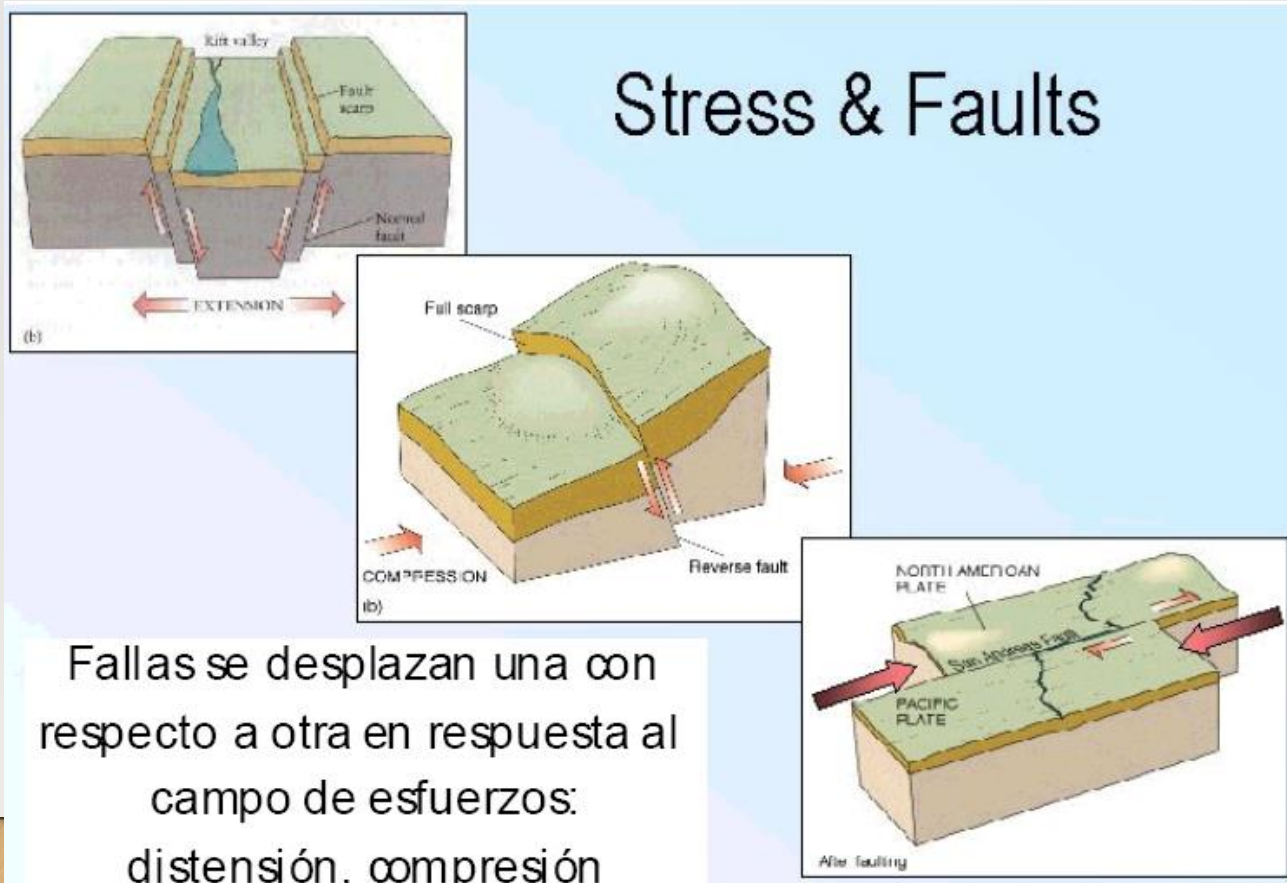
Residencias

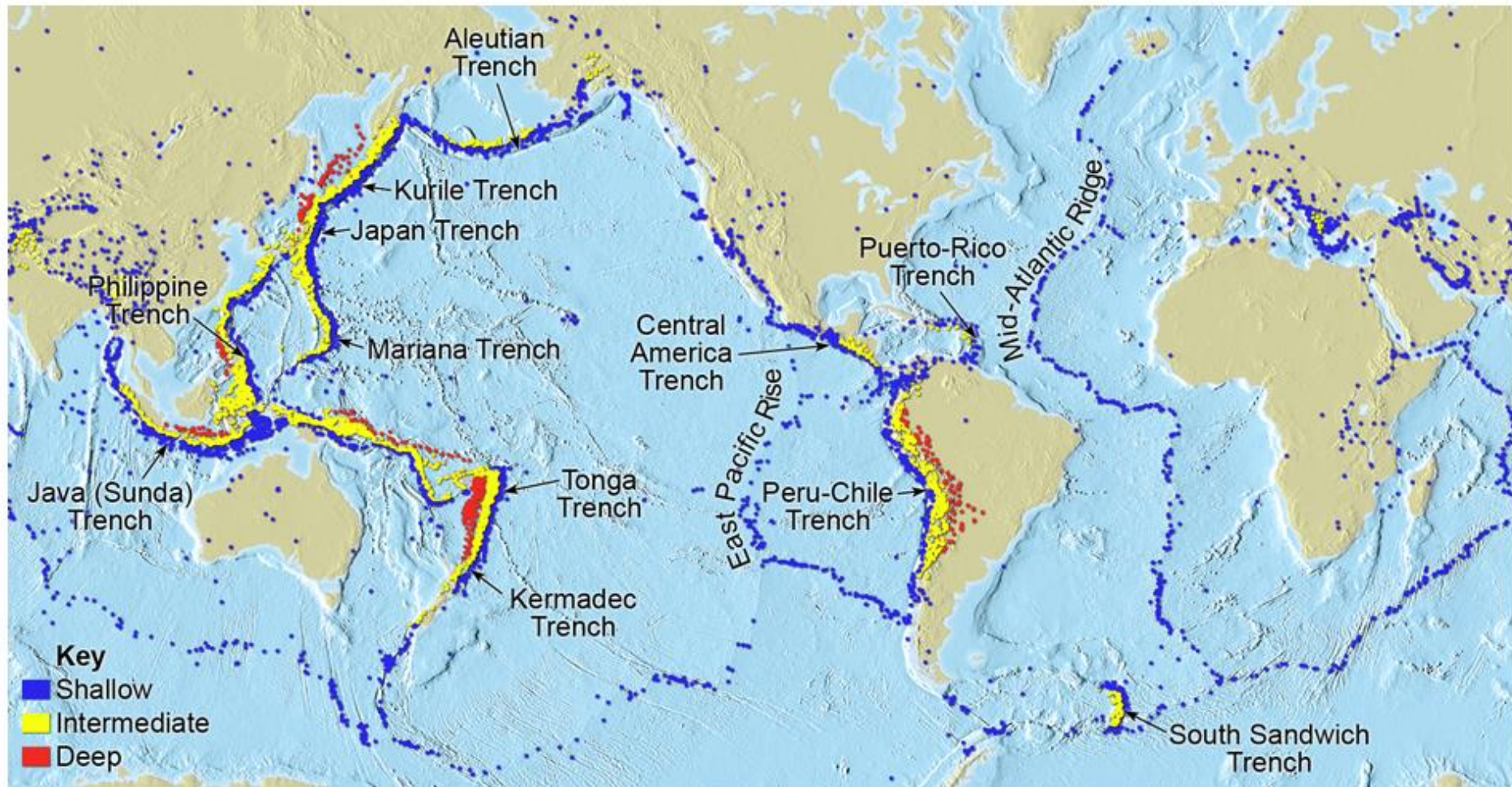
El paisaje



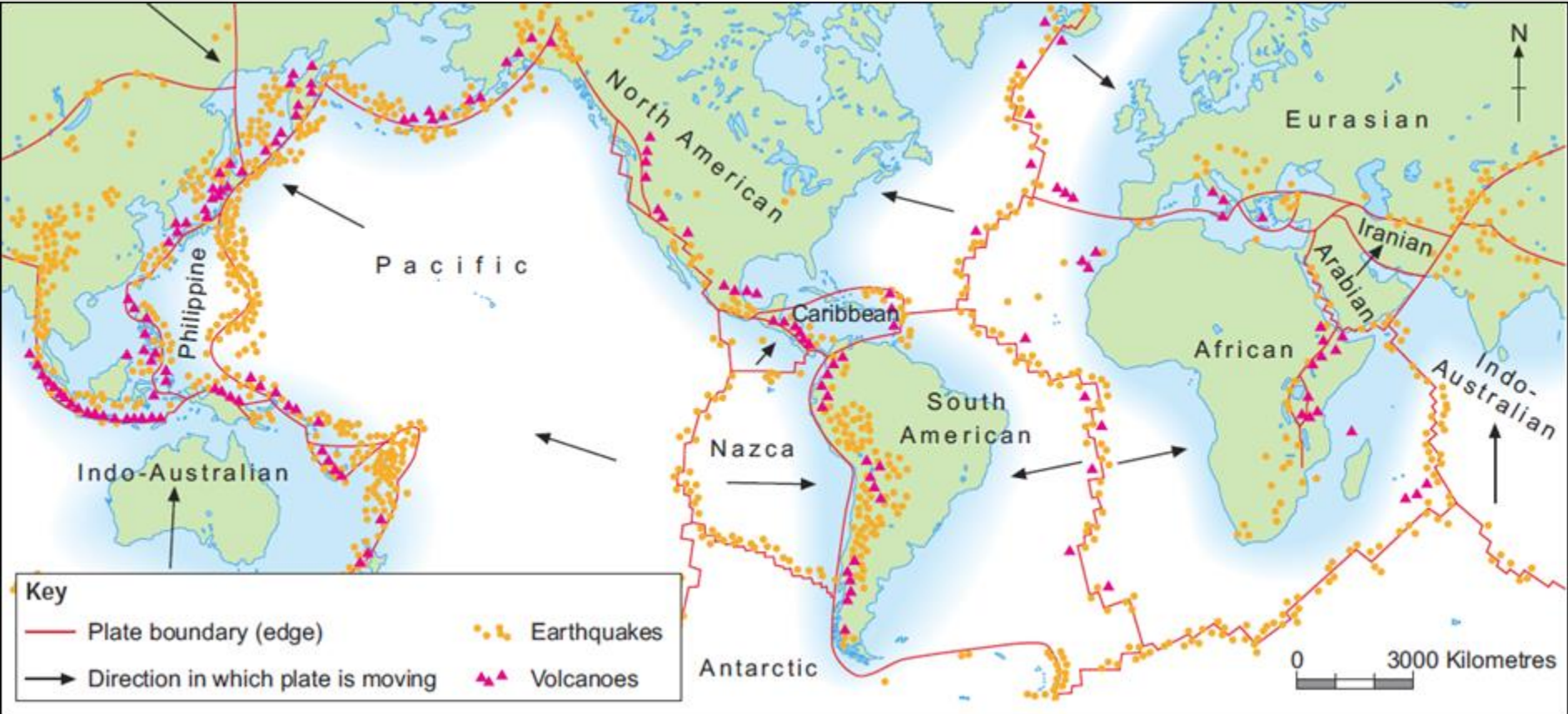
Campo de esfuerzos – Principios básicos

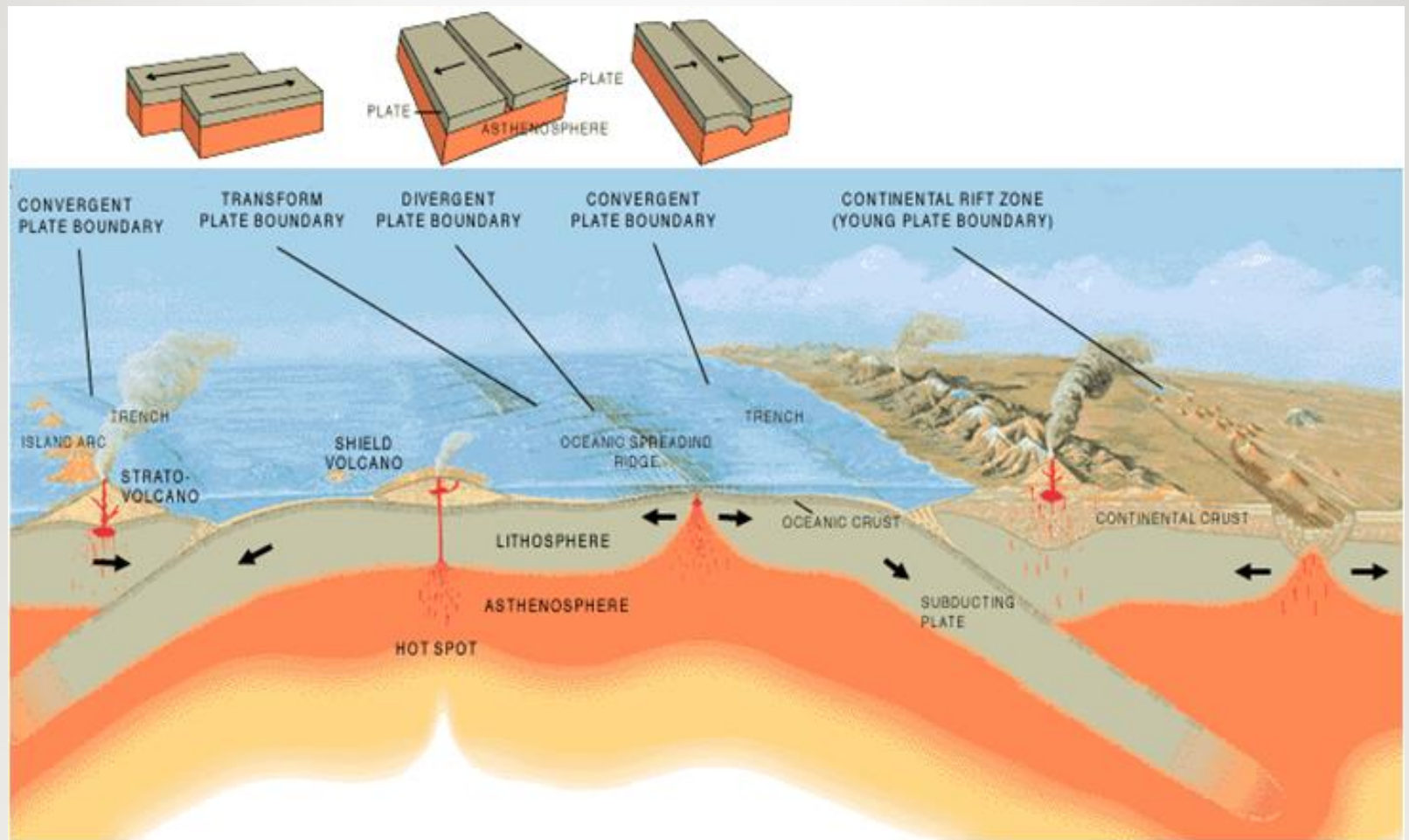
Fallas





Distribution of shallow-, intermediate-, and deep-focus earthquakes. (Data from NOAA)





Tipos de Sismos Según origen

TECTONICO –

- 9 Liberación rápida de energía en movimientos que ocurren en la corteza terrestre. Es el tipo mas común.

VOLCANICO –

- 9 Asociados a actividad volcánica.

Otros tipos menos comunes -

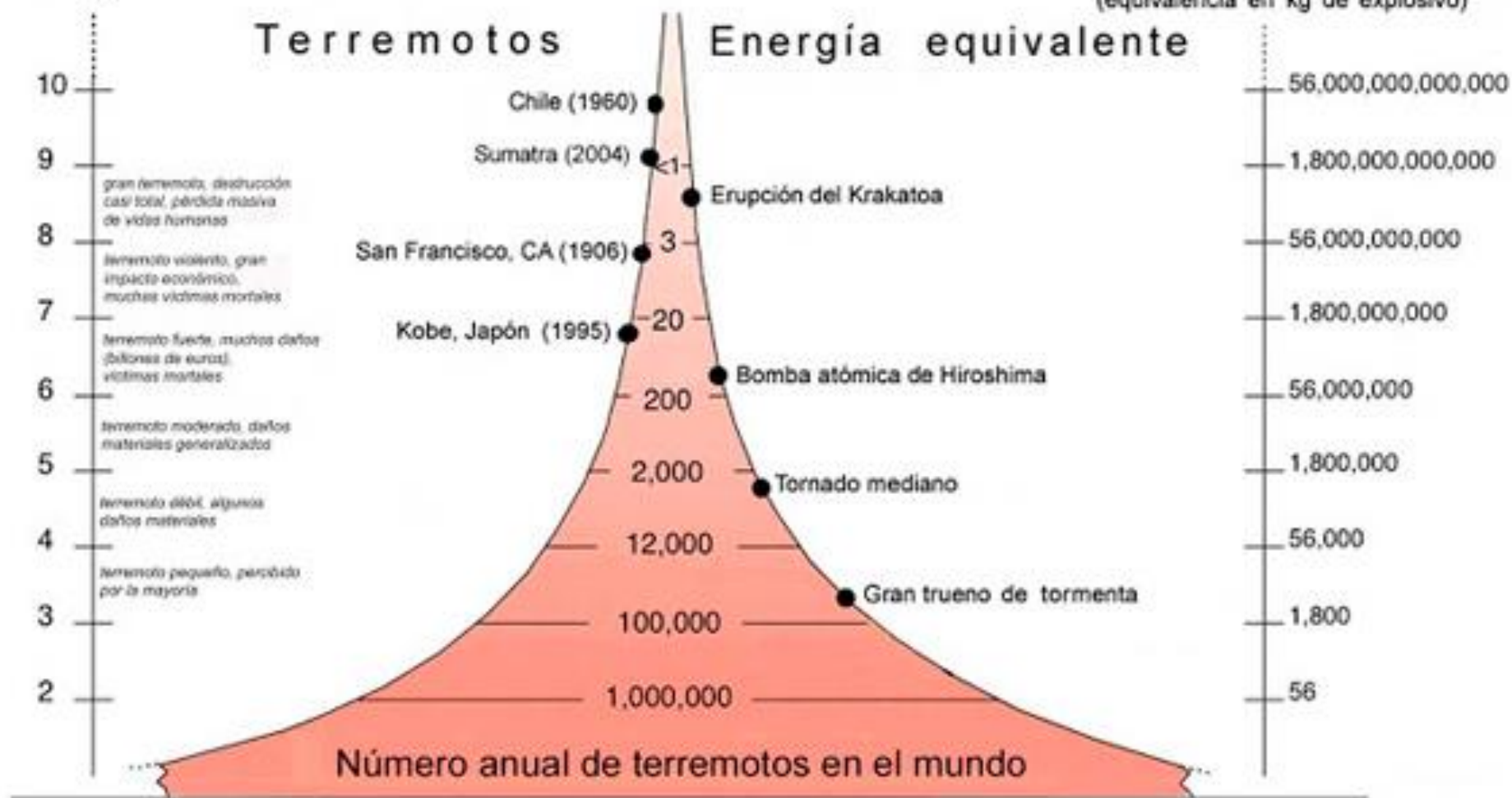
- 9 Colapso de cavernas subterráneas y minas
- 9 Deslizamientos masivos
- 9 Explosión de armas químicas o nucleares.

Magnitud

Energía liberada
(equivalencia en kg de explosivo)

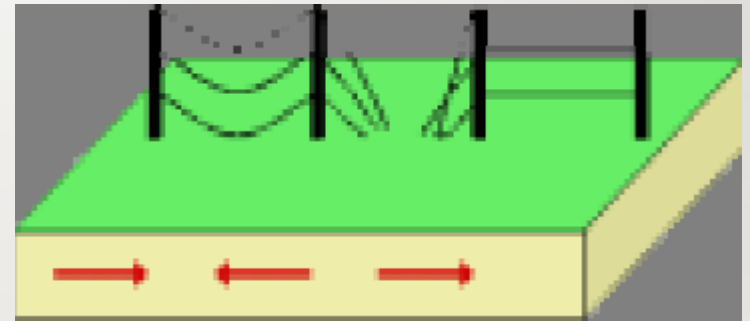
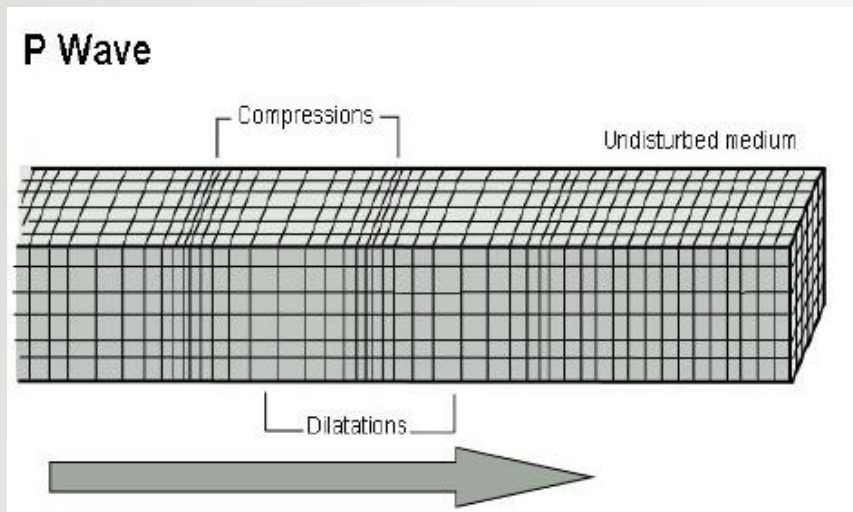
Terremotos

Energía equivalente



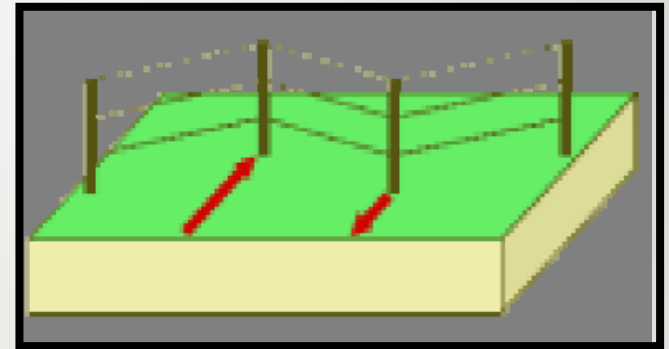
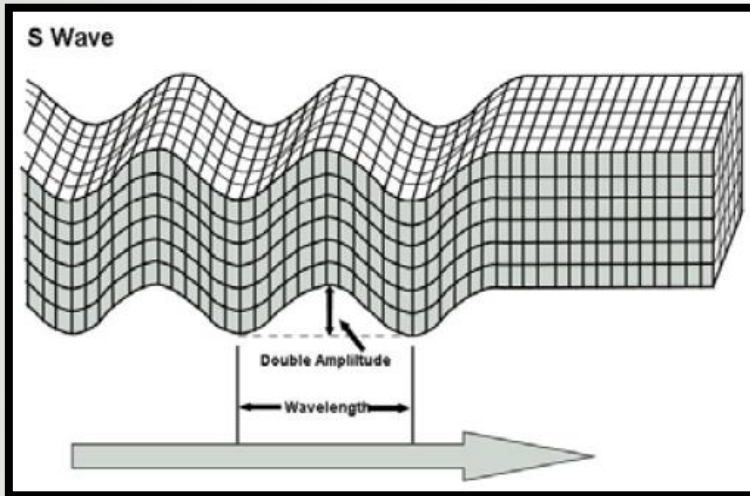
Tipos de Ondas

- Primarias o ondas tipo 'P'



Ondas P – Los materiales se mueven paralelamente a la dirección de las ondas

- Secundarias o ondas tipo Secundarias o ondas tipo 'S'



Tipos de ondas sísmicas

Ondas S- Movimiento perpendicular a la dirección de la onda

Tipos de ondas sísmicas

Superficiales, ondas tipo L

- **Ocurren únicamente en la superficie de la corteza terrestre.**
- **Tienen longitudes de onda larga y baja frecuencia**
- **Son las mas destructivas.**

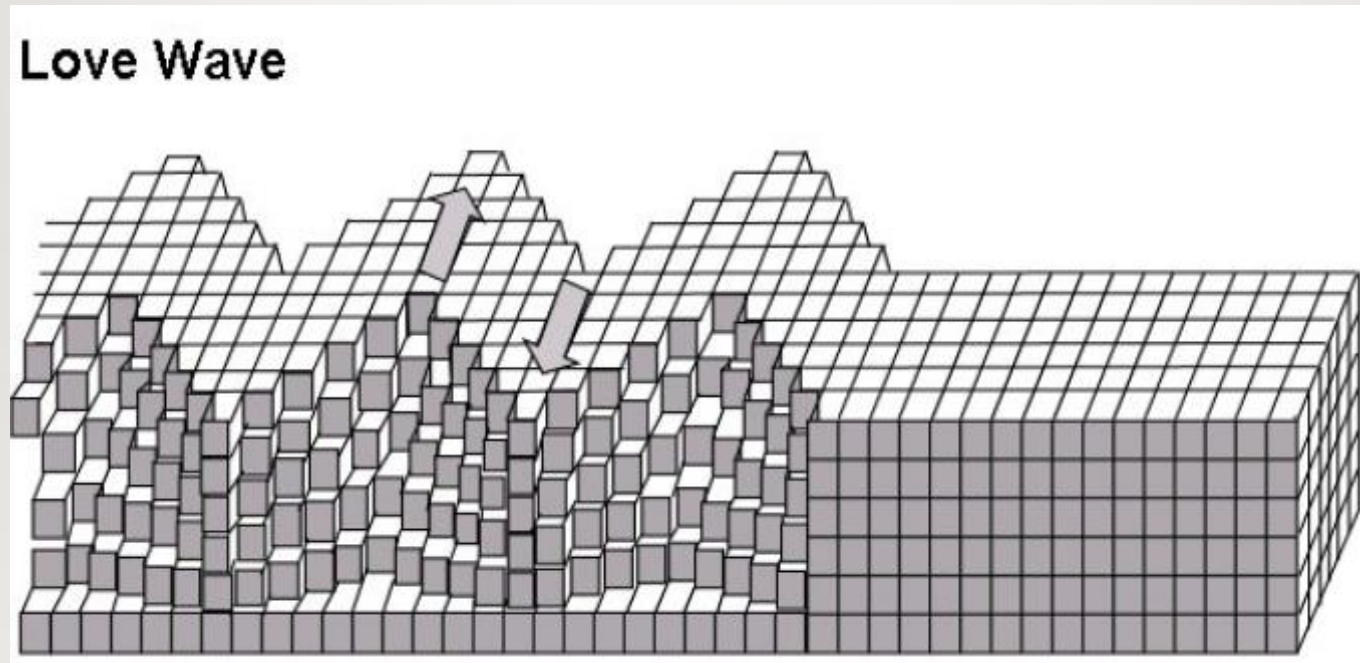
Hay dos tipos de ondas Hay dos tipos de ondas L :

- **Ondas “Love” (Ondas Q)**
- **Ondas Rayleigh (Ondas R)**

- Mas lentas que ondas tipo P-y S
- Amplitud > ondas P- y S
- Vibración se reduce con profundidad
- Periodo largo, causa ppal de daño

Tipos de ondas sísmicas

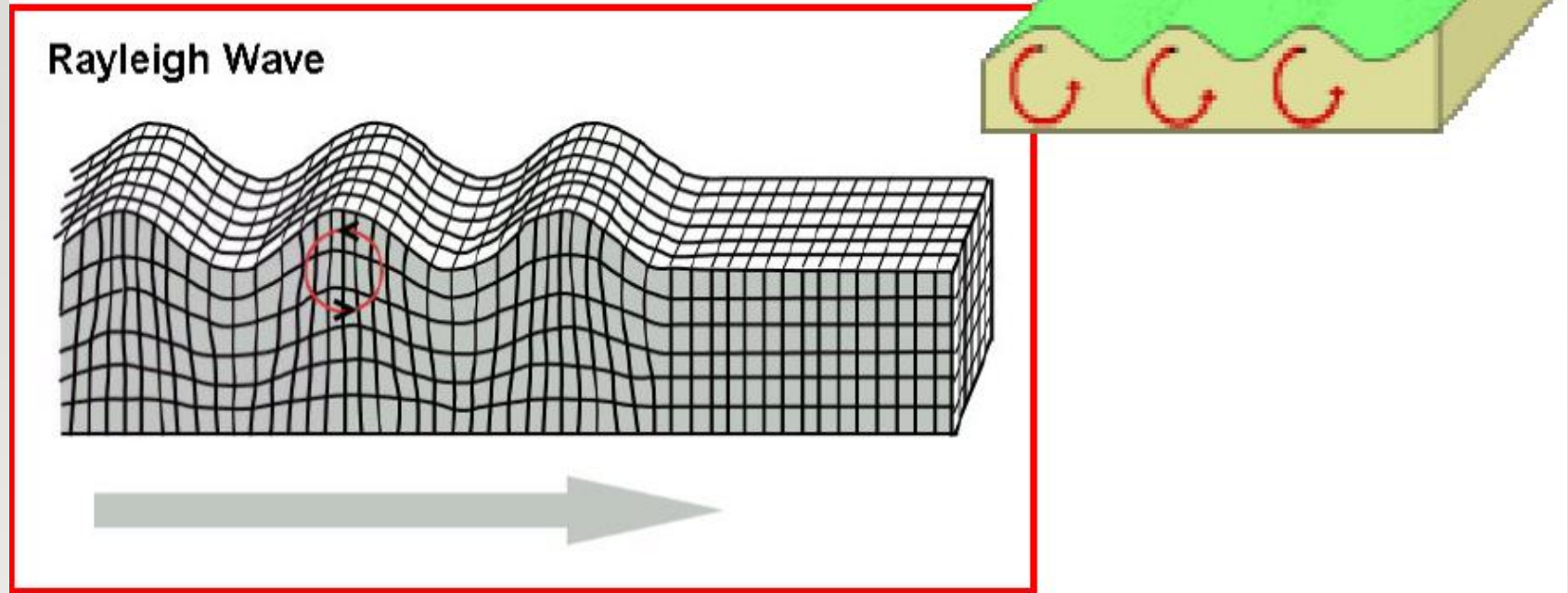
- Ondas “Love” (Ondas Q)



Movimiento horizontal fuerte, perpendicular a la dirección de la onda

Tipos de ondas sísmicas

-Ondas Rayleigh (Ondas R)

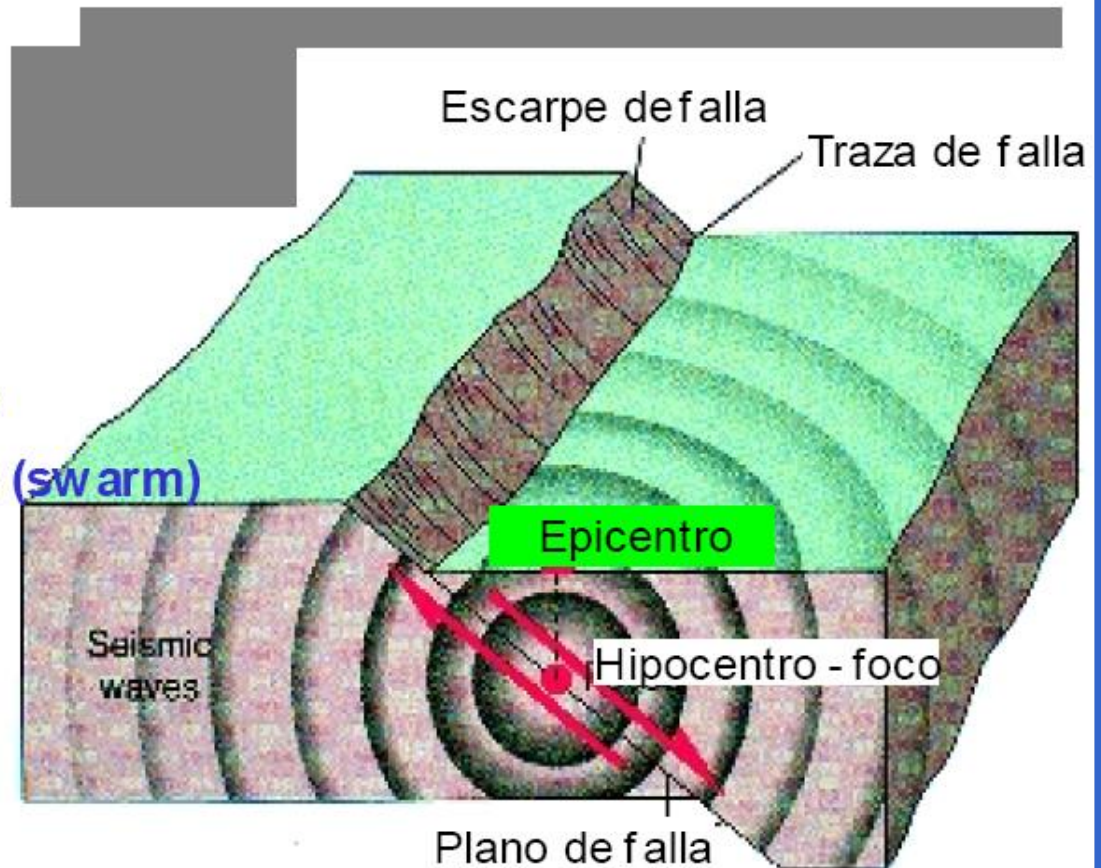


Movimiento arriba y abajo, lado a lado, en la dirección de la onda

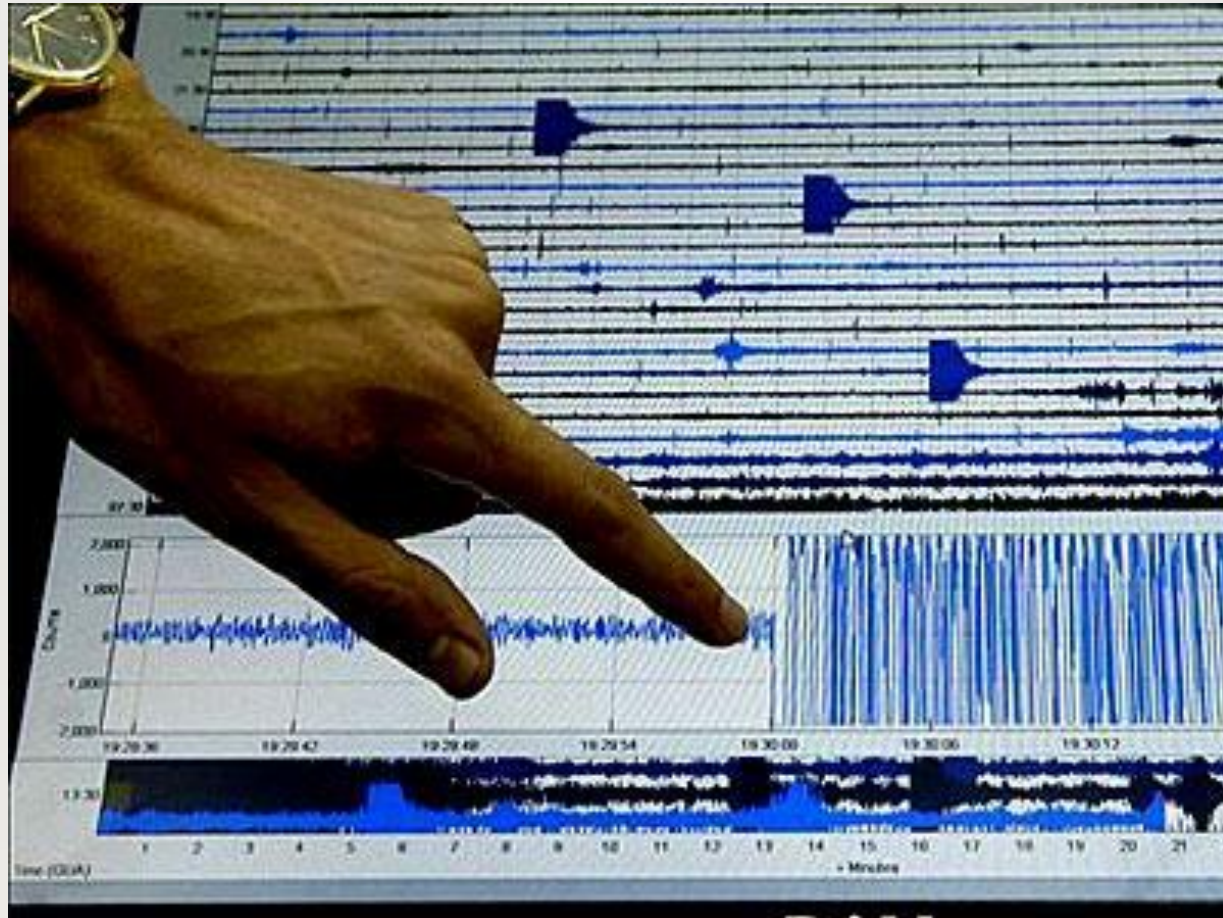
Términos de uso común

- EPICENTRO
- HYPOCENTRO

- Terremoto
- Replica
- Sismo Premonitorio
- Enjambre o anidado (swarm)



Registro. Sismógrafos



El tamaño de un sismo

Escala de Richter

Magnitud Richter	Equivalente TNT a energía sísmica liberada	Ejemplo (aproximado)
-1.5	6 onzas	Rompiendo una roca en una mesa de laboratorio
1.0	30 libras	Voladura mayor en un sitio construido
1.5	320 libras	
2.0	1 ton	Voladura mayor en una cantera o mina
2.5	4.6 ton	
3.0	29 ton	
3.5	73 ton	
4.0	1,000 ton	Arma nuclear pequeña
4.5	5,100 ton	Tornado promedio (energía total)
5.0	32,000 ton	
5.5	80,000 ton	Temblor de Little Skull Mtn, NV, 1992
6.0	1 millones ton	Temblor de Double Spring Flat, NV, 1994
6.5	5 millones ton	Temblor de Northridge, CA, 1994
7.0	32 millones ton	Temblor de Hyogo-Ken Nambu, Japan, 1995; Arma termónuclear más grande
7.5	160 millones ton	Temblor de Landers, CA, 1992
8.0	1 mil millones ton	Temblor de San Francisco, CA, 1906
8.5	5 mil millones ton	Temblor de Anchorage, AK, 1964
9.0	32 mil millones ton	Temblor de Chile, 1960
10.0	1 mil billones ton	(Falla tipo San Andrés alrededor de la tierra)
12.0	160 mil billones ton	(Fractura de la tierra por el centro, ó recepción diaria en la tierra de energía solar)

Escala Modificada de Mercalli

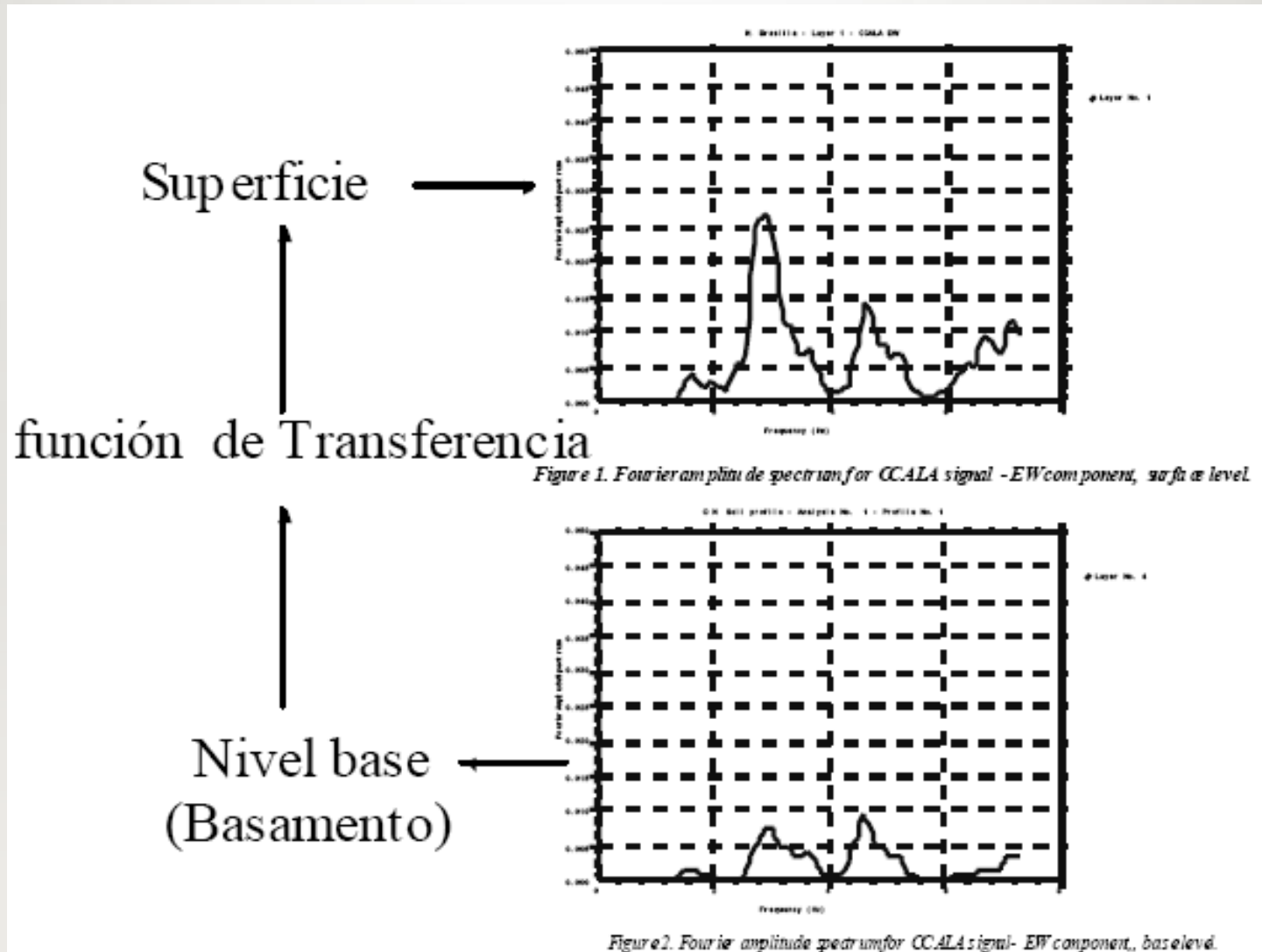
I	Apenas percibido
II	Sentido sólo por gente muy sensitiva, algunos objetos suspendidos pueden oscilar
III	En interiores se percibe como el paso de un tracto camión grande
IV	Percibido en interiores por mucha gente, oscila la mayoría de los objetos suspendidos, vibran ventanas y vajillas, autos estacionados se mecen
V	Percibido por casi todos, se despierta la gente que está durmiendo, se rompen ventanas y vajilla
VI	Percibido por cualquiera, algunos entran en pánico y corren hacia fuera, algunas chimeneas se rompen, algunos muebles se mueven, daños ligeros
VII	Daño considerable en estructuras mal construidas, percibido por gente manejando, la mayoría se asusta y corre hacia afuera
VIII	Daños leves a estructuras bien construidas y las mal construidas se dañan fuertemente, caen muros, chimeneas y monumentos
IX	Se rompen los ductos subterráneos, se dañan los cimientos de los edificios y los edificios se separan de los mismos, se produce daño considerable a edificios muy bien construidos
X	Pocas estructuras sobreviven, la mayoría de los cimientos se destruyen, el agua es echada fuera de los bancos de los ríos y lagos, se producen avalanchas y deslizamientos de rocas, las vías de ferrocarril se doblan
XI	Pocas estructuras permanecen pie, pánico total, grandes grietas en el terreno

Como interactúan las ondas sísmicas y el suelo? (1)

Suelos (blandos) recubriendo el basamento rocoso amplifican la vibración sísmica en la mayoría de los casos

- La magnitud de la amplificación depende de
 - Espesor de la cobertura de suelos (geología)
 - Propiedades del suelo (rigidez, peso unitario)
 - Tipo de sismo (magnitud, distancia hipocentro)

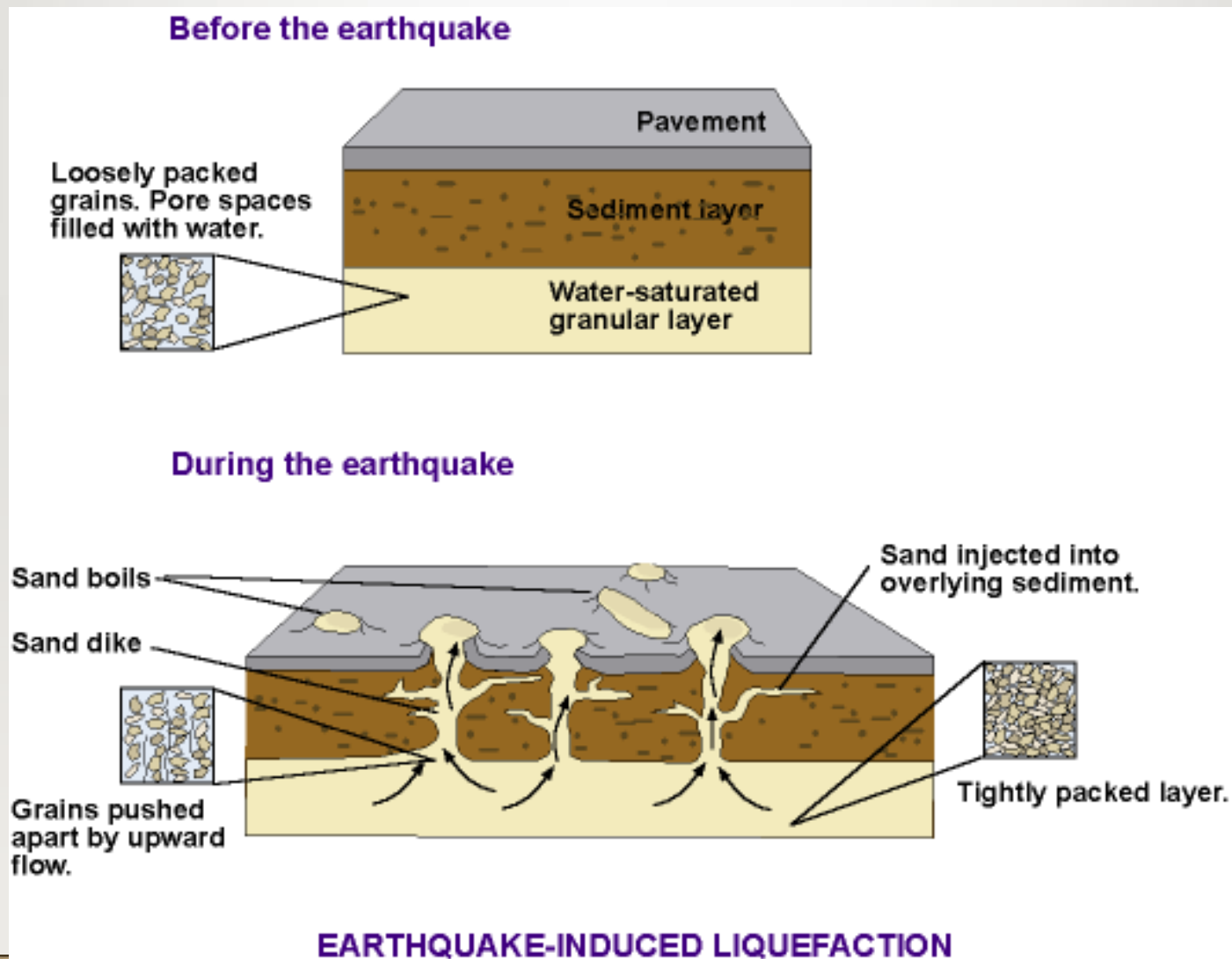
Efecto de la función de transferencia sobre la amplitud del sismo



Comportamiento rígido



Licuefacción



Licuefacción



Daños asociados con sismos

Directos, relacionados al movimiento del suelo
(*approx.. 20%*)

1. Vibración del suelo
2. Rompimiento superficial, ruptura de falla
- 3.- Licuefacción del suelo

Indirectos

(*approx.. 80%*)

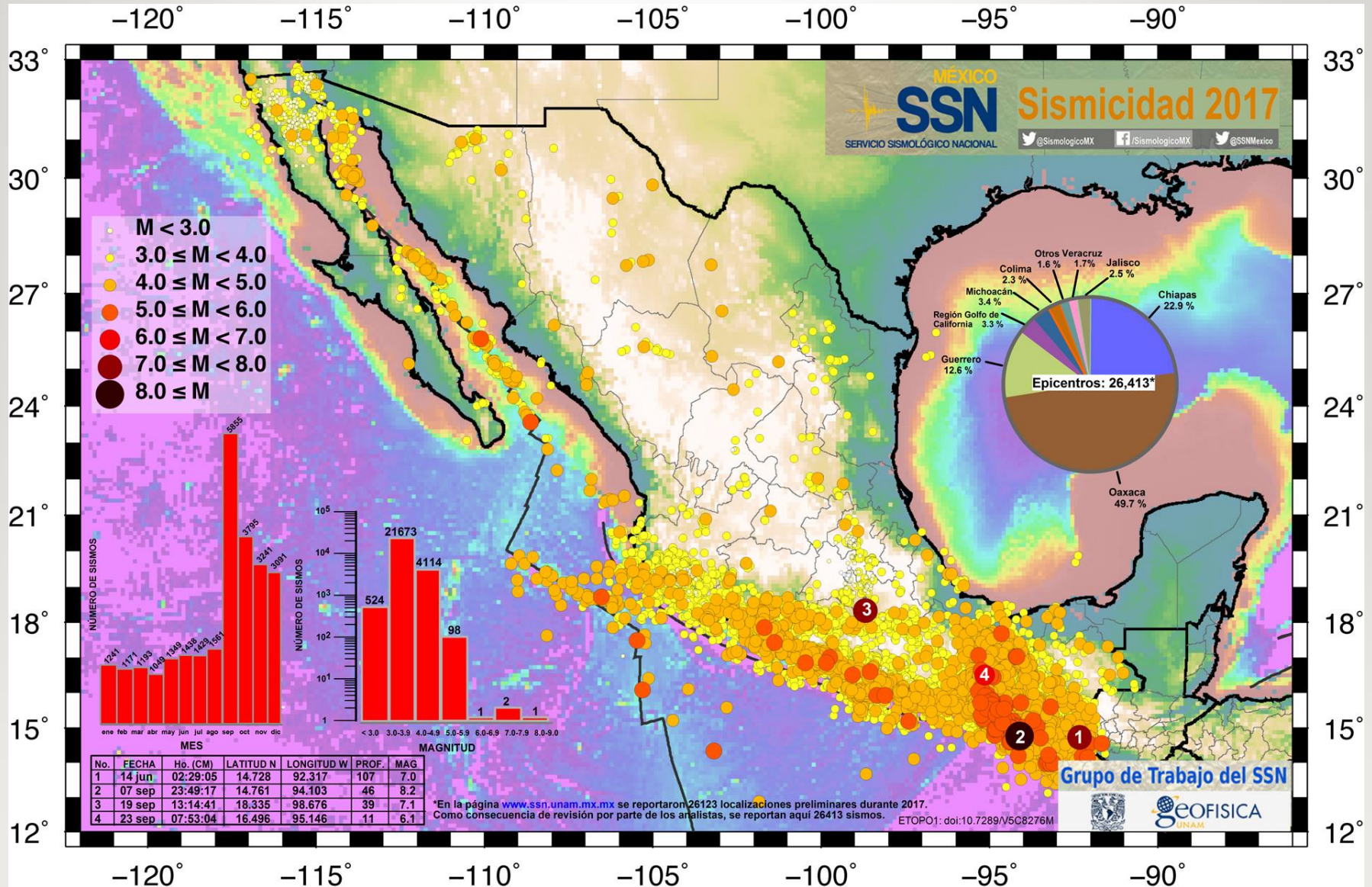
3. Daños posteriores

Daños asociados con sismos

Amenazas Secundarias

- a) Asentamiento diferencial del suelo,
- b) Licuefacción,
- c) Inundaciones debido a rompimiento de presas y diques naturales.
- d) Incendios, etc.

Sismicidad Mexico



Sismos Históricos. Mexico 1985



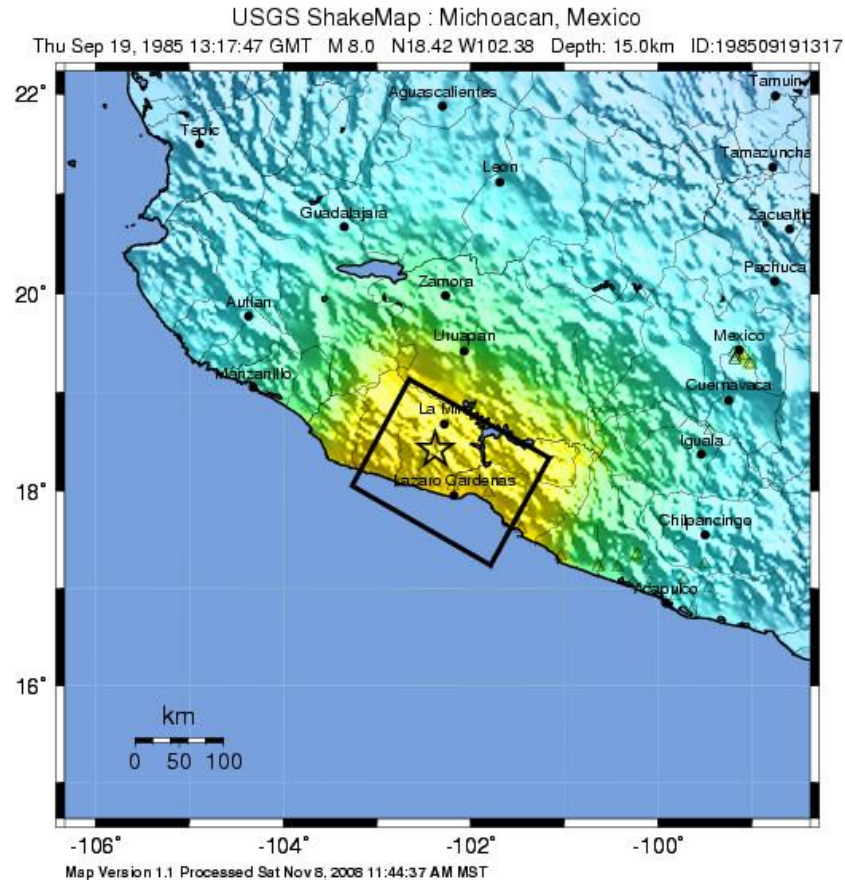
Sismos Históricos. Mexico 1985



Sismos Históricos. Mexico 1985



Sismos Históricos. Mexico 1985

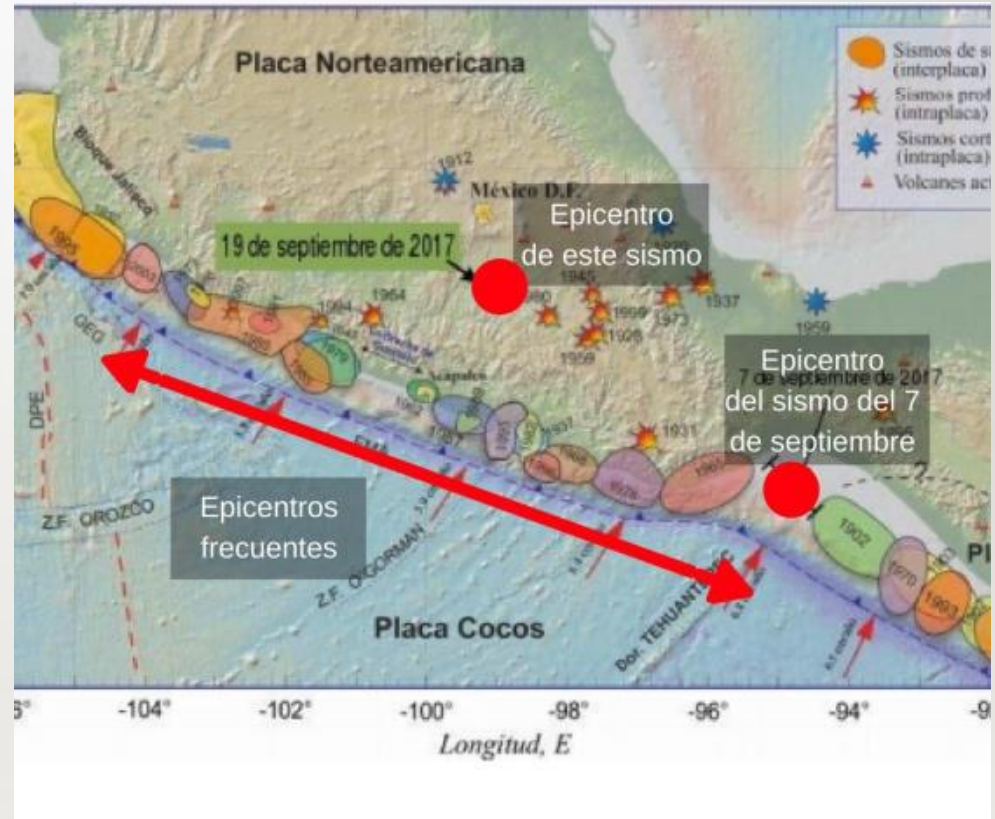
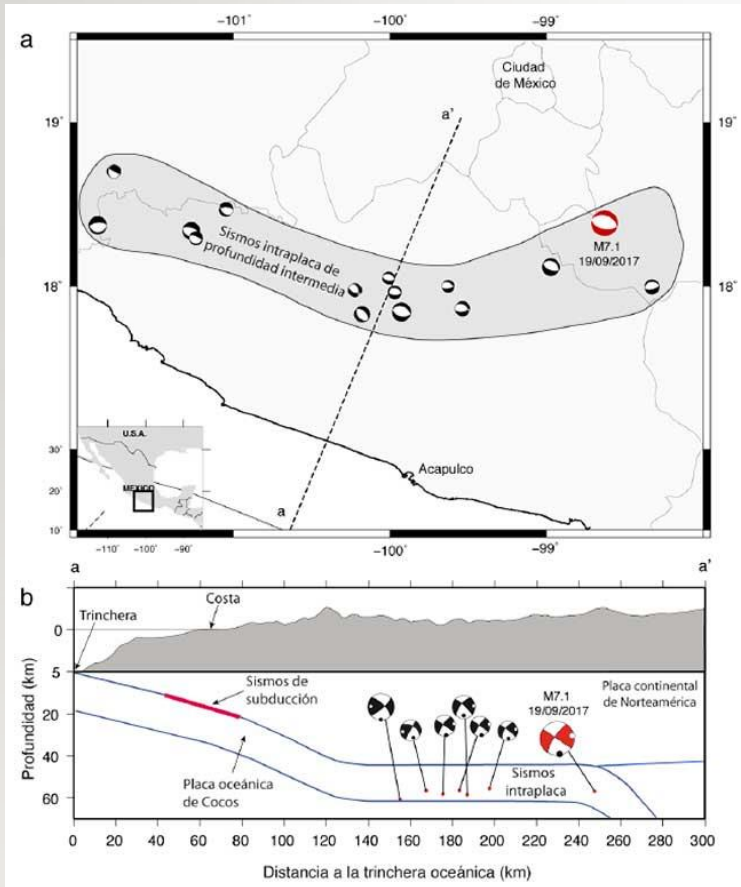


PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC. (%g)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL. (cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Sismos Históricos. Mexico 2017



Sismos Históricos. Mexico 2017



Sismos Históricos. Mexico 2017



Sismos Históricos. Mexico 2017

DAÑOS EN EL TERREMOTO DE MÉXICO

IMPACTO DEL TEMBLOR



México

Sismo 7.1

19/09/2017



Evaluación preliminar de daños y análisis de necesidades -
 Actualizado al 26 septiembre, 12:00hrs.



Cifras a nivel Nacional



LOS ESTADOS MÁS AFECTADOS

8 Estados con mayor afectación
 Ciudad de México, Morelos, Puebla, Estado de México, Guerrero, Oaxaca, Tlaxcala y Veracruz



Declaratorias de Emergencia Extraordinaria



Los límites y nombres mostrados y las designaciones usadas en este mapa no implican la aprobación o reconocimiento por parte de las Naciones Unidas.
 Fuente: Cifras y datos - Reporte Preliminar: Evaluación de daños y análisis de necesidades. SEGOB (Secretaría de Gobernación)
 26/09/2017, 12:00hrs.

Para mayor información visita:
emcas2002a.org
www.reliefweb.int/donors/mex
www.ocha.org
 Superequipo: ocha.colombia.org

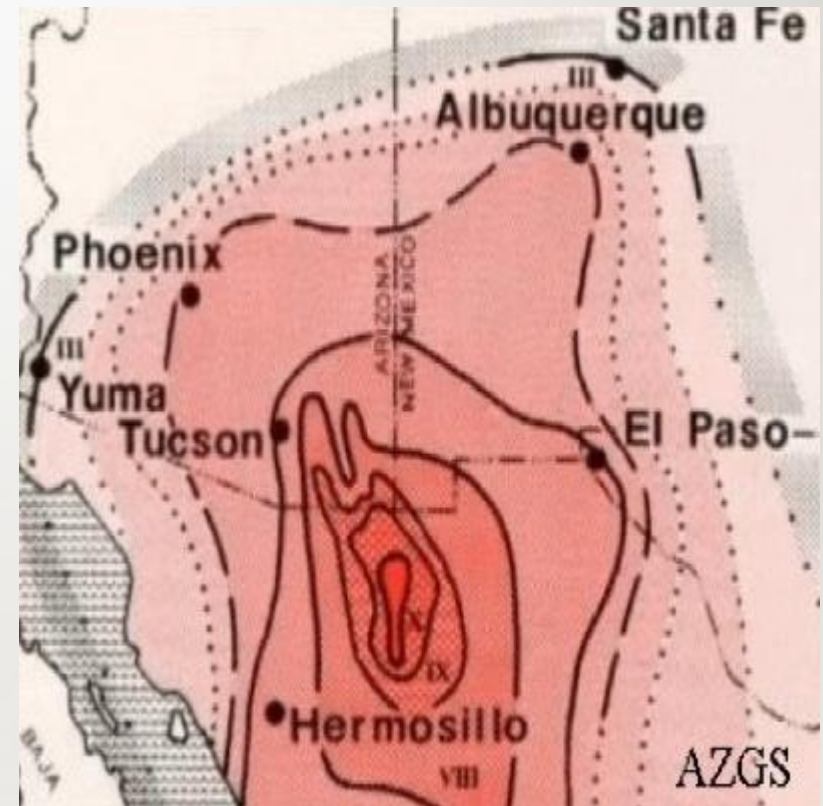
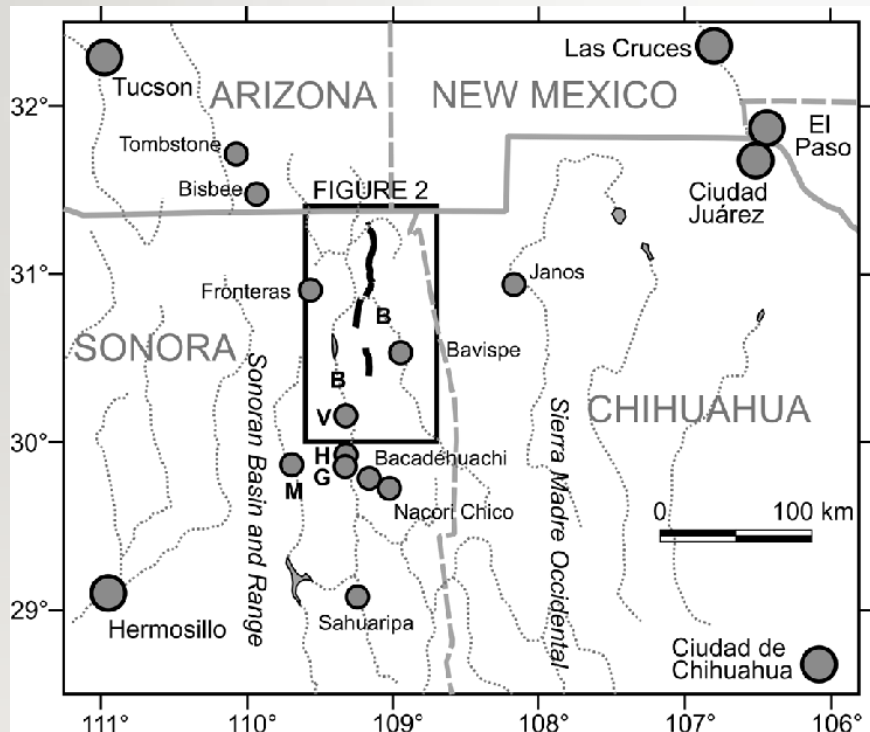
Sismos Históricos. Bavispe, 1887



Sismos Históricos. Bavispe, 1887



Sismos Históricos. Bavispe, 1887





PREGUNTAS?

Geología Ambiental

Semestre 2019-2



Papel de bienes expuestos y vulnerabilidad

sismo

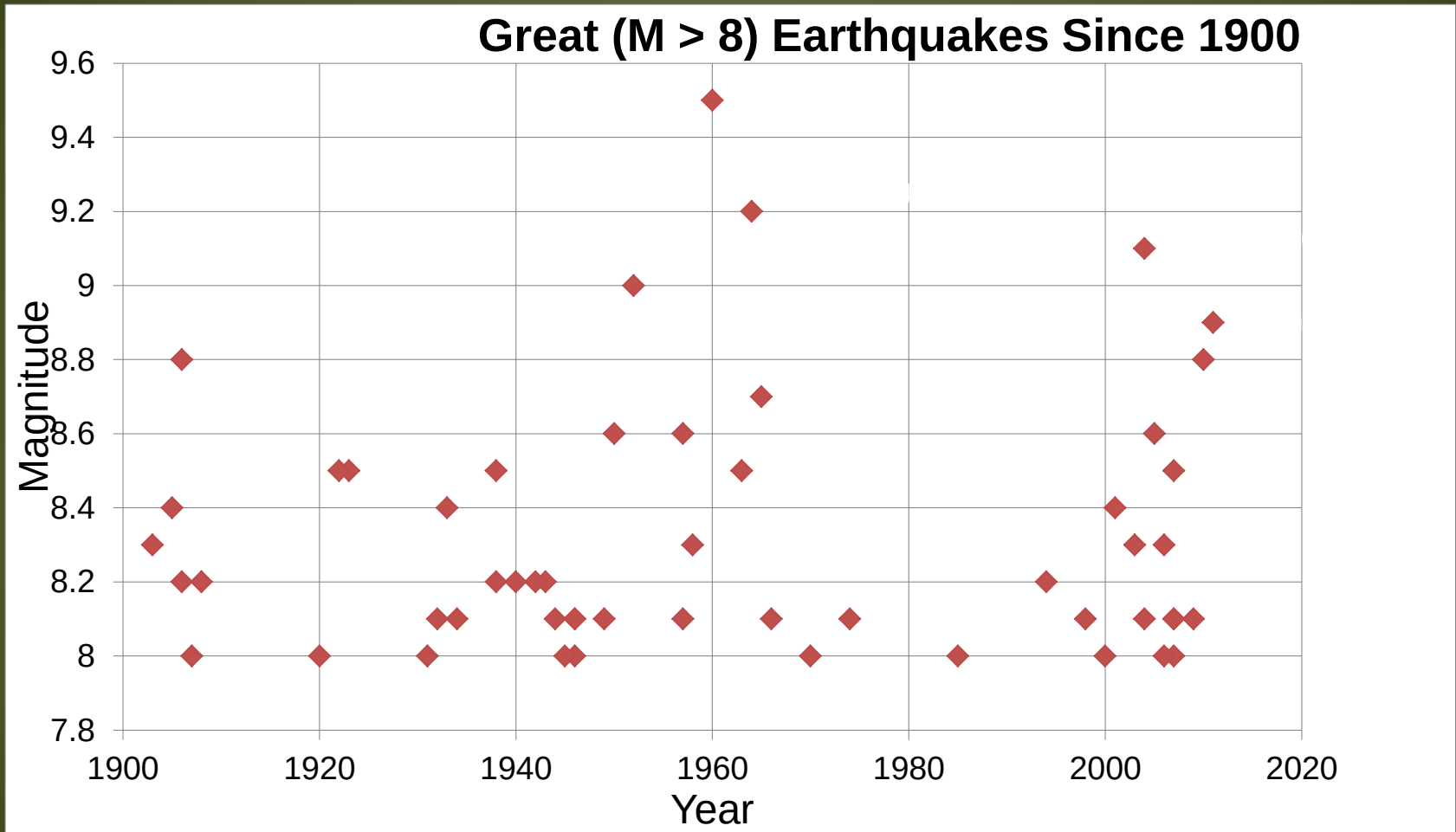


El 11 de marzo del 2011 a las 2:46 un sismo de 8.9 Mw impactó Japon.

Generó un Tsunami de 7-10 m

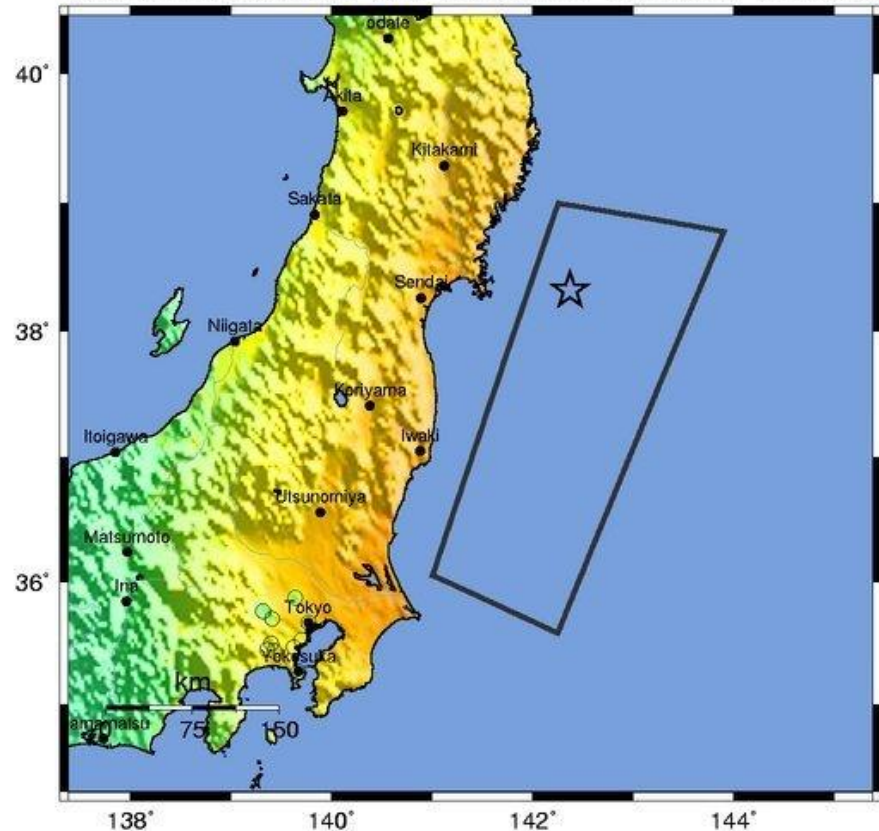
Es el 5to sismo más fuerte jamás registrad

Quinto terremoto más fuerte desde 1900.



Localización

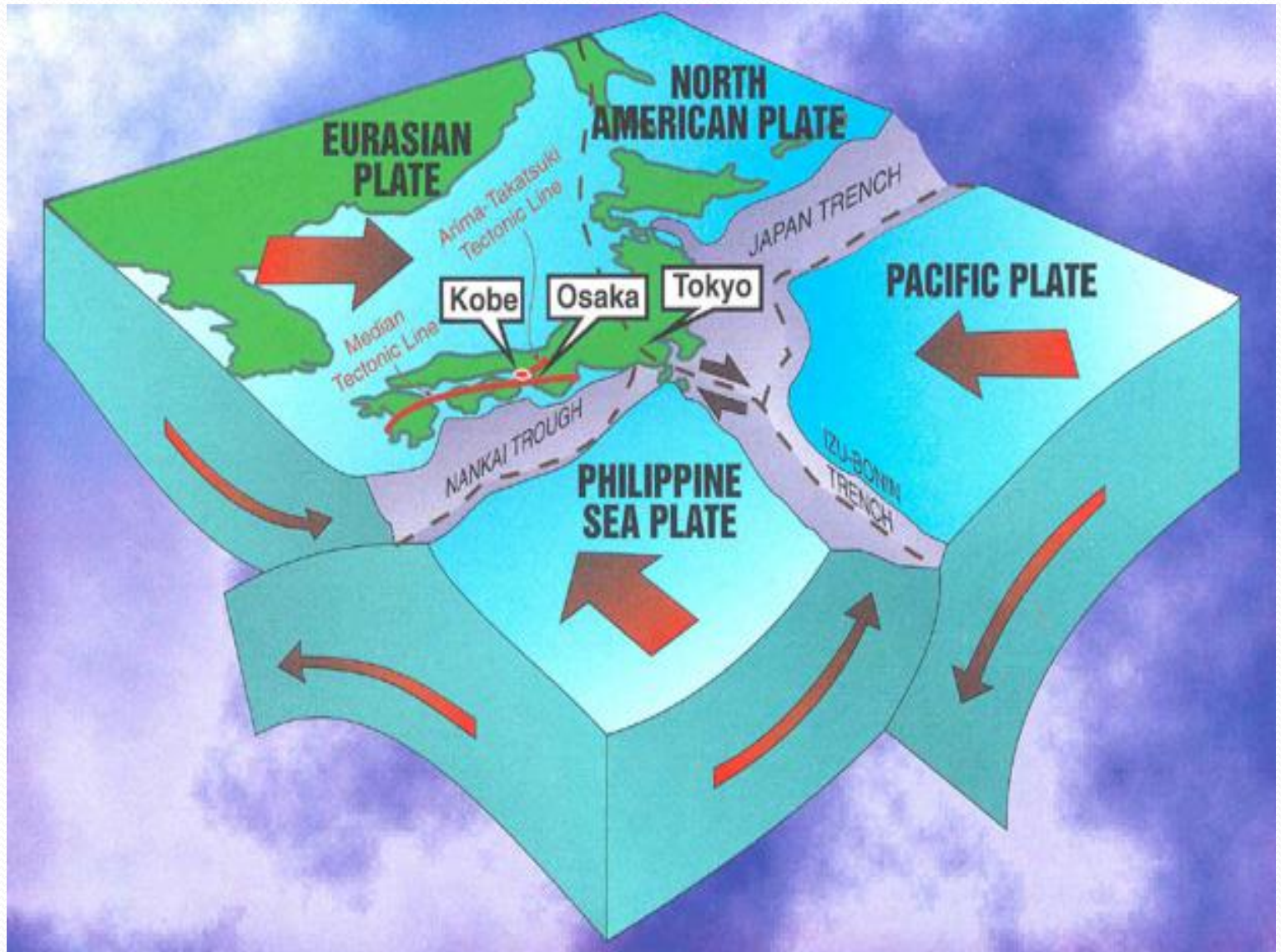
USGS ShakeMap : NEAR THE EAST COAST OF HONSHU, JAPAN
Fri Mar 11, 2011 05:46:23 GMT M 8.9 N38.32 E142.37 Depth: 24.4km ID:c0001xgp



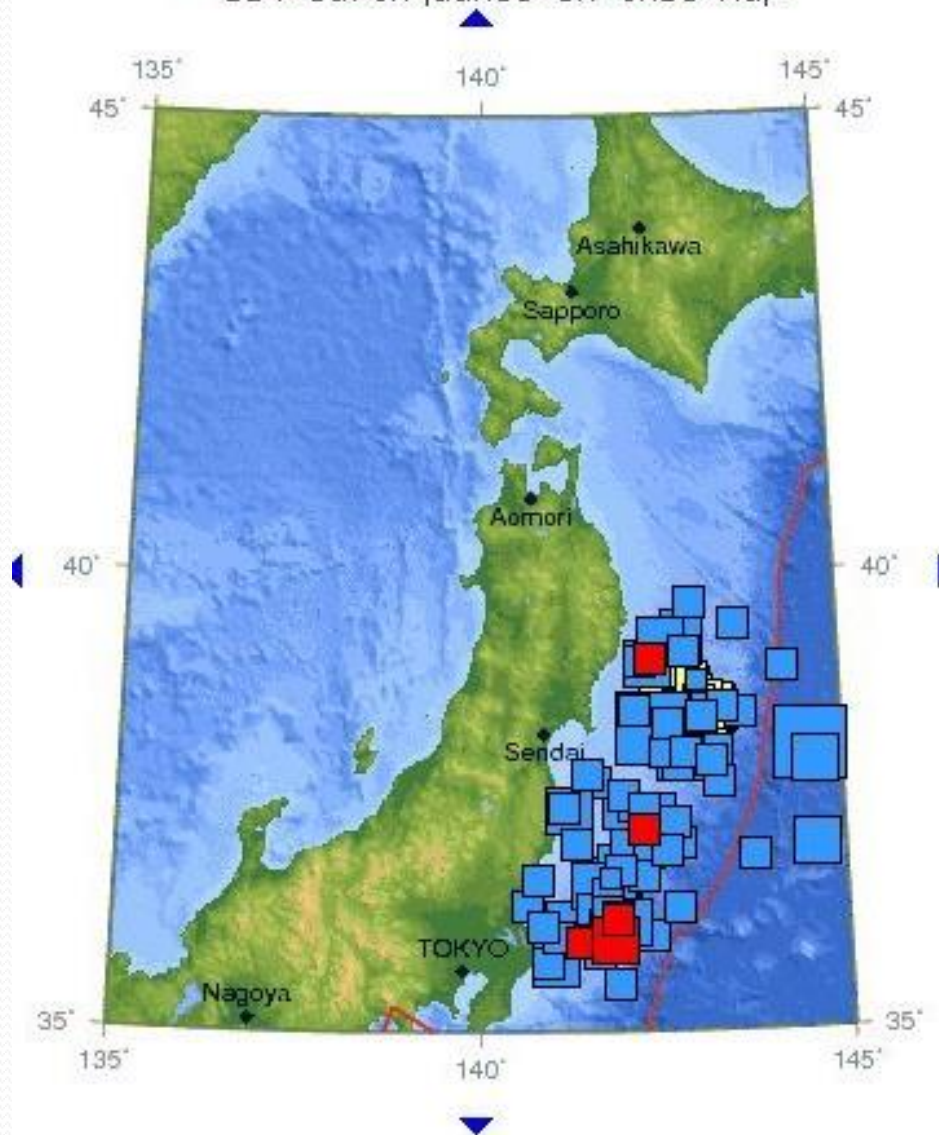
Map Version 4 Processed Fri Mar 11, 2011 01:23:57 AM MST - NOT REVIEWED BY HUMAN

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

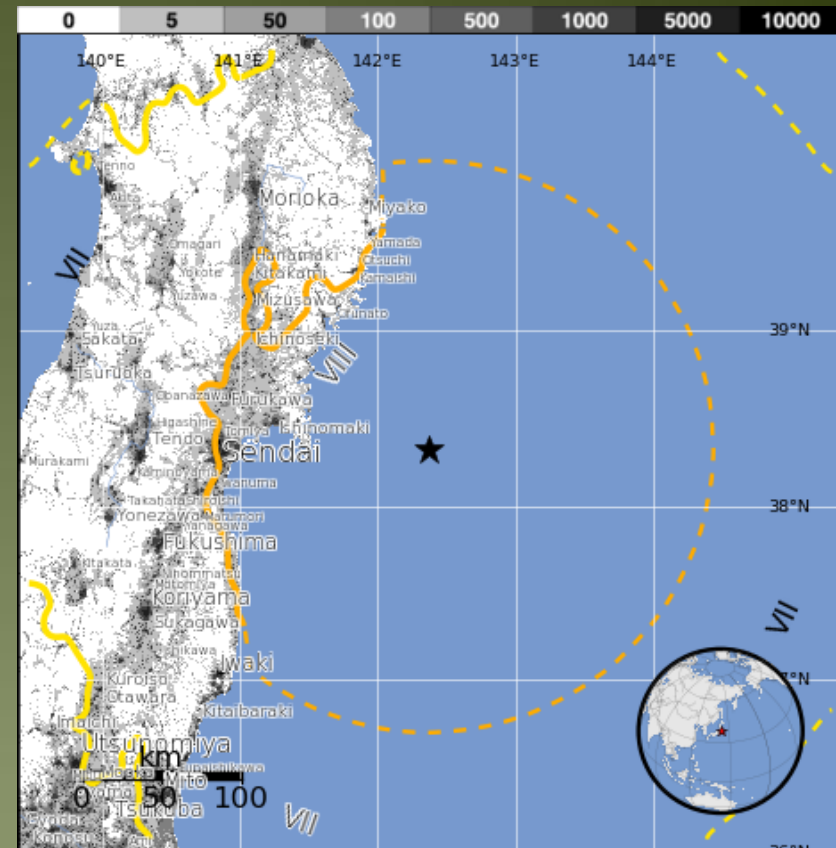
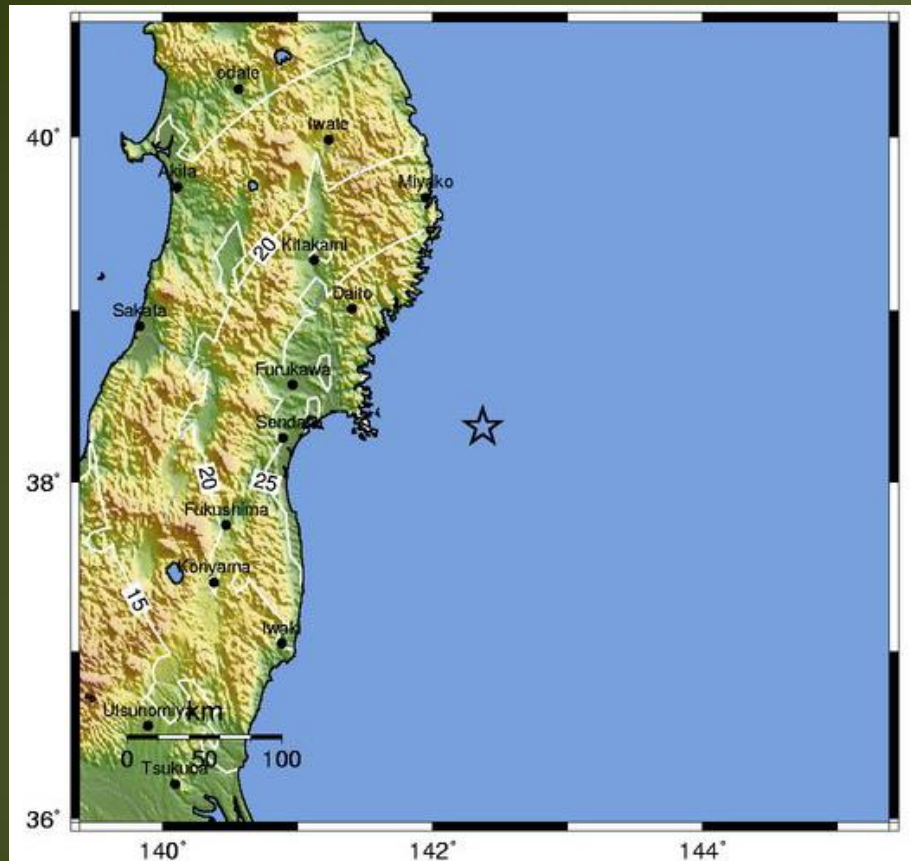
Marco Tectónico



Fri Mar 11 15:48:04 UTC 2011
114 earthquakes on this map



Efectos del sismo



Estimated Modified Mercalli Intensity	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Est. Population Exposure	---	---	---	---	2,472k*	7,988k*	2,598k	0	0
Perceived Shaking	Not Felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very Strong	Severe	Violent	Extreme



TSUNAMI



Impactos

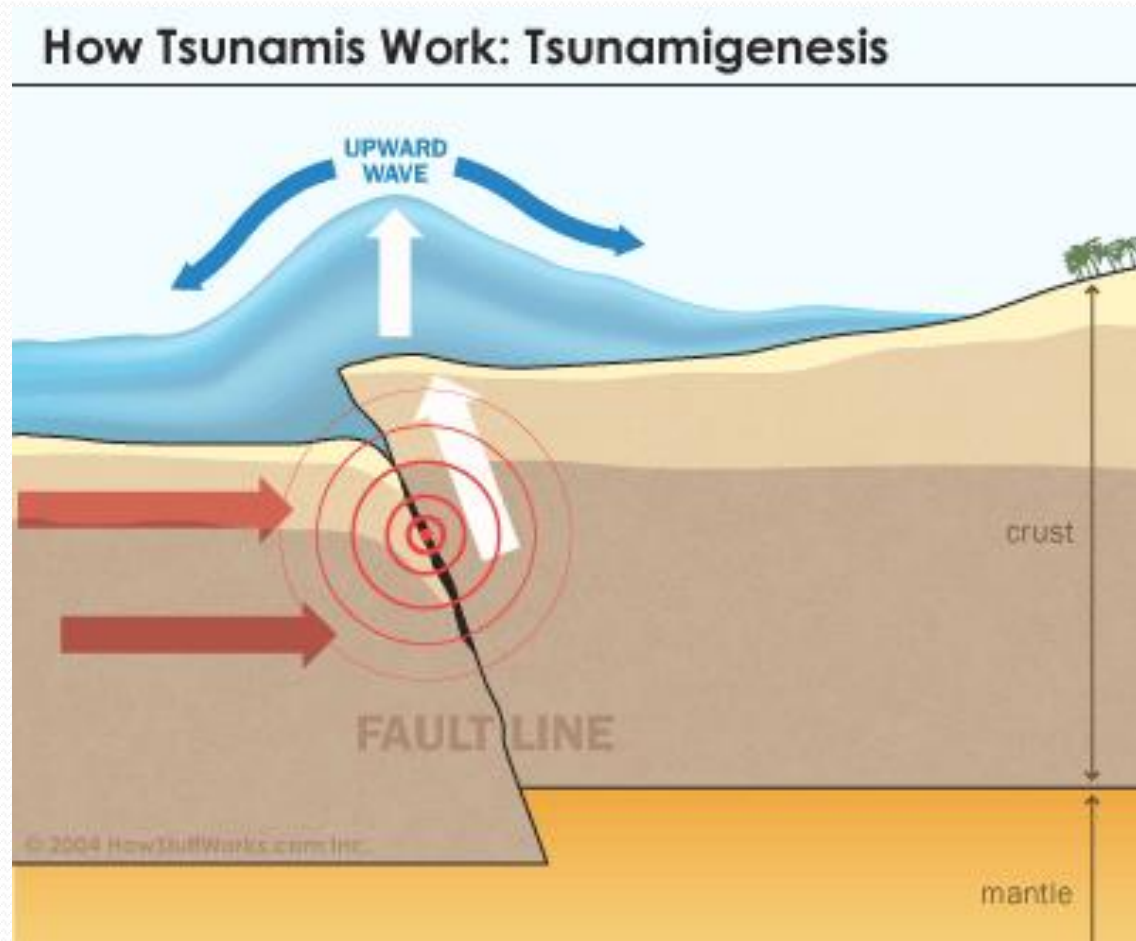
- **El temblo duró 300 segundos, comparados con los 30 de Mexicali y 90 de la Cd. De México en 1985 .**
- **Hubo cientos de réplicas de mas de 6 Mw comparables con diversos terremotos históricos.**
- **El Tsunami resultante llegó a la costa 10 minutos después e inundo tierra que ya no se volverá a usar.**
- **Las plantas nucleares presentes en la costa fueron cerradas, sin embargo la fuga de radiación llegó hasta 1,000 veces la permitida.**

Incendio en aeropuerto de Sendai

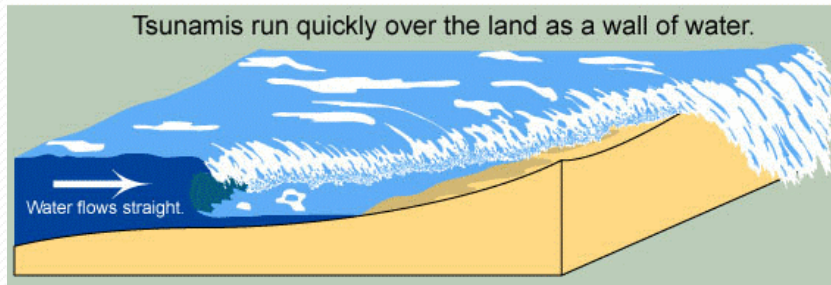
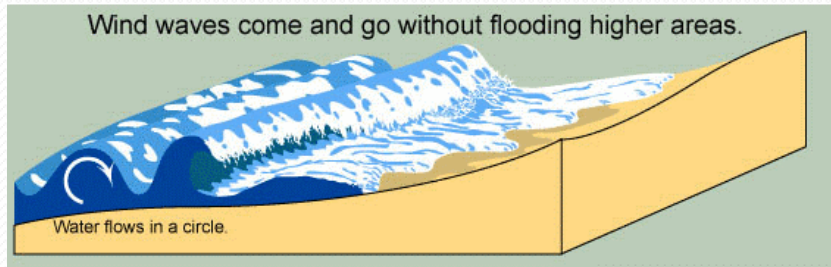
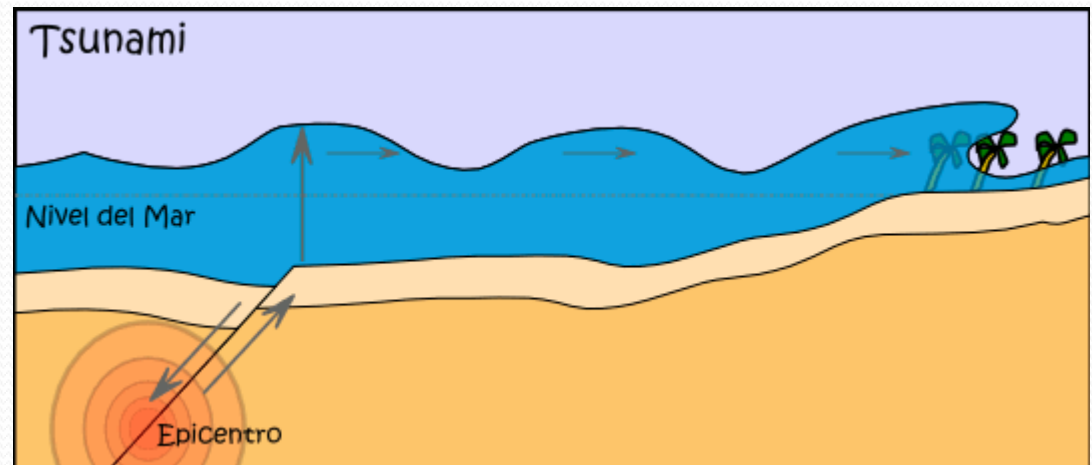


Tsunami

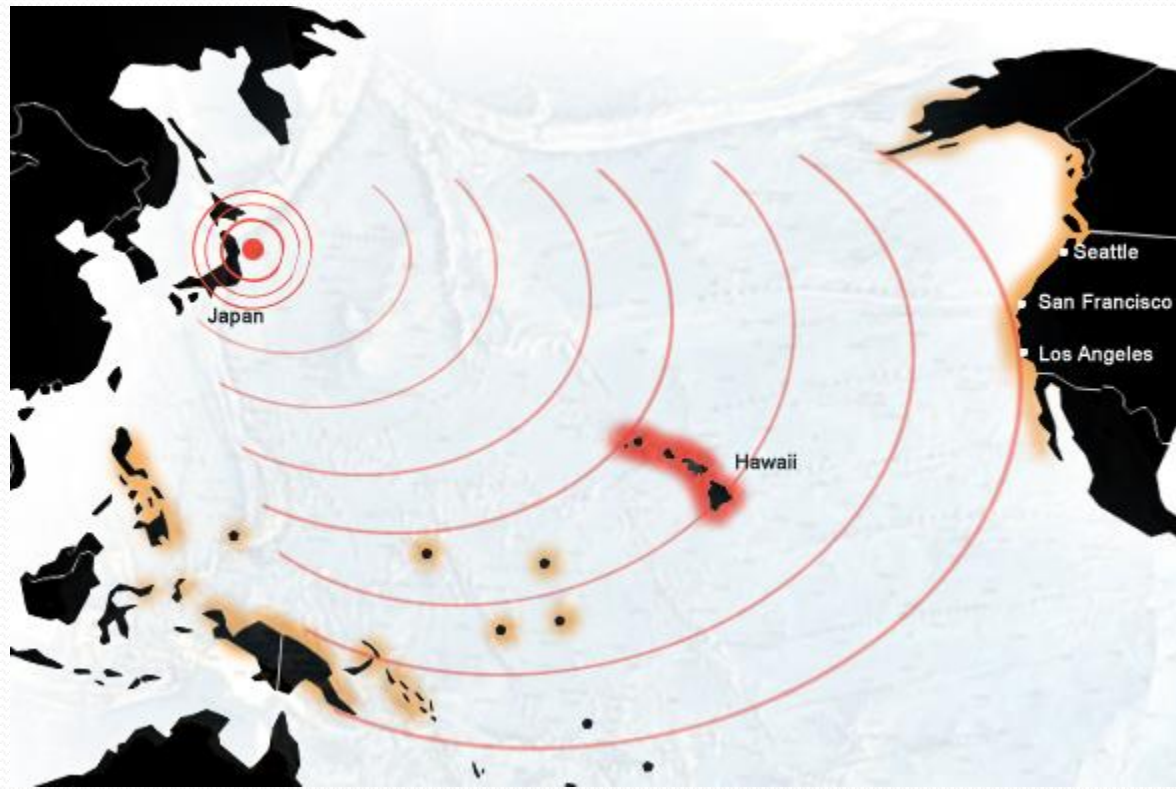
Formación de Tsunamis



Tsunami



Trayectoria del TSUNAMI



TSUNAMI en Myagi



TSUNAMI en la costa norte



SENDAI, aeropuerto



CRESCENT CITY, California



SAN FRANCISCO, CA



Efectos

- Cerca de 30,000 muertos
- 190,000 edificios destruidos, de los que 47,000 completamente.
- 4 plantas nucleares dañadas
- Ruptura de una presa e inundación aguas abajo
- 1.5 millones de usuarios de agua potable sin servicio
- 4.4 millones de usuarios sin electricidad
- Destrucción de un aeropuerto y una gran cantidad de kilómetros de autopistas.
- 300,000 millones de dolares de daños

Planta nuclear



Ahí viene otro Tsunami

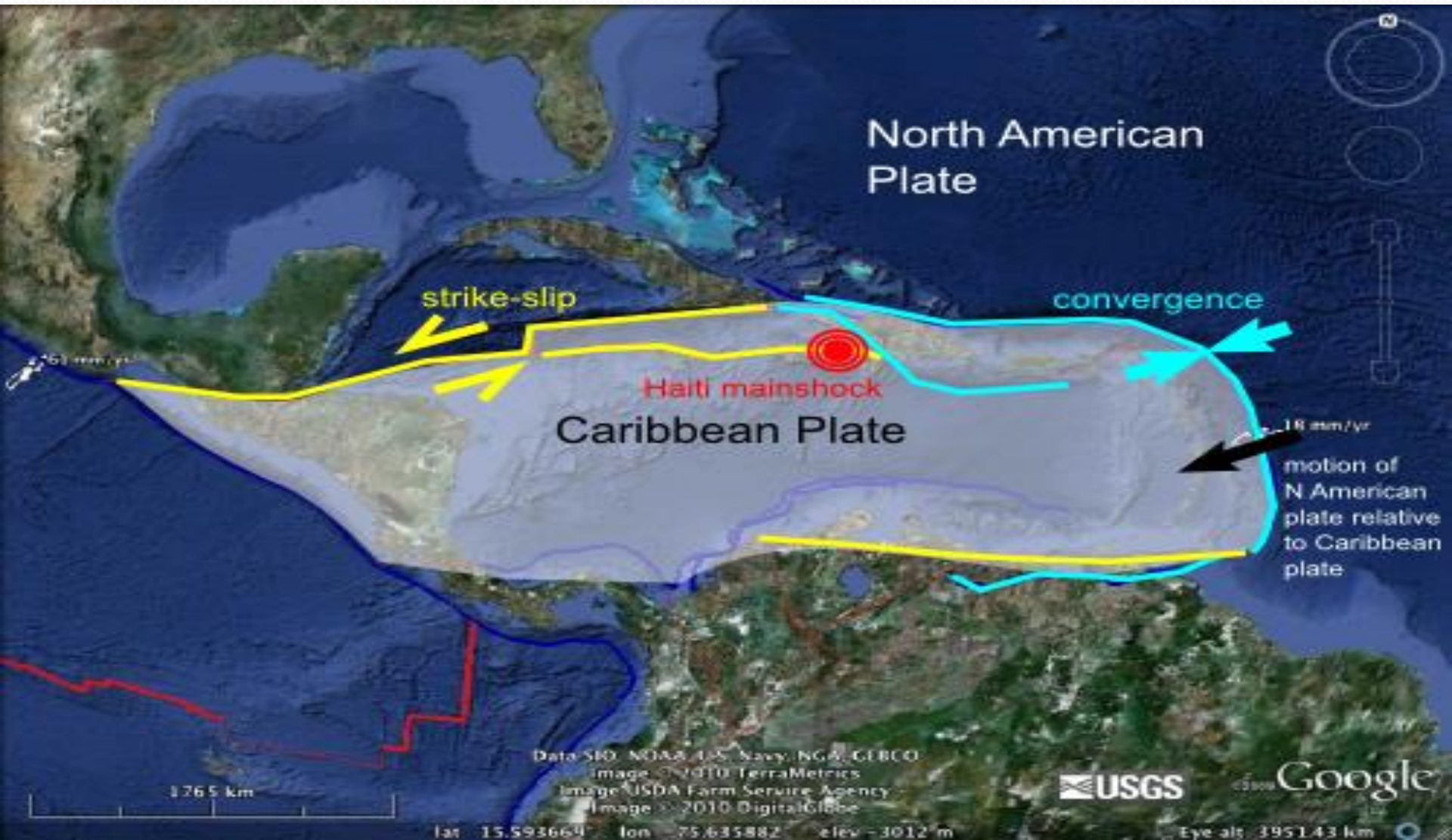


Terremoto en Haití

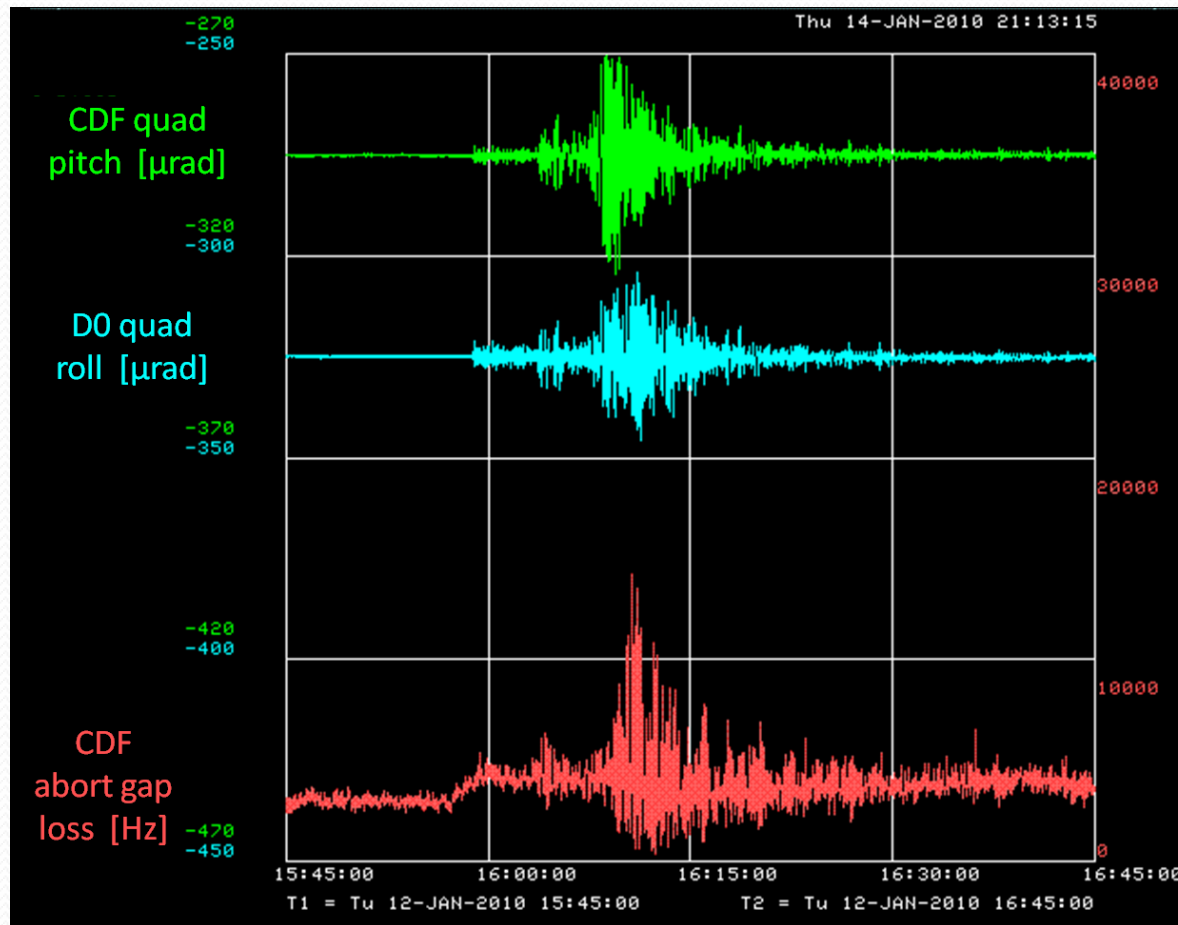
12 de Enero del 2010



El terremoto de magnitud 7.0 de Haití: 12 Enero



El sismo



Haití terremoto



Palacio presidencial de Haití antes (arriba) y después del terremoto.



Puerto Príncipe: 1.8 millones de una nación de 9 millones



Ejemplo de daño: Puerto Príncipe



Terremotos previos en la isla

- 1751
- 1770
- 1842
- 1946

Detalles del terremoto

Magnitud

7.0

Fecha – Tiempo

•Martes, 12 Enero 2010, a las 04:53:10 PM en epicentro

Localización

18.457°N, 72.533°W

Profundidad

13 km (8.1 millas) situada por programa de localización

Región

REGIÓN HAITI

25 km (15 millas) OSO de **Puerto Príncipe, Haití**

130 km (80 millas) E de **Les Cayes, Haití**

150 km (95 millas) S de **Cap-Haitien, Haití**

1125 km (700 millas) SE de **Miami, Florida**

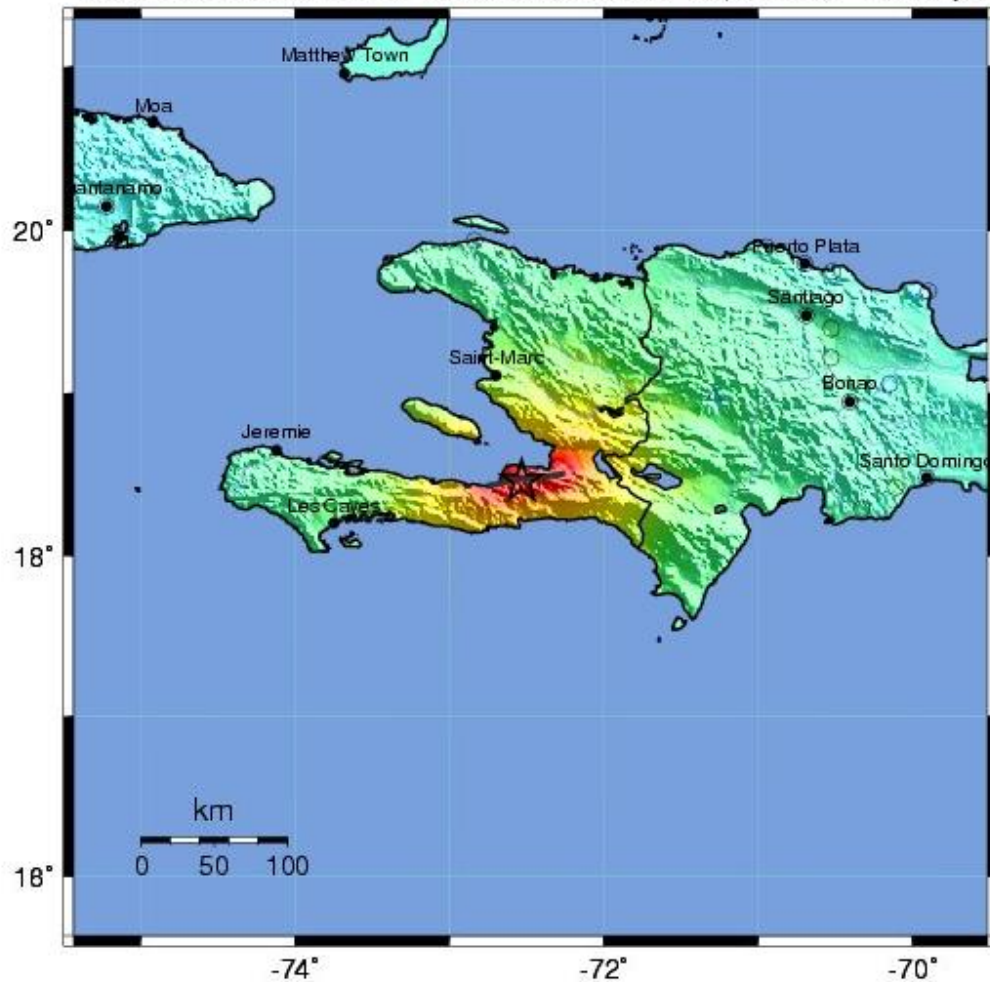
Distancias

Localización imprecisa

horizontal +/- 3.4 km (2.1 millas); profundidad fijada por el programa de localización

USGS ShakeMap : HAITI REGION

Tue Jan 12, 2010 21:53:10 GMT M 7.0 N18.46 W72.53 Depth: 13.0km ID:2010rja6



Map Version 7 Processed Wed Jan 13, 2010 06:53:11 PM MST – NOT REVIEWED BY HUMAN

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

Pobreza: obstáculo principal para las actividades de mitigación efectiva de desastres

- Haití es uno de los países más pobres en América
- PIB per cápita de 790 USD, casi \$2 por persona por día (antes del terremoto del 2010)
- Ranking 149 de 182 países en Índice de Desarrollo Humano de la ONU (2006)

Haiti, los números

- 150,000 a 220,000 muertos
- 50,000 viviendas destruídas
- 3,000,000 de personas dependen de la ayuda
- Infraestructura de comunicaciones destruídas
- La reconstrucción durará una década



Haiti, los números

- 150,000 a 220,000 muertos
- 50,000 viviendas destruídas
- 3,000,000 de personas dependen de la ayuda
- Infraestructura de comunicaciones destruídas
- La reconstrucción durará una década

TERREMOTO SIERRA EL MAYOR, B.C. MEXICO, 2010



Magnitude-7.2 quake rocks Mexico's northern Baja California state

According to the U.S. Geological Survey (USGS) reports:

at 15:40 p.m. local time (2240 GMT) on April 4, 2010



Mexicali

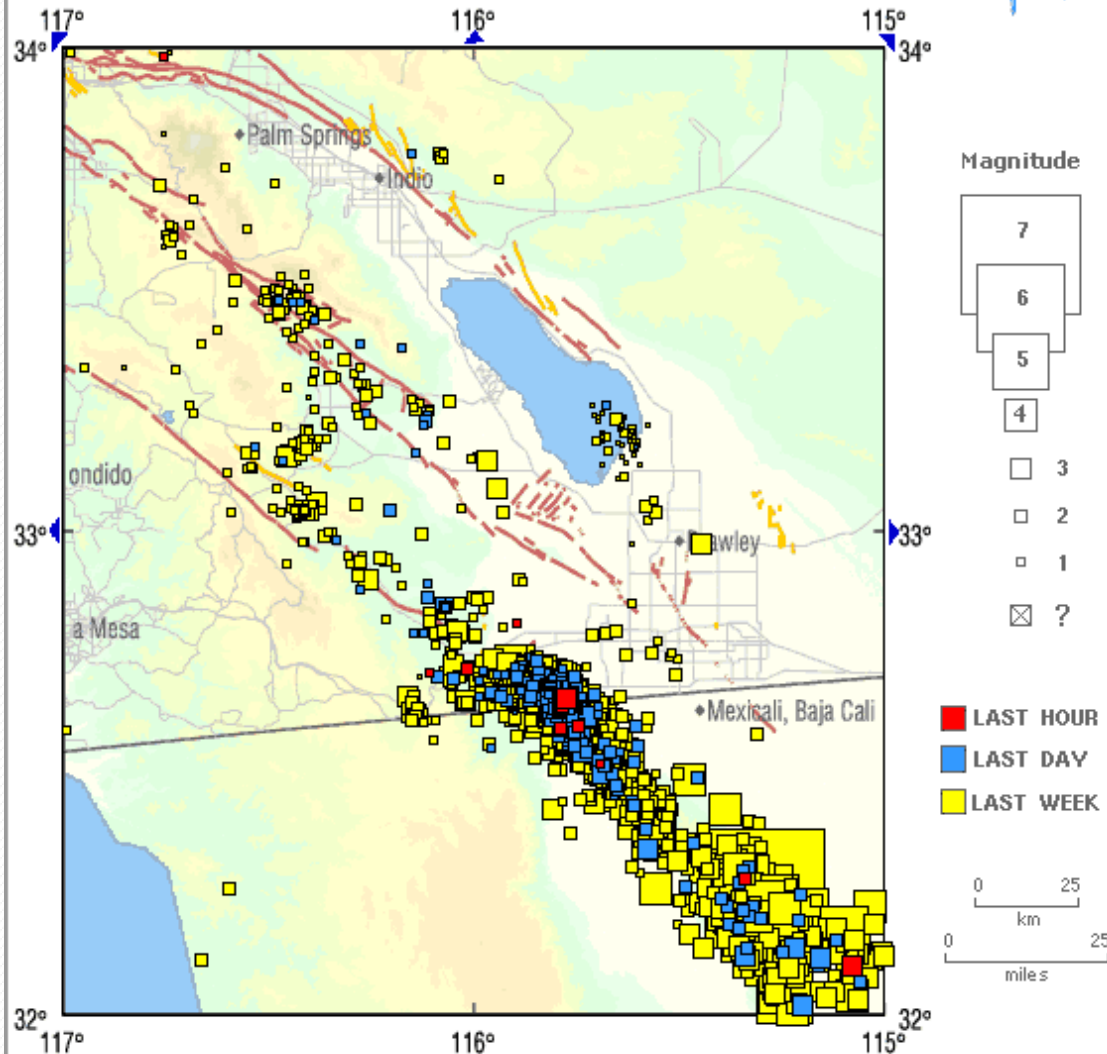


Xinhua/Zhang Liyun

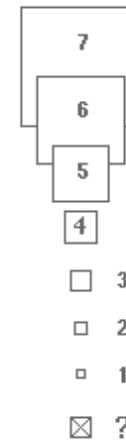
epicenter 18km southeast of Mexicali **depth** 10km

Sat Apr 10 16:16:42 PDT 2010

2838 earthquakes on this map



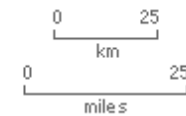
Magnitude



LAST HOUR

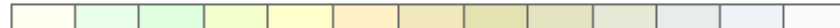
LAST DAY

LAST WEEK



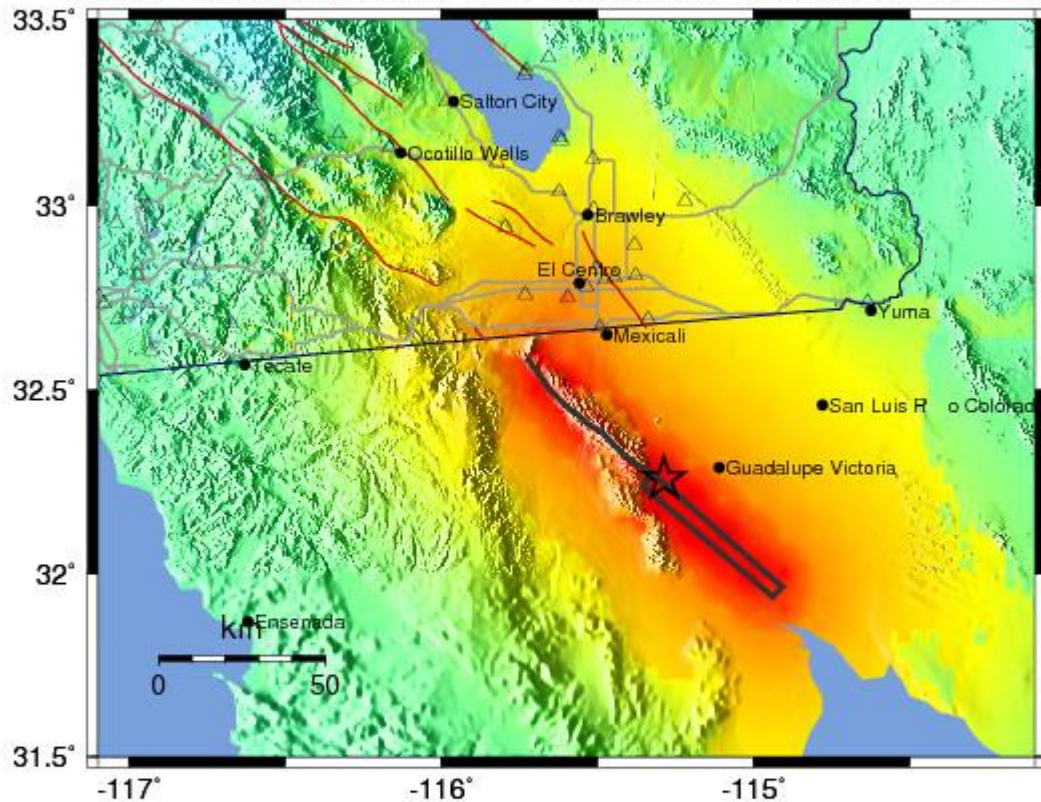
Meters Above Sea Level

0 100 200 600 1000 1400 1800 2200 2600 3000 3400 3800 4200 4600



CISN ShakeMap for Sierra El Mayor Earthquake

Sun Apr 4, 2010 03:40:42 PM PDT M 7.2 N32.26 W115.29 Depth: 10.0km ID:14607652



Map Version 14 Processed Thu Aug 12, 2010 02:37:31 PM PDT, -- NOT REVIEWED BY HUMAN

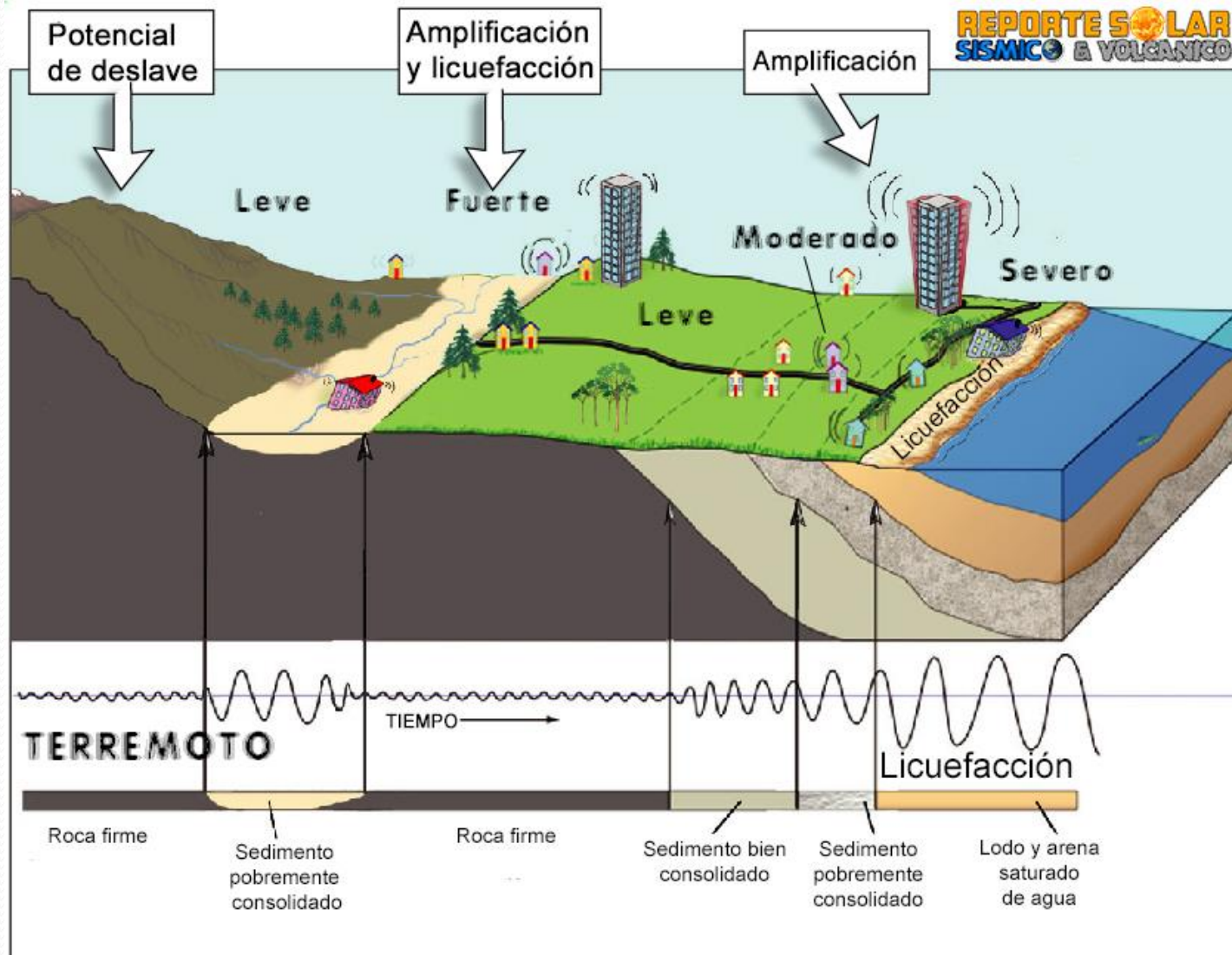
PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Los números del terremoto

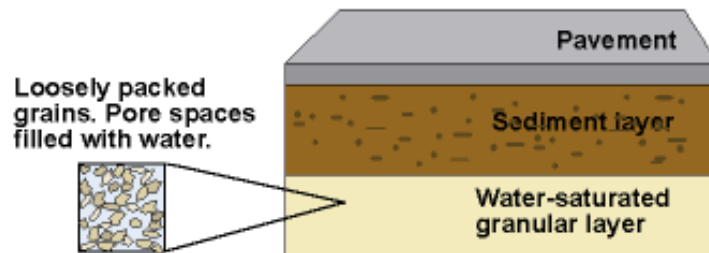
- MAGNITUD: 7.2 Grados en la escala de Ritchter.
- DURACIÓN: 89 segundos.
- FECHA: Domingo 4 de abril
- HORA EXACTA: 15: 40: 41 horas.
- EPICENTRO: 31.128 N y 115.303 Oeste
- PROFUNDIDAD: 10 Kilómetros.
- DISTANCIA DEL EPICENTRO DE LAS PRINCIPALES CIUDADES: De Mexicali a 60 Km, de San Luis Río Colorado 62 Km, de Tijuana a 167 Km.
- DECESOS: 2 personas.
- HERIDOS: 254 heridos.
- VIVIENDAS CON DAÑOS SEVEROS: 5,200 viviendas rurales.



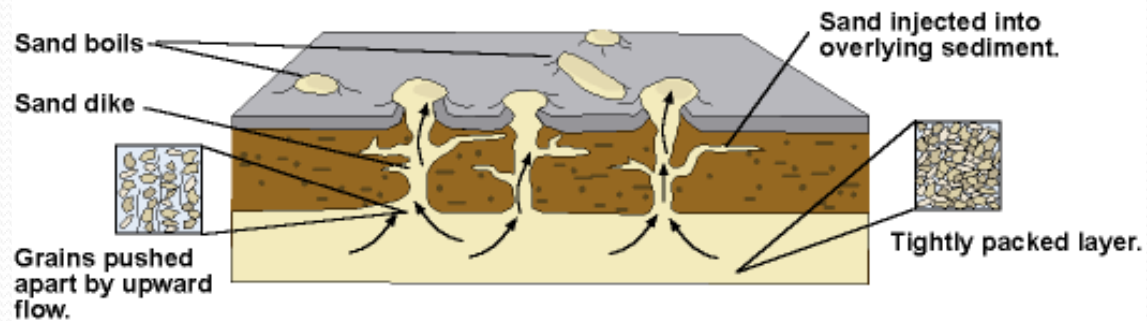
Efectos de sismos respecto al tipo de suelo



Before the earthquake



During the earthquake



EARTHQUAKE-INDUCED LIQUEFACTION









Perjuicios y percepción del riesgo

- Síndrome del fin del mundo



Discusión

- Por que las diferencias entre los tres sismos en cuanto a:
 - Muertos
 - Pérdidas económicas
- Que conclusiones saca de ellas?
- El papel de la exposición y la vulnerabilidad

Preguntas





GEOLOGÍA AMBIENTAL

Semestre 2019-2

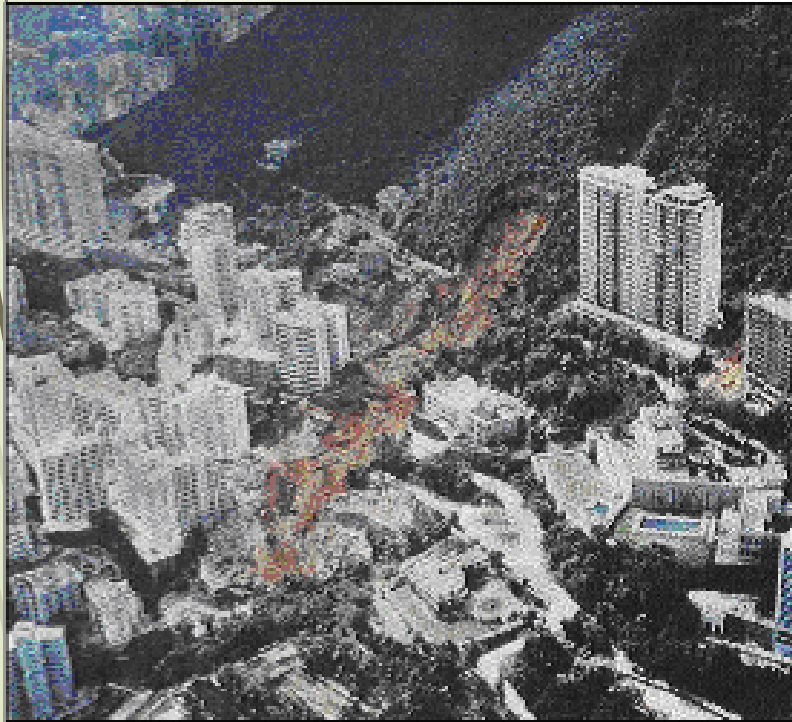
Remoción de Masa

Mass Waste



Deslizamientos y flujos de tierra

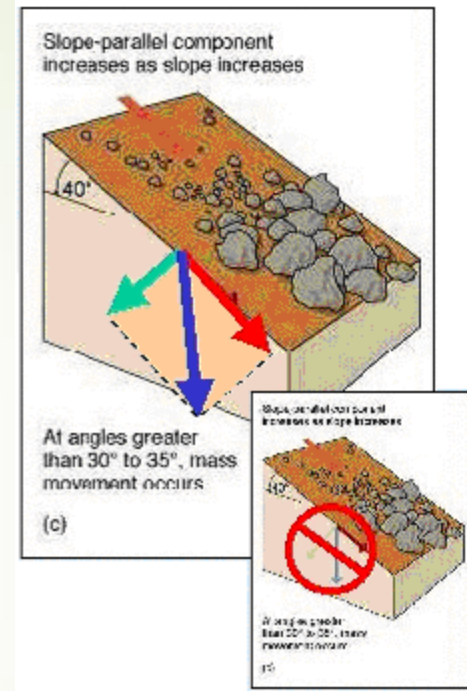
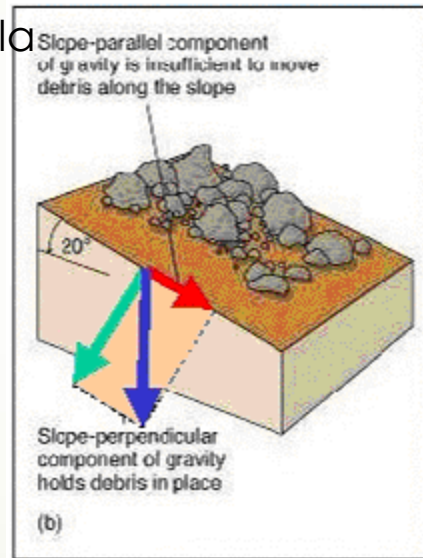
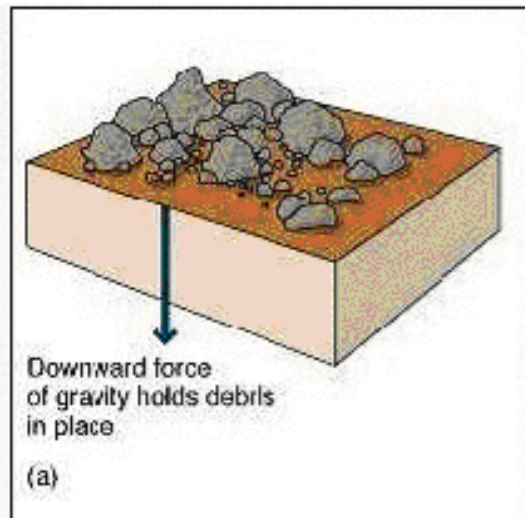
- Los deslizamientos y flujos de tierra son movimientos espontáneos que tienden a estabilizar las pendientes inestables.



- Son el resultado de:
 - Pendientes muy escarpadas
 - Pendientes sobrecargadas
 - Reducción de la fricción existente entre las rocas y el suelo en la pendiente
- Las construcciones pueden cambiar una pendiente estable en inestable
 - También se mencionan como procesos de Remoción de Masa

Los deslizamientos ocurren cuando en la pendiente, el esfuerzo paralelo excede el esfuerzo perpendicular

Esfuerzo perpendicular ) mantiene a las rocas sobre la pendiente



La longitud de la flecha es proporcional a la magnitud del esfuerzo

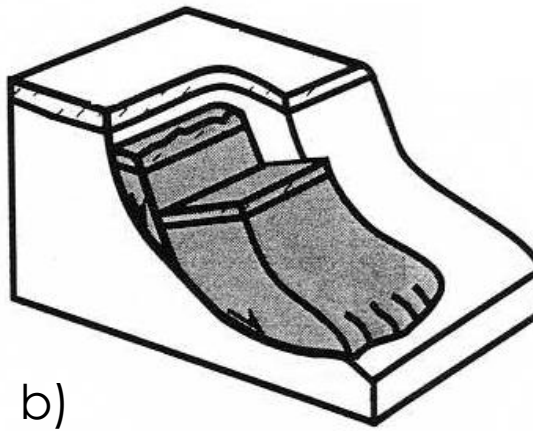
Esfuerzo paralelo ) empuja las rocas pendiente abajo

Tipos básicos de Remoción de Masa

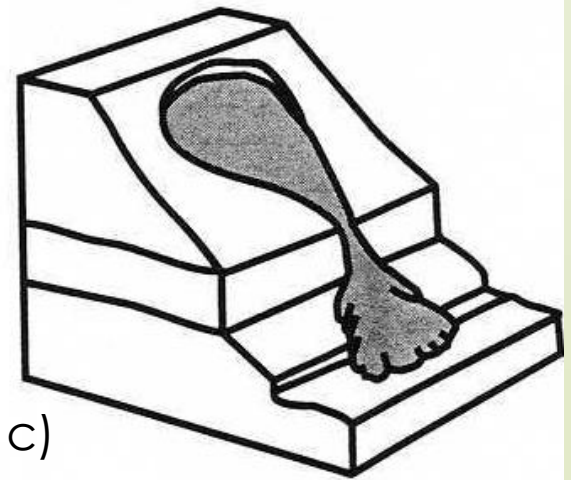
- a) Caídos o derrumbes
- b) Deslizamientos
- c) Flujos



a)

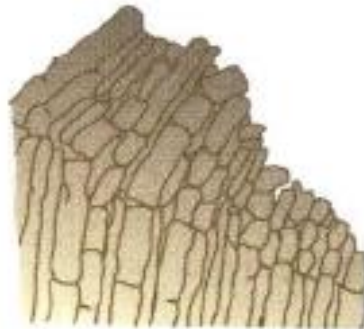
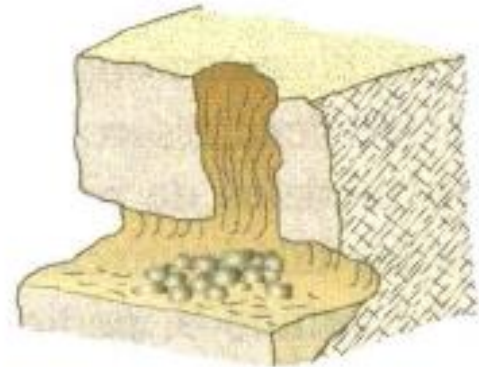
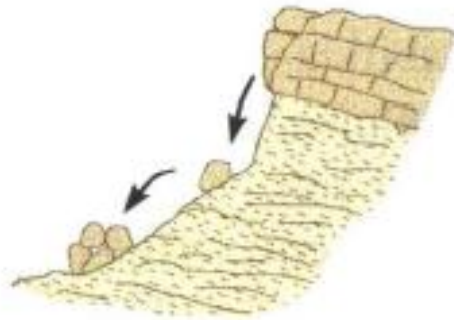
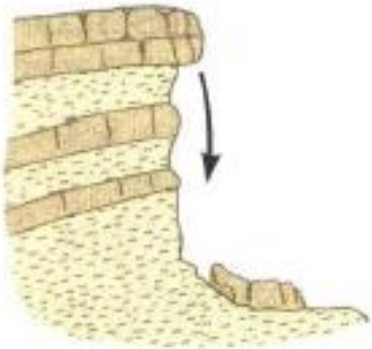


b)

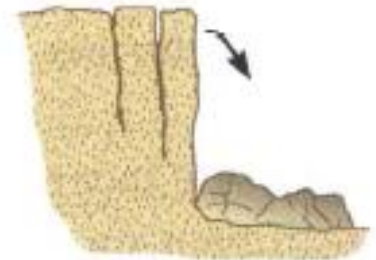


c)

Desprendimientos



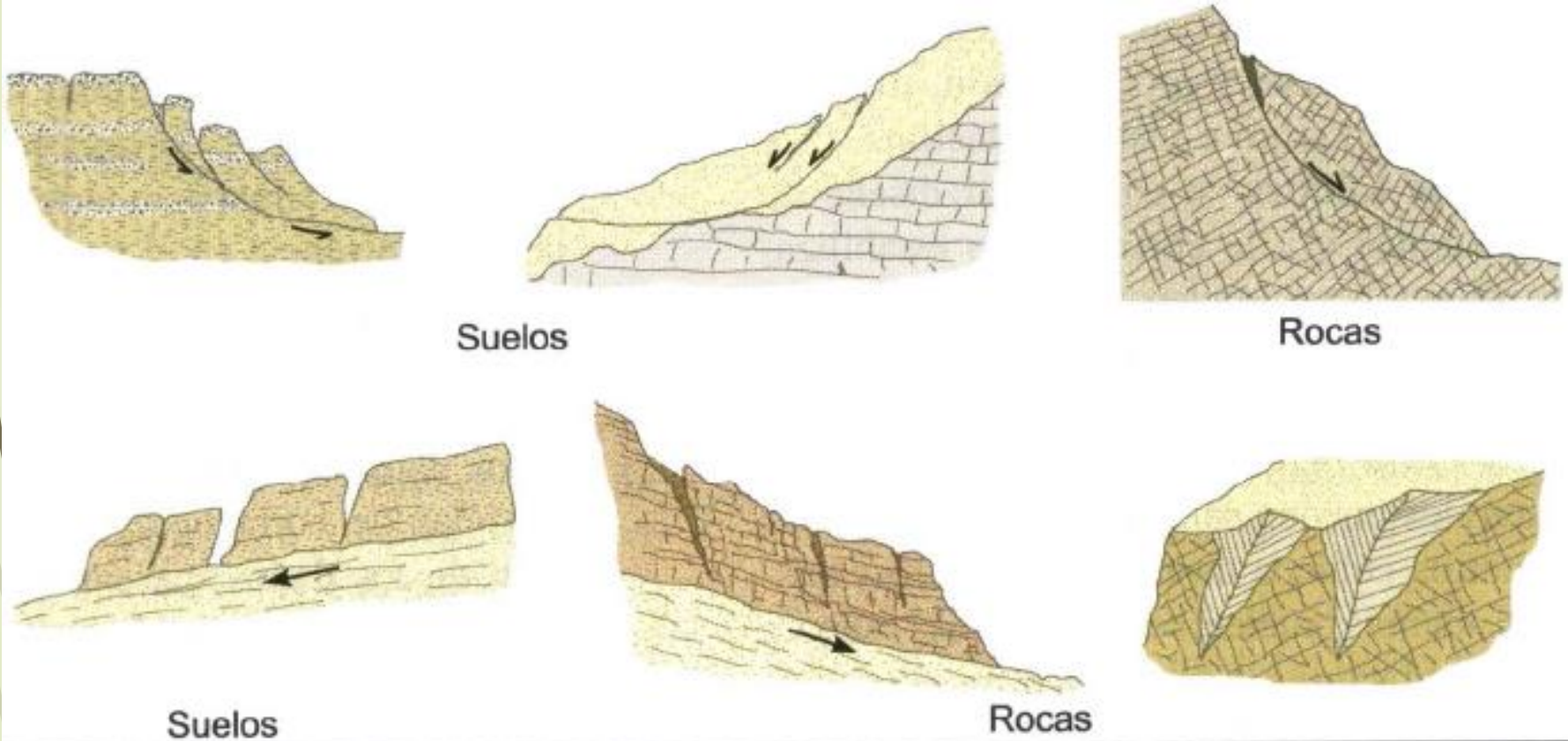
Rocas



Suelos

Vuelcos

Deslizamiento Rotacional



Deslizamiento Traslacional

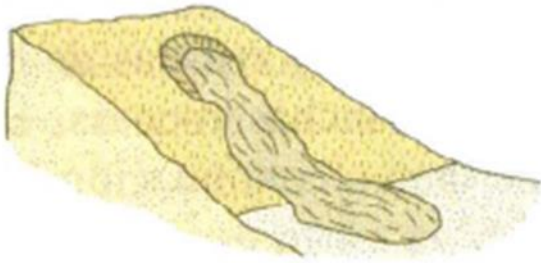
Flujo de detritos



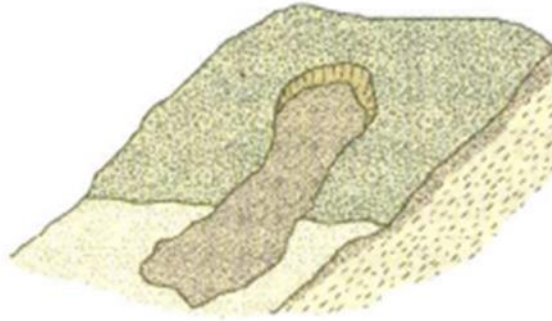
Campania (Italia) 1998

- El Material fluye pendiente abajo como una mezcla de fragmentos de roca arcilla y lodo.
- Ocorre en suelos arcillosos, volcanes.
- Volúmenes
 - ~10,000 cu.m
 - Pocos 10 cu.km
- Vel 0.1 - 20 km/hr
- Muy destructivos

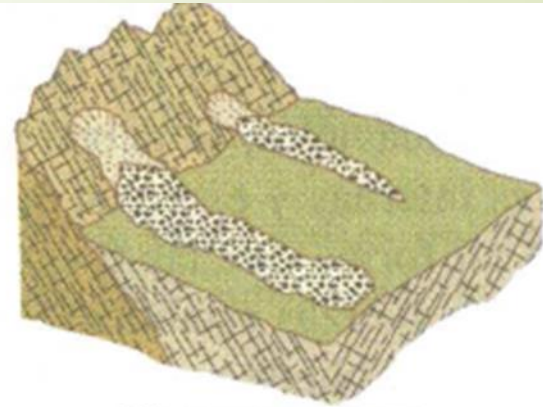
Flujos



Suelos

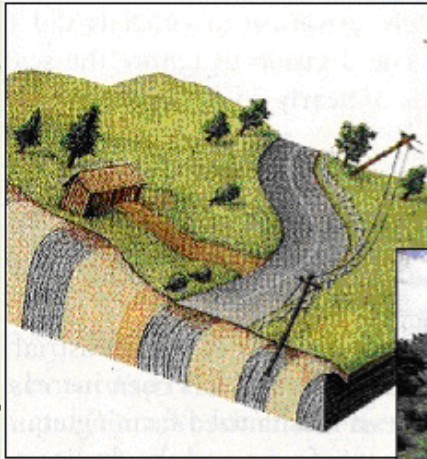


Derrubios

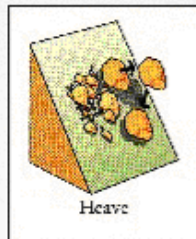


Bloques rocosos

Arrastres (CREEP)– lento, húmedo.



Movimientos lentos e imperceptibles de suelo cuesta abajo



Catastrofes del siglo 20 (deslizamientos)

Kansu (China)	1920	Flujo de Loess 200,000
Gros Ventre (Wyoming)	1925	Caída de roca ~40
Madison (Montana)	1959	Caída de roca >100
Vaiont (Italy)	1963	Caída de roca 2,600
Aberfan (Wales)	1966	Deslizamiento 144
Huascarán (Peru)	1970	Complejo 25,000
Nevado del Ruiz (Colombia)	1985	Flujo detritos 23,000
Casitas (Nicaragua)	1998	Flujo detritos +2,000
Venezuela	1999	Complejo +20,000
Swiss/Italian Alps	2000	Flujo detritos 38

Kansu China

El 16 de diciembre de 1920 un terremoto de magnitud 8.6 en la escala de Richter desencadenó un deslizamiento de material fino (loess).

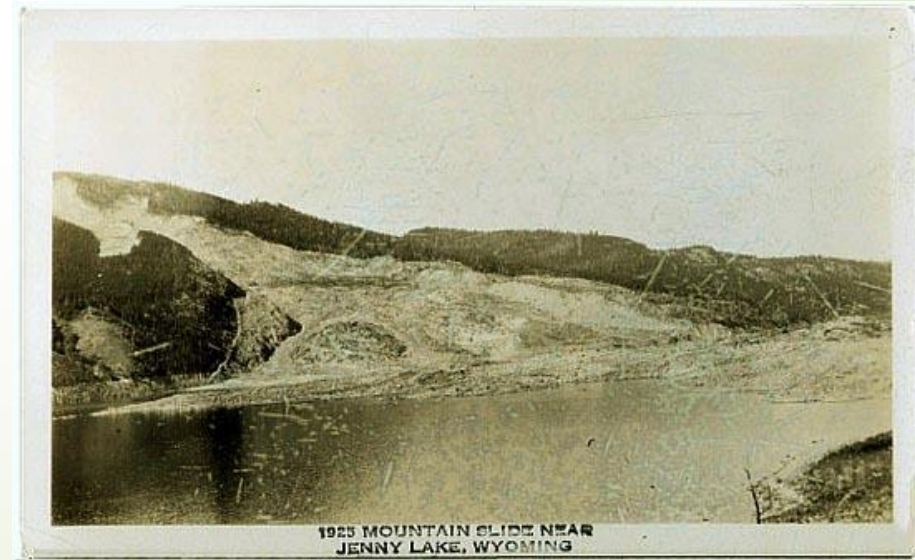
El loess (limo depositado por el viento) es lo suficientemente fuerte para formar pendientes casi verticales que fueron alteradas con facilidad por la actividad sísmica.

Se perdieron aproximadamente 180,000 vidas.



Gros Ventre

- Ocurrió el 23 de Junio de 1925 en Gros Ventre, Wyoming, como consecuencia del derretimiento de paquetes de nieve y varias semanas de lluvia.
- 38,000,000 m³ de sedimentos se deslizaron hacia el norte de Sheep Mountain, cruzaron el río Gros Ventre y se depositaron al lado opuesto de la montaña.
- El deslizamiento creó una gran presa de 61 m de alto y 370 m de ancho, formando el lago Lower Slide.
- En mayo de 1927 una porción de la presa de deslizamiento se desprendió, dando como resultado una inundación masiva que arrasó con el poblado de Kelly 10 km corriente abajo.



Madison Montana

- El terremoto de Yellowstone en 1959, también conocido como el terremoto de Hebgen Lake, con una escala de 7.3 -7.5 Richter, generó un gran deslizamiento que ocasionó alrededor de 100 muertes y dejó 11 millones de dolares en pérdidas.
- Bloqueó el flujo del Río Quake y sus efectos también se sintieron en Wyoming.



Photo courtesy of the Deseret News

Vaiont Italia



- El embalse de Vajont, era un proyecto hidroeléctrico de la compañía SADE, con una capacidad de 168 Hm^3 . Su presa, iniciada en 1957 y finalizada dos años más tarde, fue la más alta de su tiempo, con 262 metros de altura.
- El **9 de octubre de 1963**, el Monte Toc se mueve definitivamente. Más de 260 millones de metros cúbicos caen sobre la lámina de agua provocando una ola de 200 metros de altura.
- Aguas arriba de la presa, una ola de 50 millones de metros cúbicos arrasa los pueblos de **Spesse, S. Martino, Patata y El Cristo** (municipio de Erto e Casso) y ocasiona **150 muertos**.
- La otra mitad de la ola, con unos 25 millones de metros cúbicos, sobrepasa la pared de la presa y borra de la faz de la Tierra cinco pueblos, **Longarone, Rivalta, Villanova, Faè y Pirago**, con un balance total de **2000 muertos y decenas de heridos** (160 aprox.). En Longarone sólo queda en pie el ayuntamiento (palacio Mazzolà) y 14 casas.

Nevado de Ruiz

- El Nevado del Ruiz hizo erupción a las 9:09 pm del 13 de noviembre de 1985.
- La erupción produjo flujos piroclásticos que fundieron los glaciares y la nieve, generando cuatro lahares que corrieron por las vertientes del volcán.
- Los lahares, conformados por agua, hielo, material piroclástico incandescente pedra pómez, arena, lodo y otras rocas, se mezclaron a medida que avanzaban cuesta abajo a una velocidad promedio de 60 km/h erosionando el suelo, arrastrando rocas y destruyendo la vegetación.
- Luego de descender miles de metros, los lahares se dirigieron a los seis ríos que drenan el volcán. Uno de los lahares virtualmente borró la pequeña área urbana de Armero.
- El segundo lahar, que descendió por el valle del Chinchiná, mató a cerca de 1.800 personas y destruyó cerca de 400 casas en Chinchiná. En total, más de 23.000 personas perdieron la vida y otras 5.000 resultaron heridas, y más de 5.000 hogares quedaron destruidos.
- Se conoce como el lahar más mortífero del que se tiene conocimiento, y el mayor desastre natural de Colombia.



Armero, Colombia



Santa Tecla, San Salvador



Flujo de Detritos





La Conchita, California (USGS)



La Conchita, California (USGS)



Lahar, Mt. St. Helens (USGS)



Flujo de suelo, Cincinnati, Ohio

Causas comunes de deslizamientos

CONDICIONES DEL TERRENO

- Material geológico.
- Discontinuidades.

CONDICIONES FÍSICOS

- Fenómenos naturales
- Procesos químicos y físicos externos.

PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS

- Modelado superficial.

PROCESOS HUMANOS

- Actividades humanas en general.

Avalanchas gigantes de roca (Sturzstroms)



Kofels slide (Austria)

- **Eventos extremos**
- **Varias veces 100,000 cu. M**
- **Velocidades de ~ 100 m. s**
- **Viaja kms en minutos**
- **1-2 por decada**
- **Se piensa que viajan sobre almohadas de aire comprimido**

Deslizamientos generados por lluvia

- **Función de la intensidad y duración**
- **Ángulo de pendiente importante**
 - **Movimiento detonado por presión de poro elevada**
 - **Fluidización del material de la pendiente**
- **Anteriores deslizamientos**
- **Formación de flujo de detritos**



**Volcán Casitas
Nicaragua 1998**

Hurricane Mitch 1998

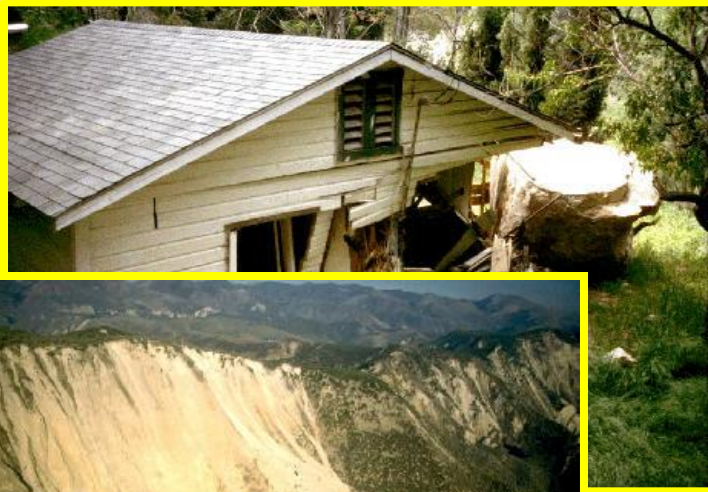
Mitch

- > 30cm lluvia en 24 h



Zona de deslizamientos en C.A.

Deslizamientos generados por sismos



- Detonados por el movimiento del suelo y la licuefacción
- Varían de pequeños volúmenes hasta > de 100,000 cu. M
- Responsable de > 50% de muertes por sismo en Japón



Northridge (California) 1994

Deslizamientos generados por sismos

- **Decrecimiento de la resistencia de la pendiente.**
- **Incremento de la cizalla sobre la pendiente**
- **Licuefacción de arenas y lodos**
- **Pulsos de gran amplitud en mayor tiempo pueden generar deslizamientos.**



El Salvador 2001

Deslizamientos generados por sismos

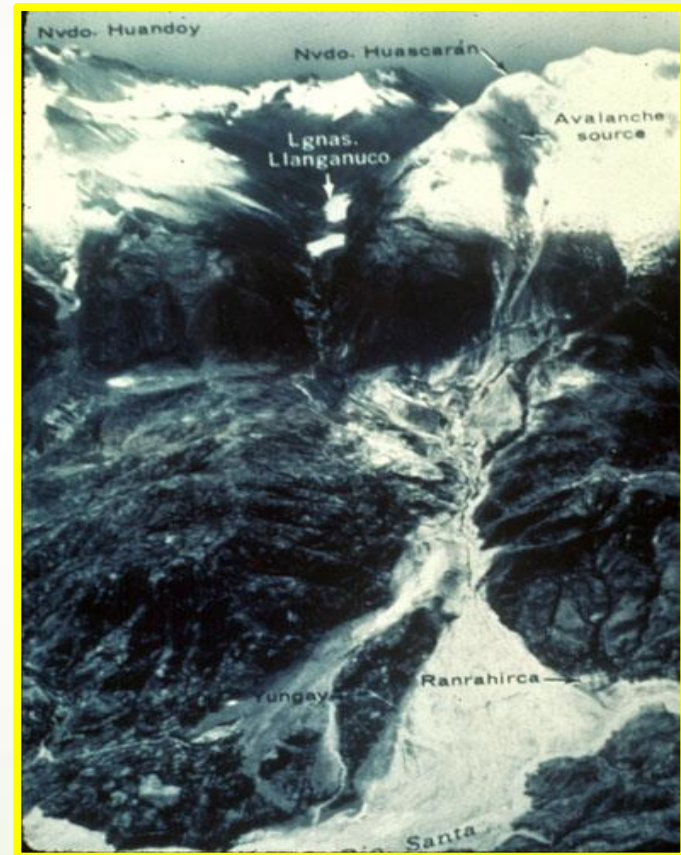


San Francisco 1906

Huascaran (Peru) 1970

➤ 1970 Sismo Magnitud 8

- Detritos cayeron 3.7km y viajaron 11km/min ~ 4 minutos
- 18,000 muertos
- Algunas ciudades con 30m de detritos



Flujo de detritos



Campania (Italia) 1998

- **El Material fluye pendiente abajo como una mezcla de fragmentos de roca arcilla y lodo.**
- **Ocurre en suelos arcillosos, volcanes.**
- **Volúmenes**
 - ~10,000 cu.m
 - Pocos 10 cu.km
- **Vel. 0.1- 20 km/hr**
- **Muy destructivos**
- **Ruiz (Columbia,1985); Venezuela (1999)**
- **Alpes suizos(2000)**

Flujos recurrentes: Tessina (norte de Italia)



➤ **1960 1 mill. cu. M**

➤ **1964 2 km largo**

➤ **1990 reactivado**



Alpes Suizos 2000

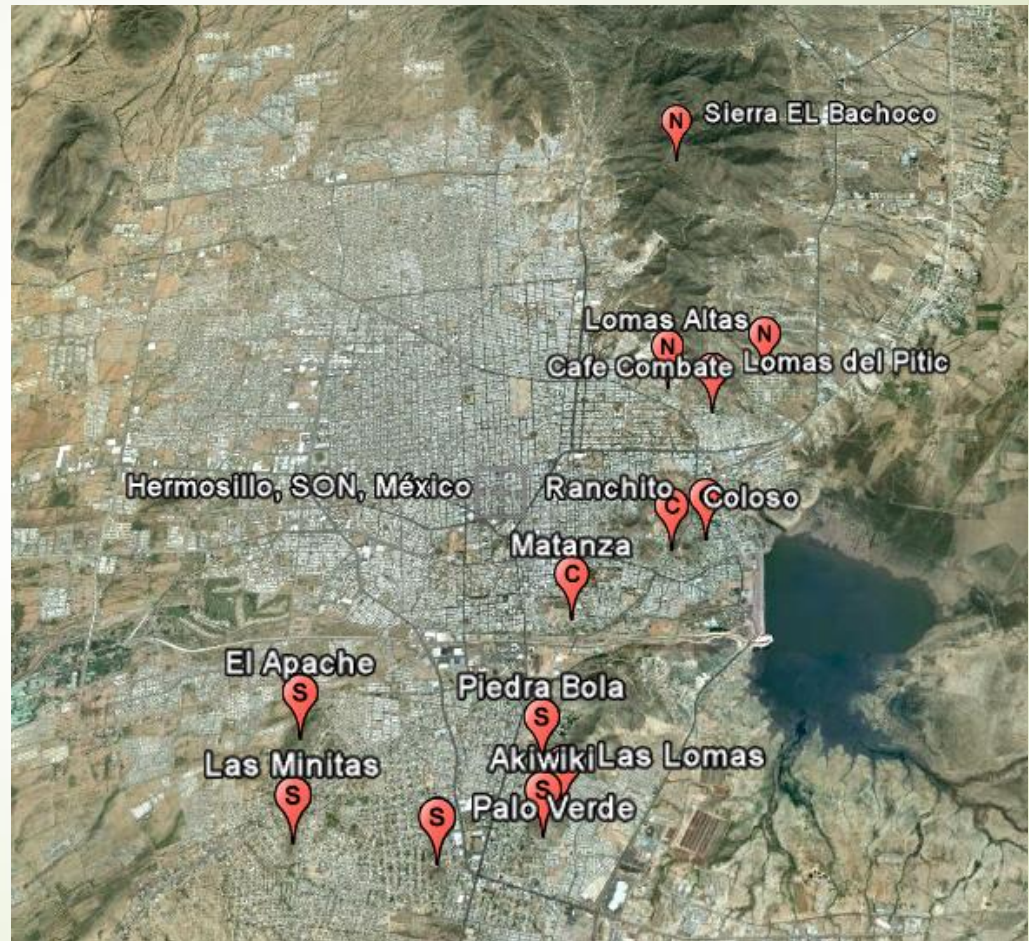
- 74 cm de lluvia en 4 días
- Un evento en 1000 años



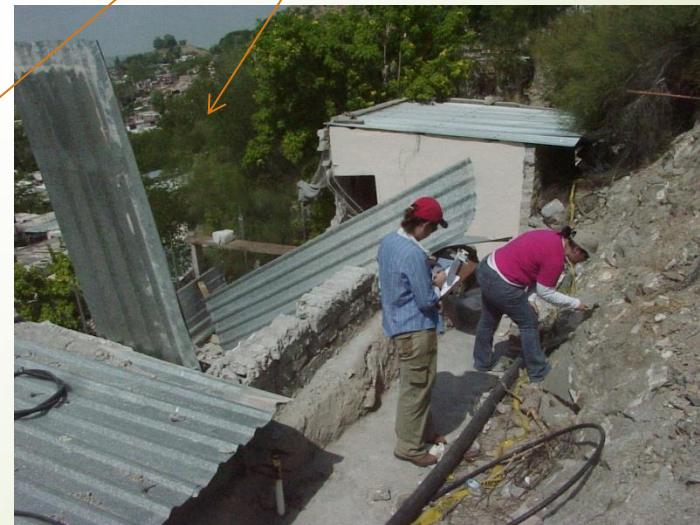
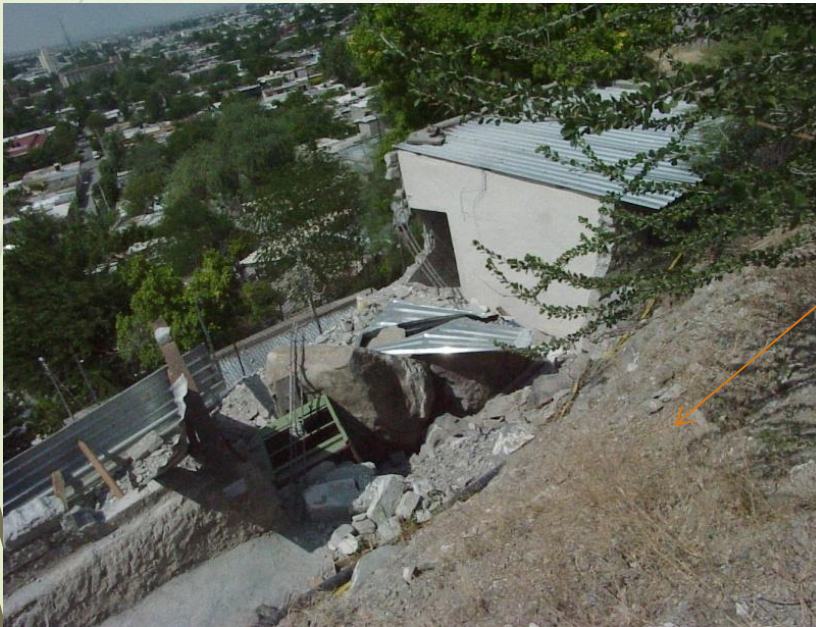
Áreas con Peligro de Remoción en Masa Hermosillo

ZONAS DE RIESGO	COLONIAS AFECTADAS
Cerro de la Campana	La Matanza, San Juan
Sierra de La Cementera	Pedregal de la Villa, Tiro al Blanco
Cerro de las Minitas	Sectores de las Minitas
Cerro Tecoripita	Sectores del Palo Verde, tramos de la carretera no 26
Cerro el Apache	Sectores de El Apache
Sierra del Bachoco	Sectores del Cuartel, Pitic-Lomas Altas, Café Combate
Cerros El Coloso y El Mariachi	El Coloso, EL Mariachi, Country Club, El Ranchito

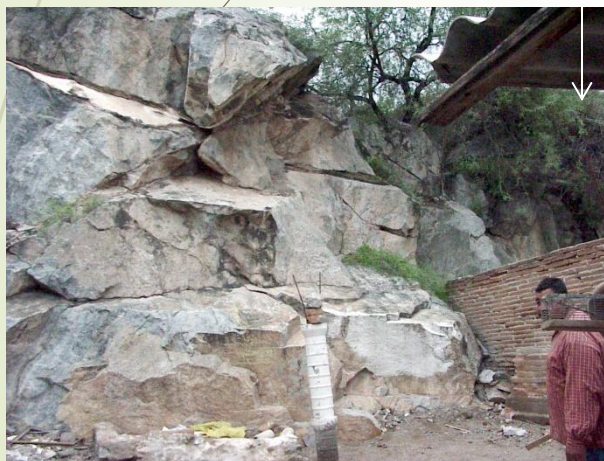
Fuente: Tesis Peña Coronado, 2000.



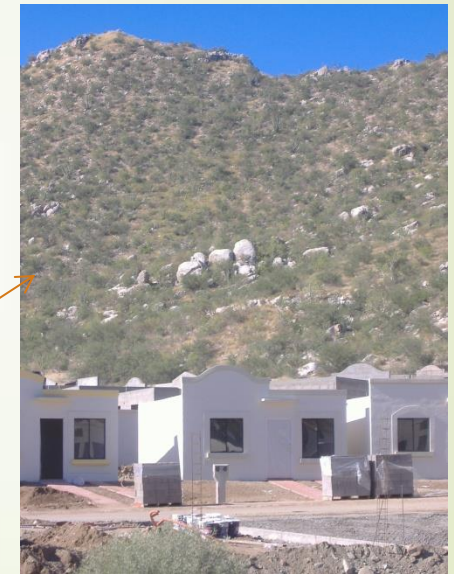
24 de Junio del 2004



Zonas con Peligro de Remosion en Masa



Zonas con Peligro de Remosion en Masa



Zonas con Peligro de Remosion en Masa



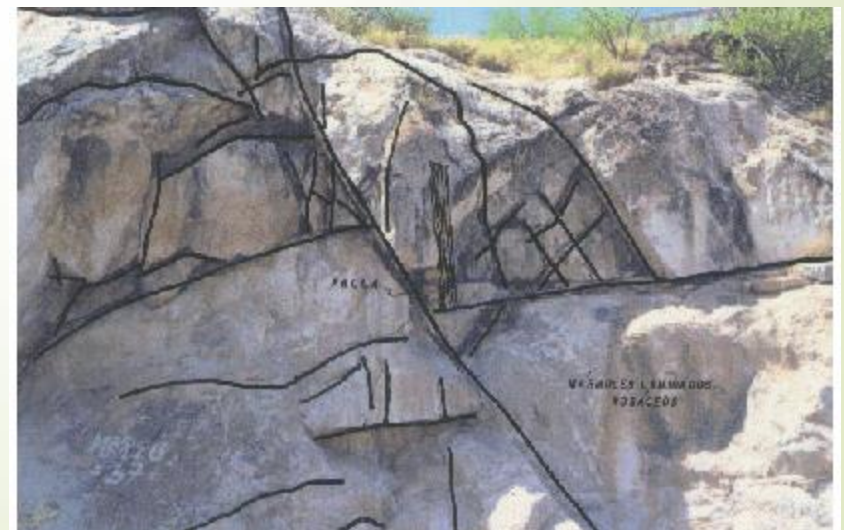
Zonas con Peligro de Remosion en Masa



Zonas con Peligro de Remosion en Masa



Zonas con Peligro de Remosion en Masa



NOGALES



Deslizamientos

SIMBOLOGÍA

 caída de roca

 flujo de lodo

Deslizamiento

 Alto

 Medio

 Bajo





Flujo de sedimentos



Fraccionamiento Belisario Domínguez



Colonia San Carlos,
Primera Etapa



Colonia Héroes



Lomas de Nogales

GUAYMAS







PREGUNTAS?

GEOLOGIA AMBIENTAL

Semestre 2019-2



Subsidencia y Colapsos



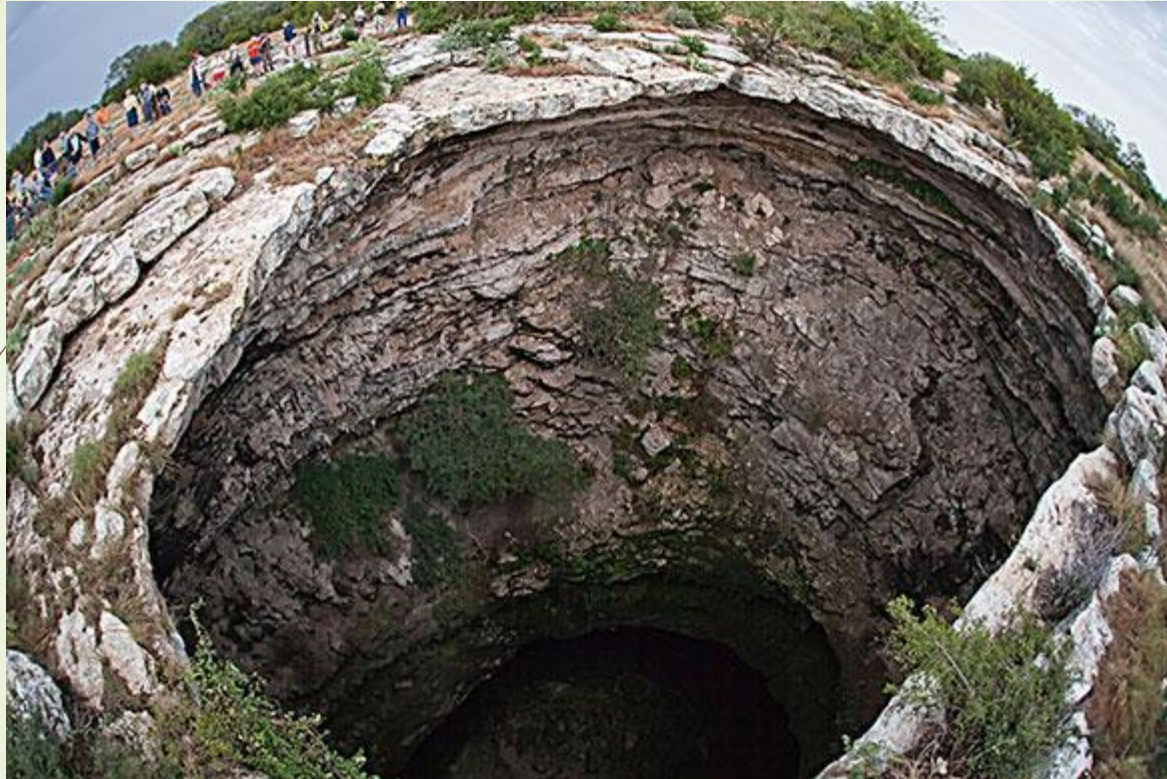


Causas



- **El karst**
- **Tectónicas**
- **Carga geostática**
- **Subsidencia del suelo**
- **Compactación de arcillas**
- **Modificación de estado físico**
- **Sustracción y aplicación de cargas**

Colapsos asociados al Karst



Ocurre debido a las rocas

Calizas- Micritas y fosilíferas



Espacios abiertos en la roca



Yorkshire Dales, Inglaterra



(William A. Wisner, 1972)

Polk County, Florida

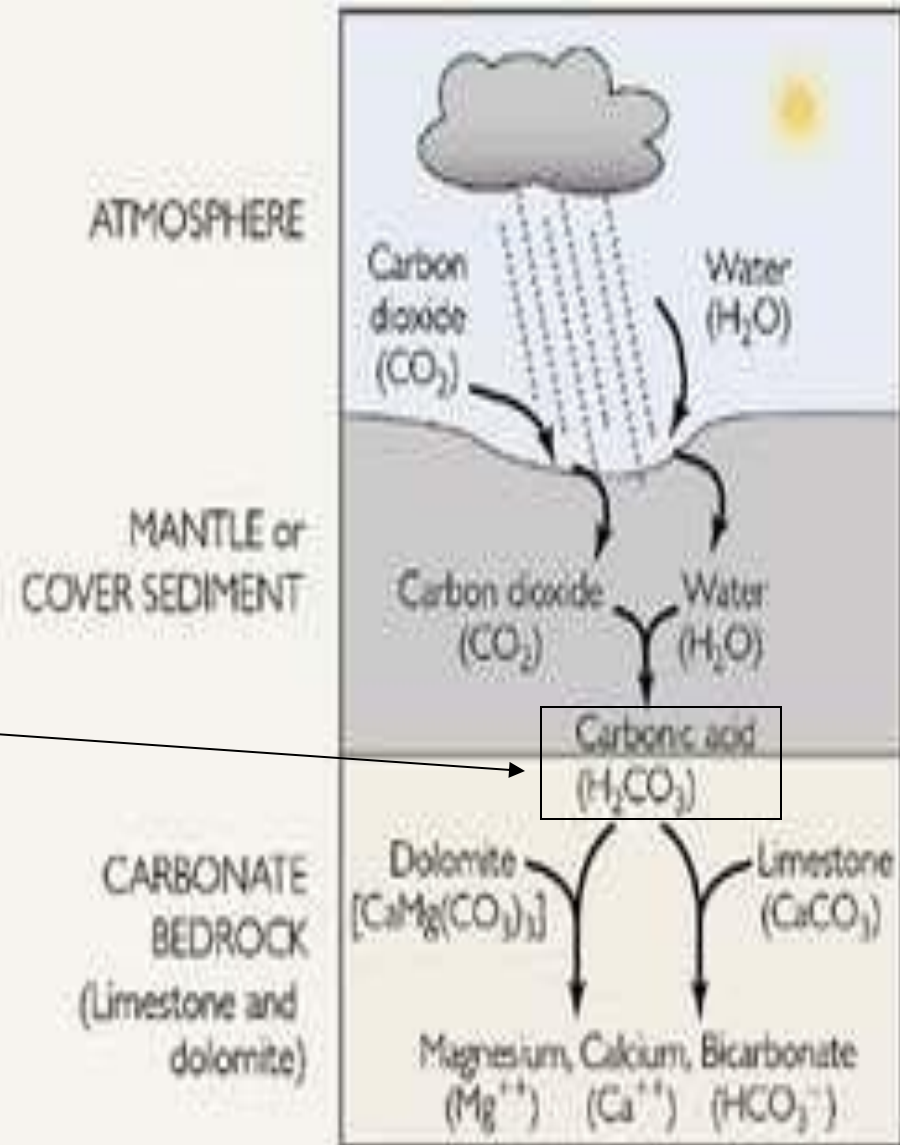
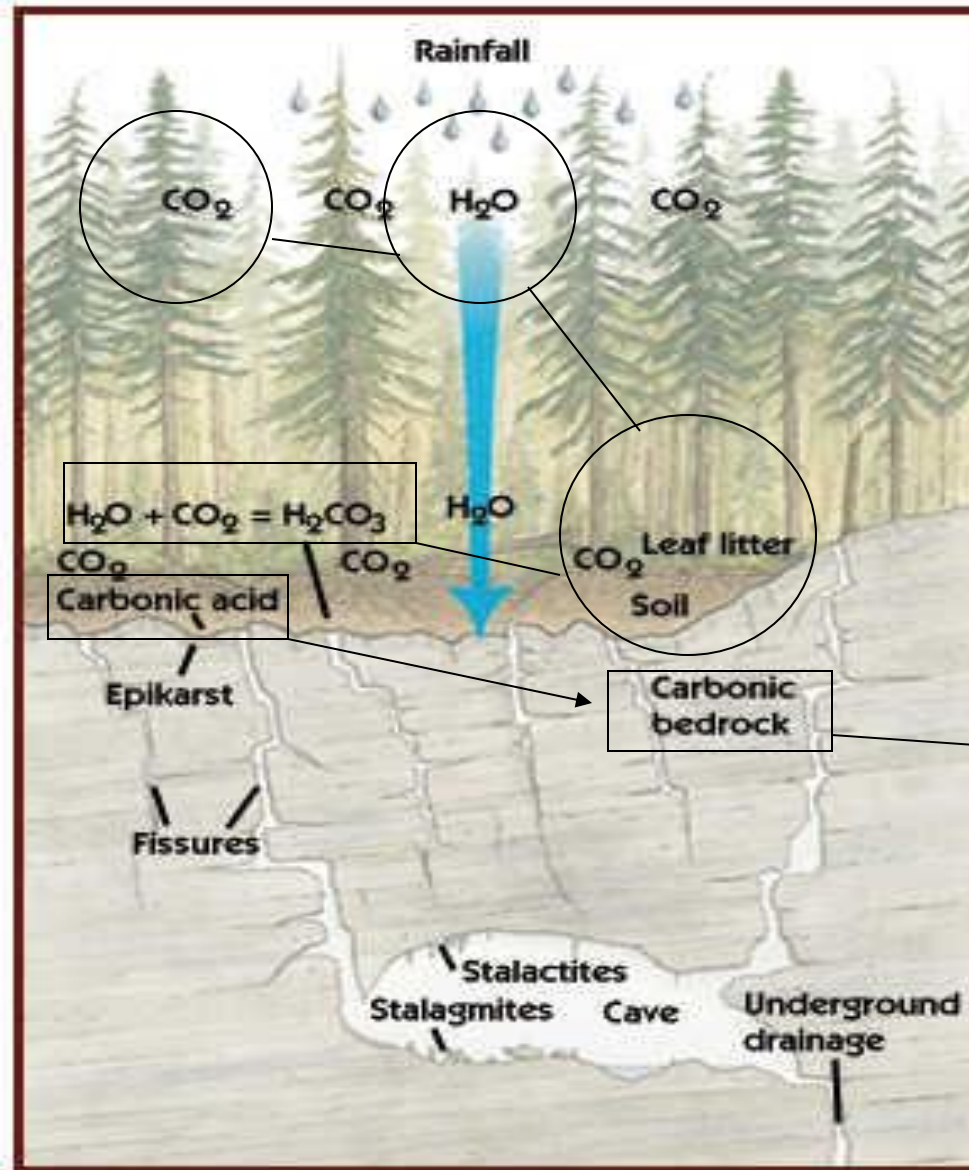


Yorkshire Dales, Inglaterra

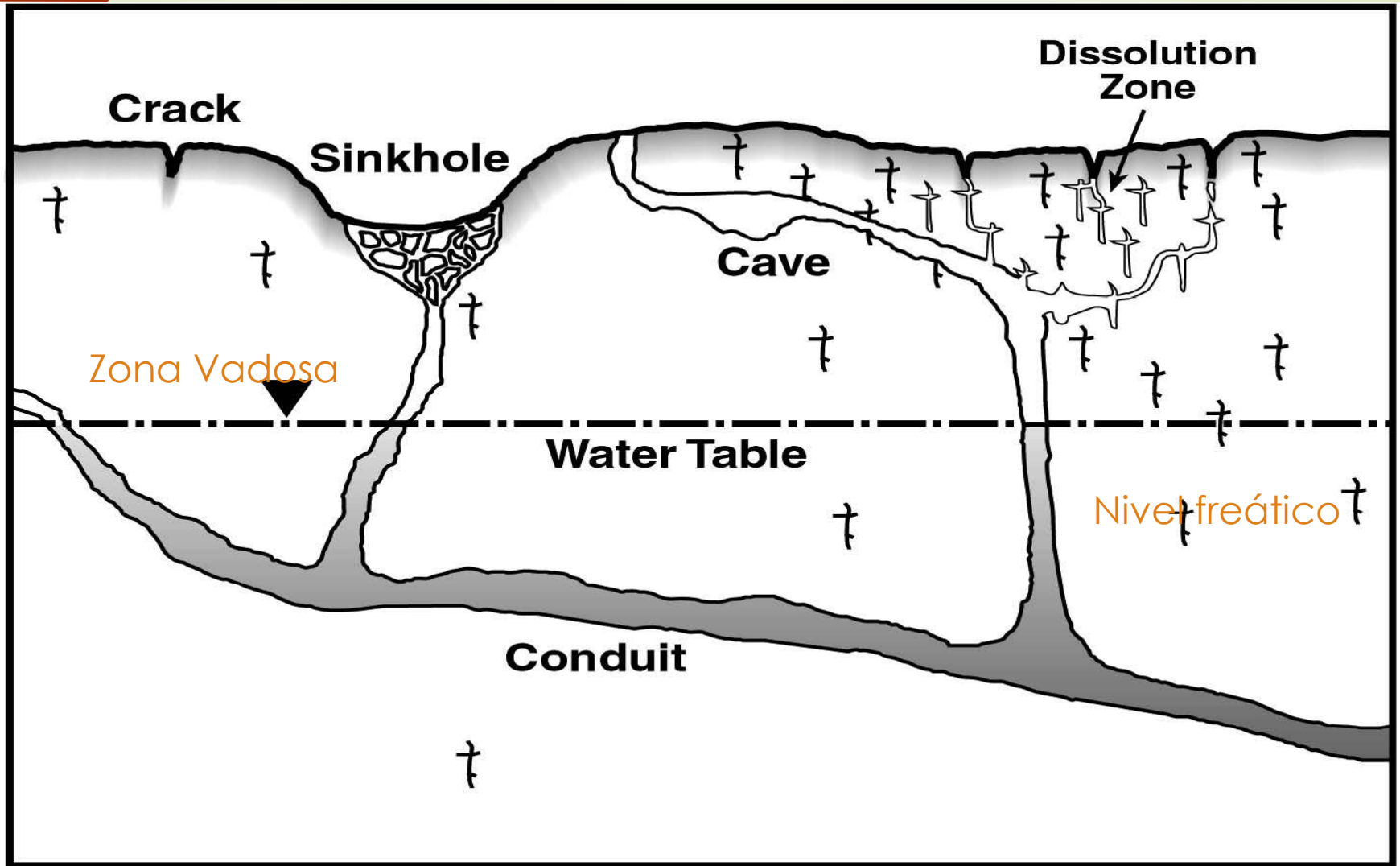


Cenotes

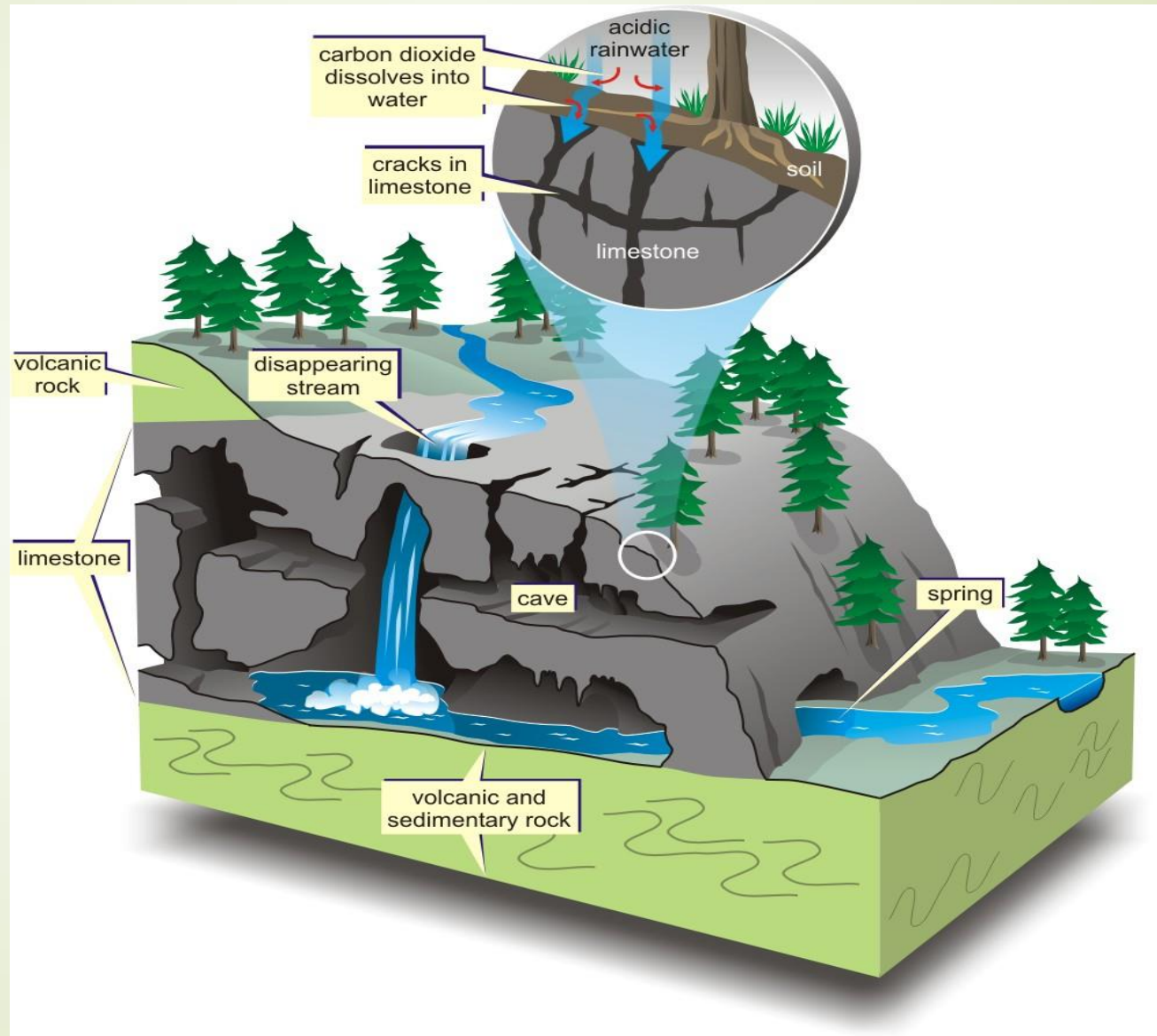
El proceso de disolución



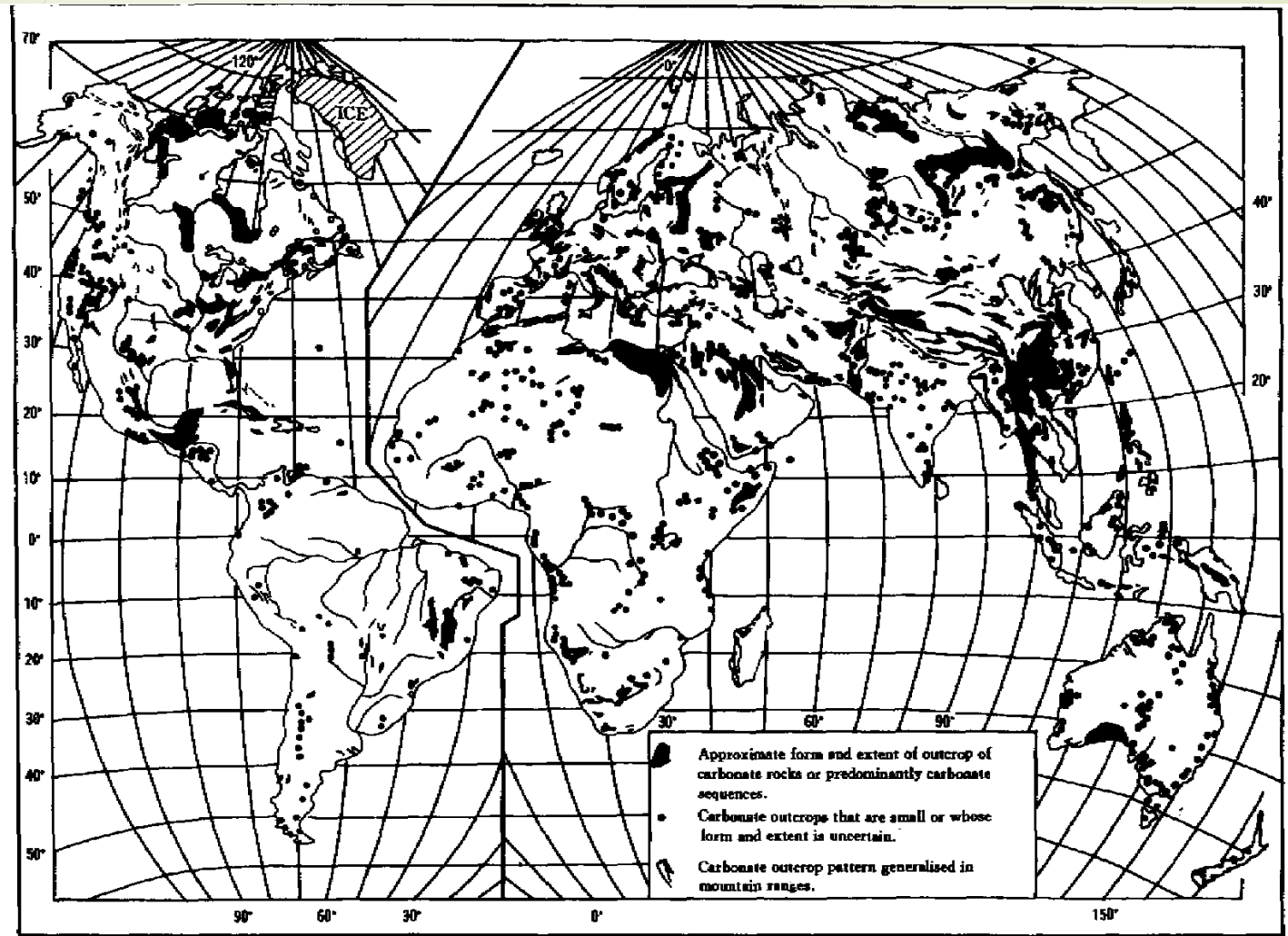
Acuíferos Cársticos



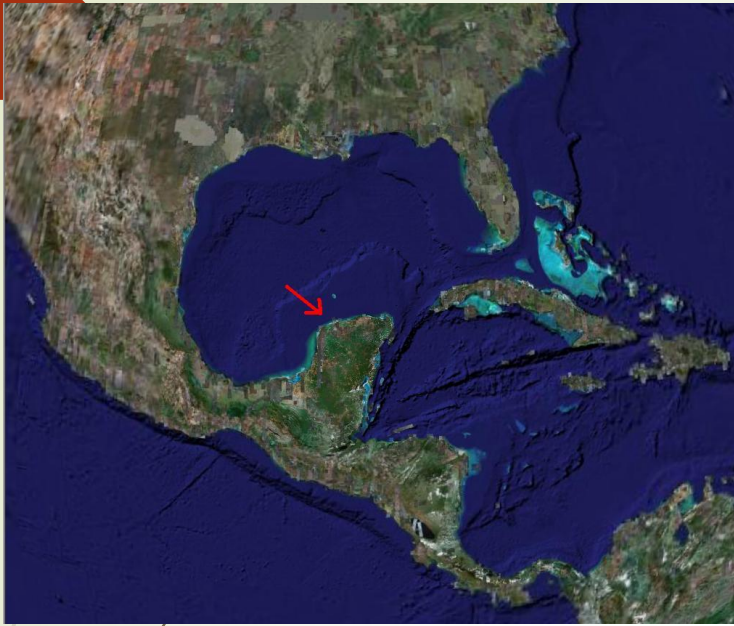
Paisajes cársticos



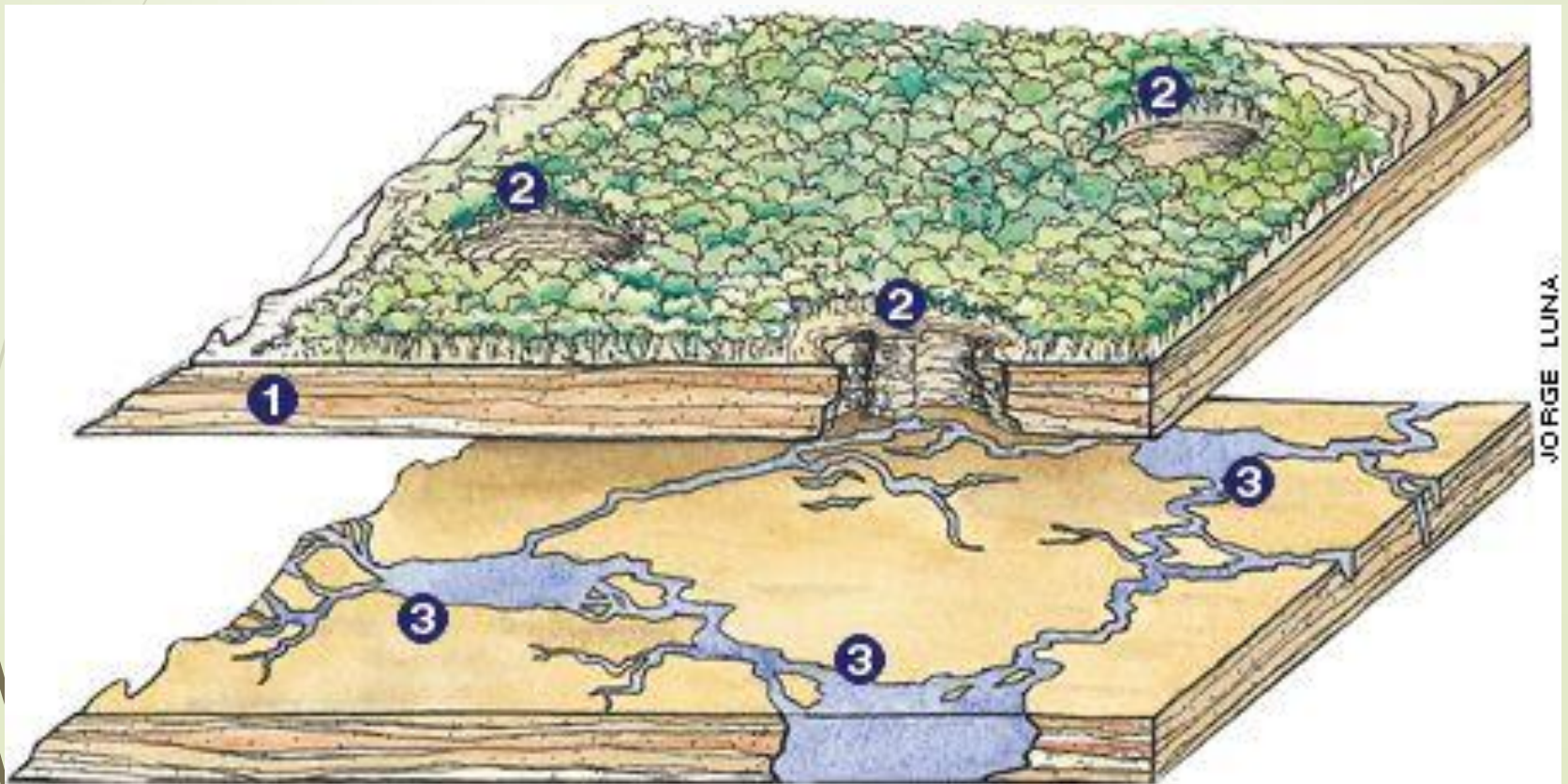
Regiones Cársticas del mundo



Sistema de cenotes en Yucatán

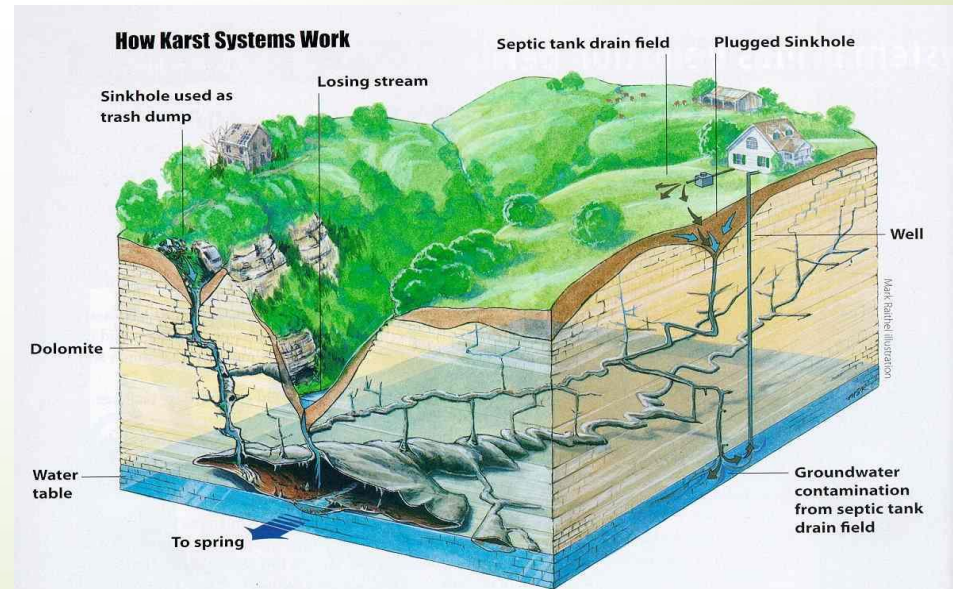
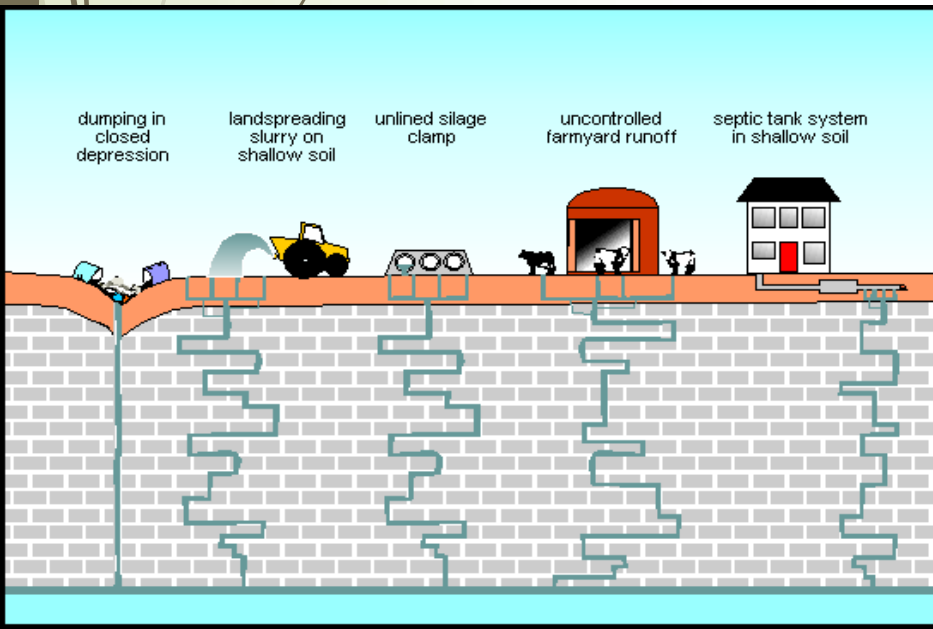


Sistema de cenotes de Yucatan



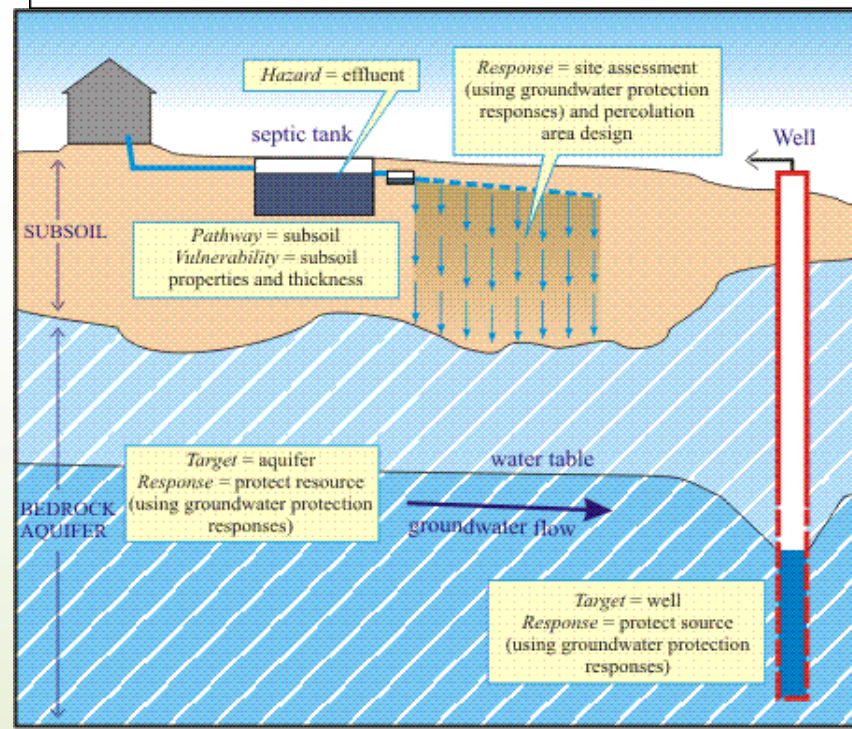
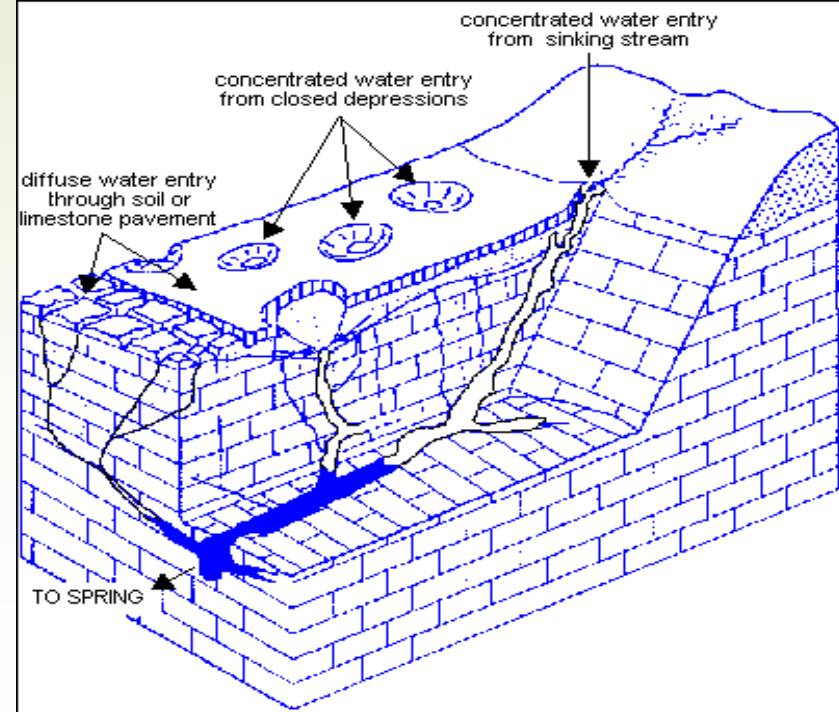
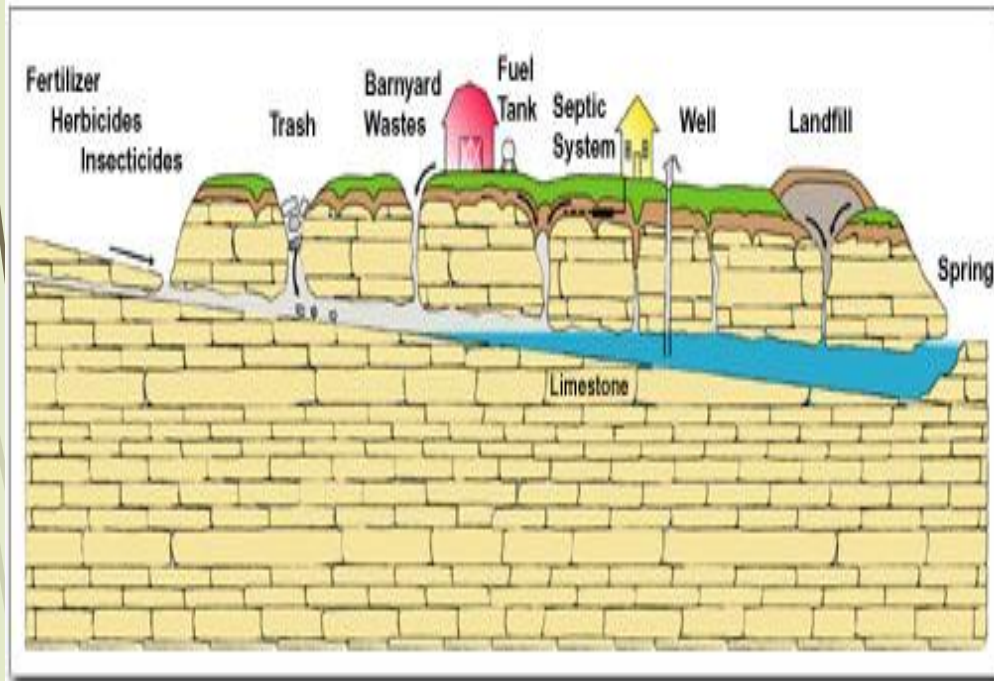
Peligros del Karst

Inundación de Cenotes



Contaminación

Contaminación de acuíferos cársticos



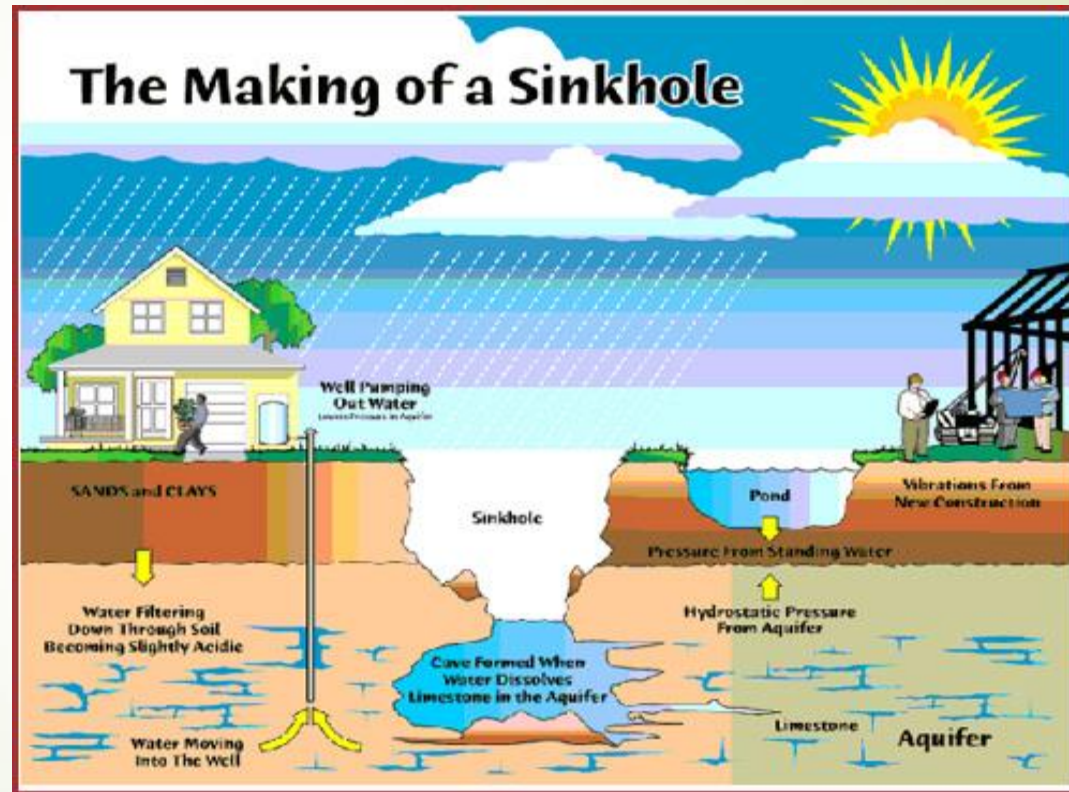
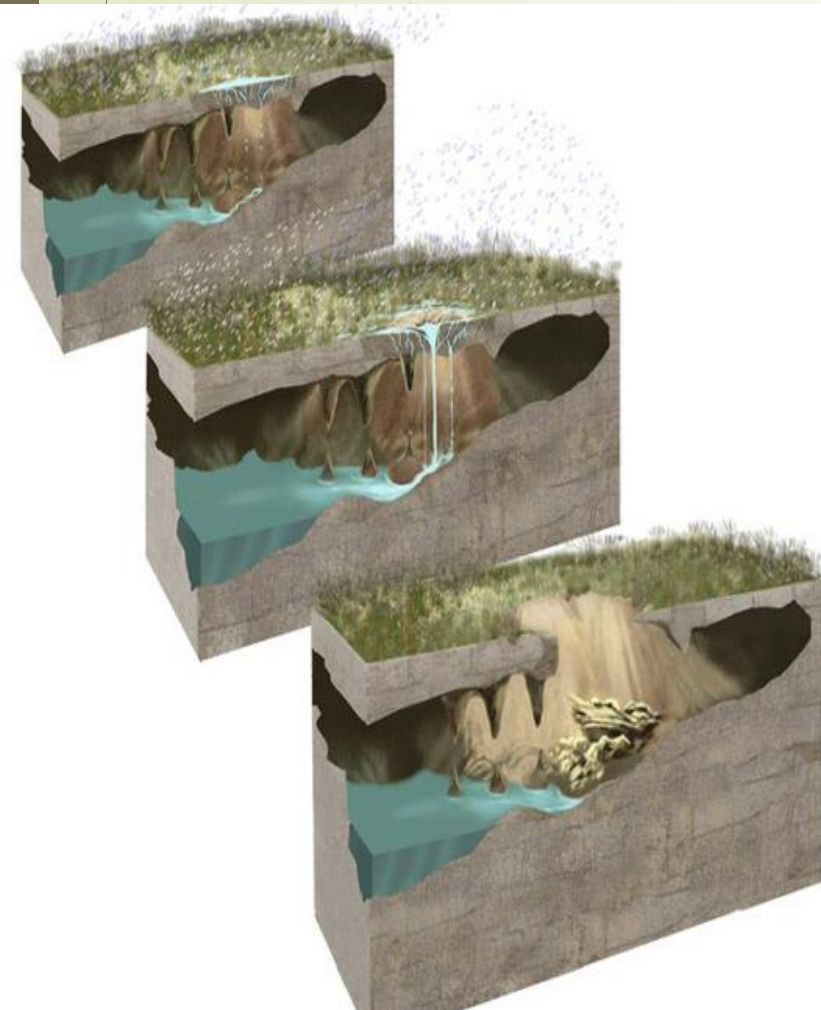
Inundación por cenotes



Sinkhole plain before a rain.

Sinkhole plain after a rain.

Formación de un Sinkhole

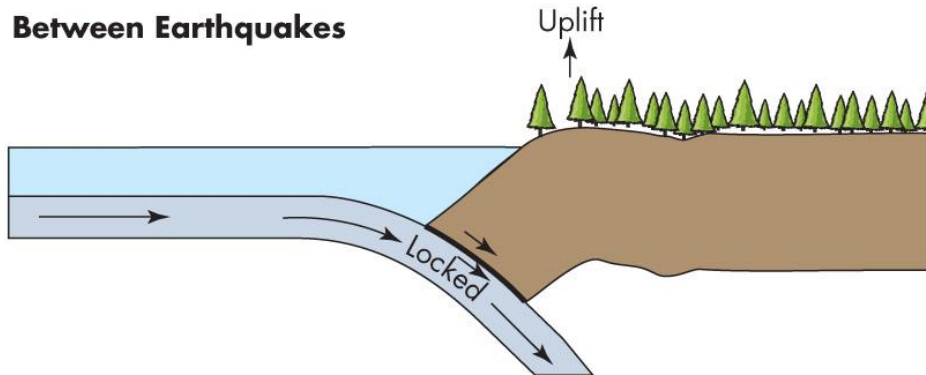




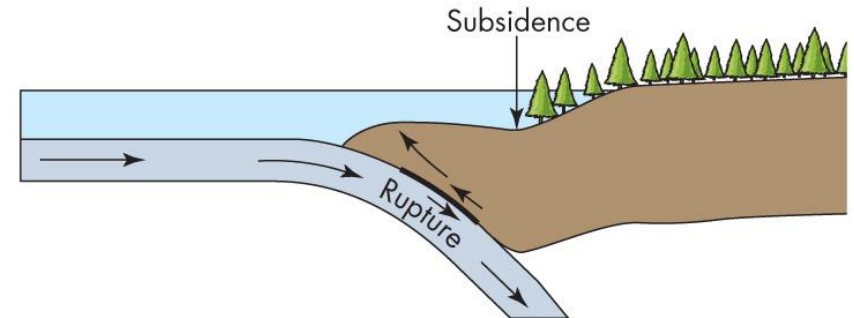
Otros tipos de subsistencia

Terremotos

Between Earthquakes



Earthquake



Copyright © 2008 Pearson Prentice Hall, Inc.

Tubos de lava



Viejos tubos de lava Mojave



Suelos expansivos

- Expansión y contracción debido a periodos húmedos y secos.



(c)

Drying cracks

Copyright © 2008 Pearson Prentice Hall, Inc.

Suelos expansivos

- Causan fracturas e inclinaciones



Cracks (d)

Copyright © 2008 Pearson Prentice Hall, Inc.

Suelos expansivos



Depressions
in road and
sidewalk

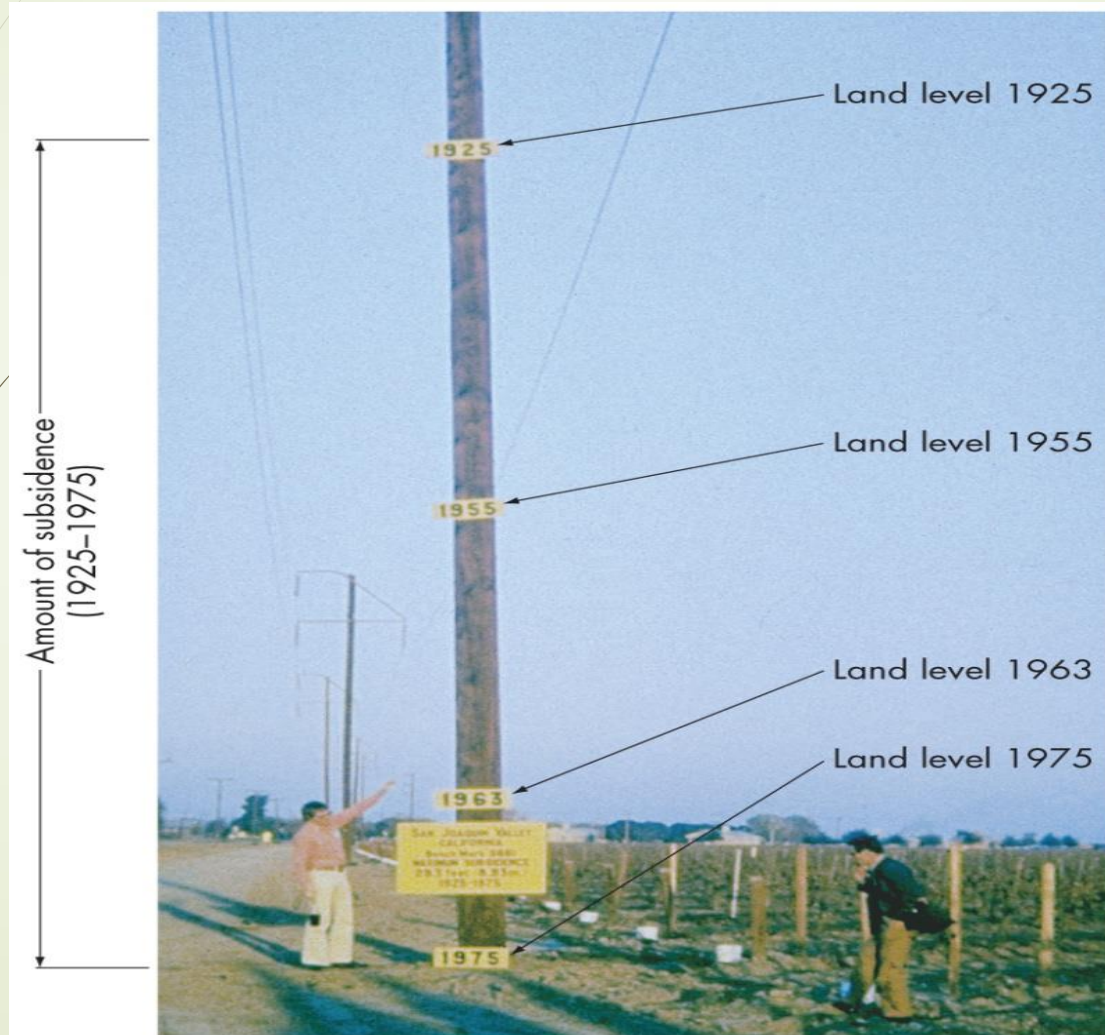
Sign posts
tilted

Copyright © 2008 Pearson Prentice Hall, Inc.

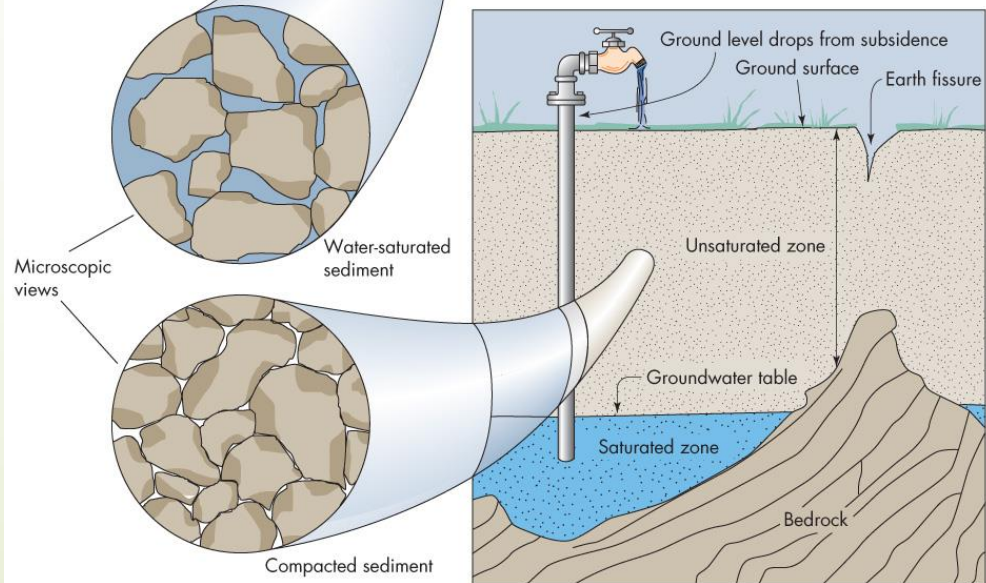
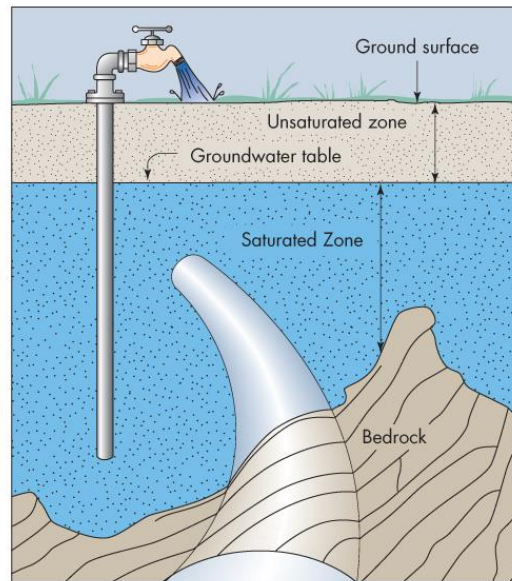


Copyright © 2008 Pearson Prentice Hall, Inc.

Extraccion de agua



(b)

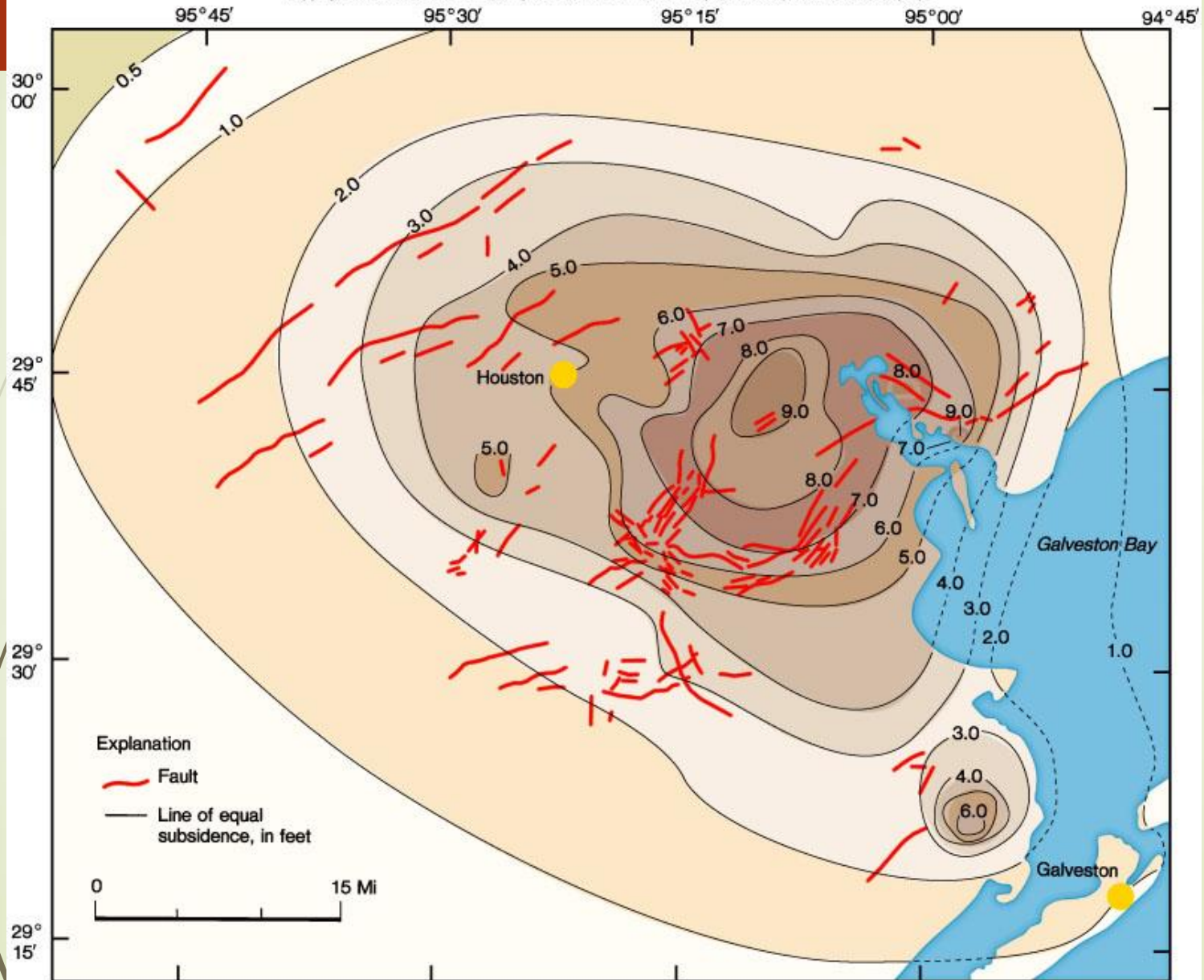


Cont. Consecuencias de remocion de aguas subterraneas

- Compactacion y subsidencia
 - Superficie se hunde cuando el agua es bombeada mas rapido que los procesos naturales de recarga pueden reemplazarla
 - Permite contacto grano-grano y conduce a compactacion de sedimentos y subsidencia de superficie
 - Ejs. (1) area de elevacion baja, relativo al nivel del mar, puede ser inundada por el mar; (2) sumideros tambien se pueden formar dependiendo de la roca

Subsidencia - Galveston Bay, Texas

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Valle de San Joaquin, CA

subsistencia de 9 m en 52 años



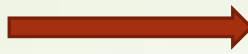
Fukuoka, Japón



07 de noviembre del 2016



Florencia, Italia



25 de mayo del 2016



Hundimiento de 200 metros de carretera, afectando a 20 de vehículos que estaban estacionados en la zona (recuperado del Diario La Nueva España del 25 de mayo del 2016 de: <http://prodigy.msn.com/es-mx/video/watch/se-hunden-200-metros-de-carretera-en-florencia/vi-BBttBBe?ocid=VMSNNMX7>).

Dongguan, China



13 de agosto del 2015



Colapso de 300 m², acarreando consigo una estación del metro y reportándose un probable fallecimiento de una persona en el lugar (recuperado de RT News el 13 de agosto del 2015 de: <https://actualidad.rt.com/actualidad/183008-china-estacion-metro>).

Ciudad de Guatemala, Guatemala

1° de junio del 2010



Con 20 m de diámetro y cerca de 30 m de profundidad, donde se tragó una casa de 3 pisos (recuperado del Diario CubaDebate el 1° de junio del 2010 de: www.cubadebate.cu/noticias/2010/06/01/un-hueco-se-trago-parte-de-ciudad-guatemala-causado-por-el-huracan-agatha/#.WEZzNvl97Dc).

(Foto de: Geól. Claudia Morales Hernández)

Irapuato



Vado del Río



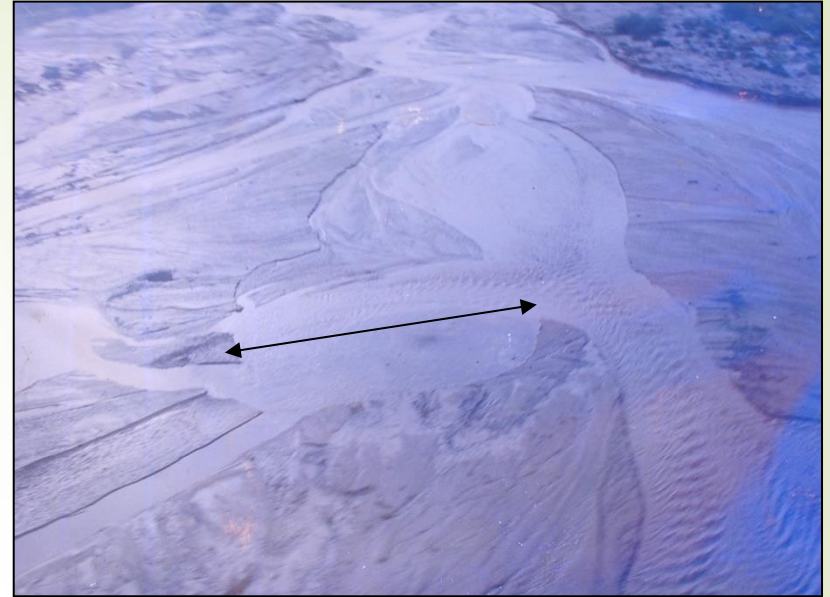
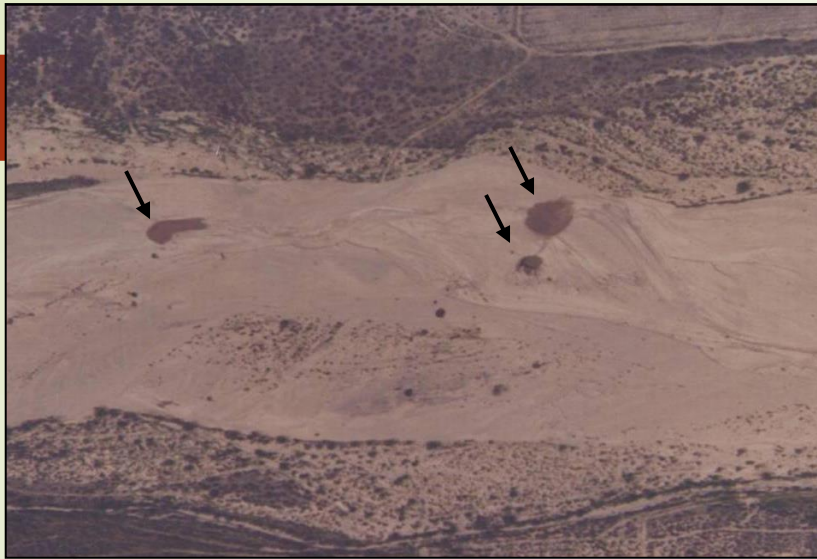
Vado del Río



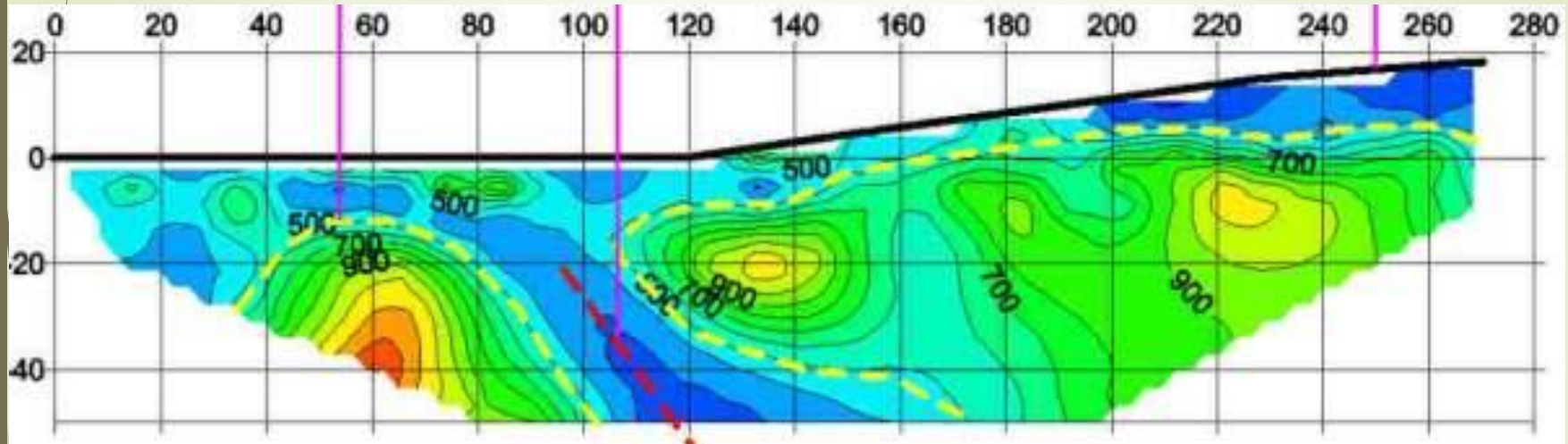


Acuífero Caborca

Infiltración en posibles cavernas



caverna



**Sección Geofísica mostrando fractura y
formación de caverna**

Hermosillo



Costa de Hermosillo

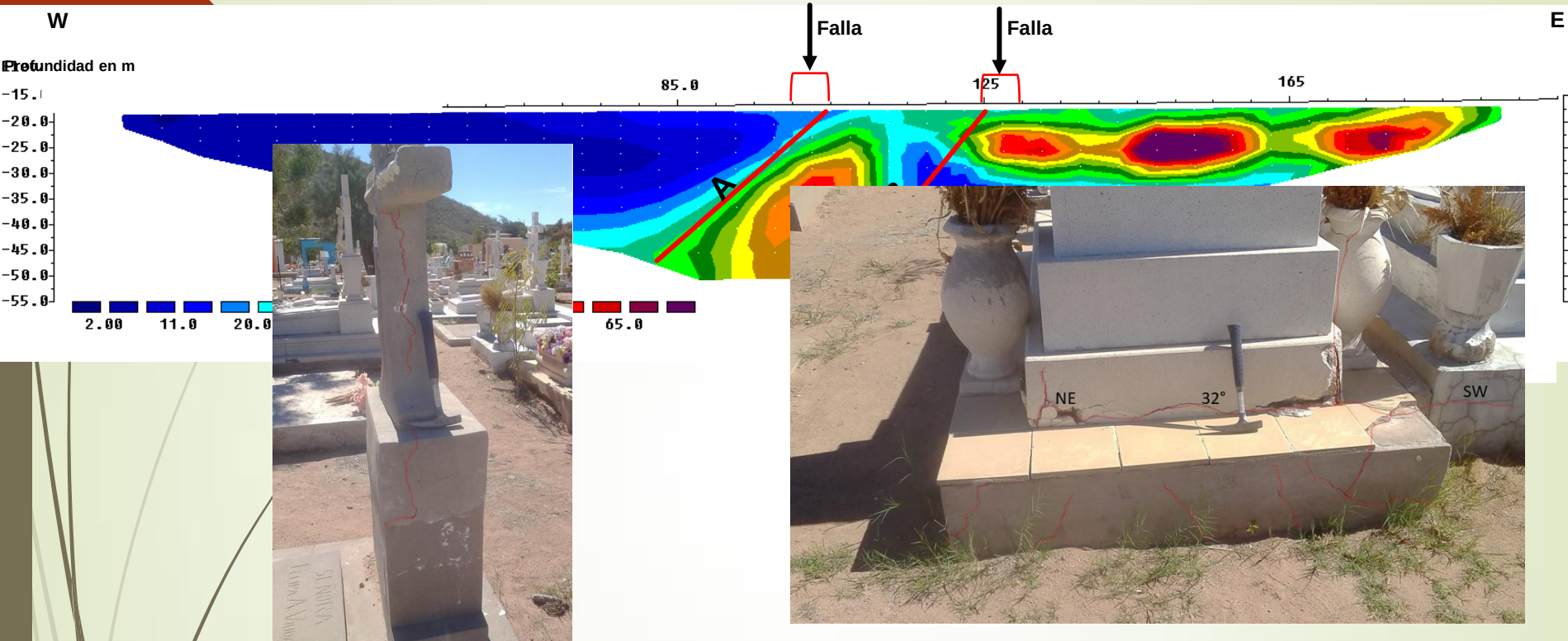


Hermosillo





Perfil 1: Panteón Municipal





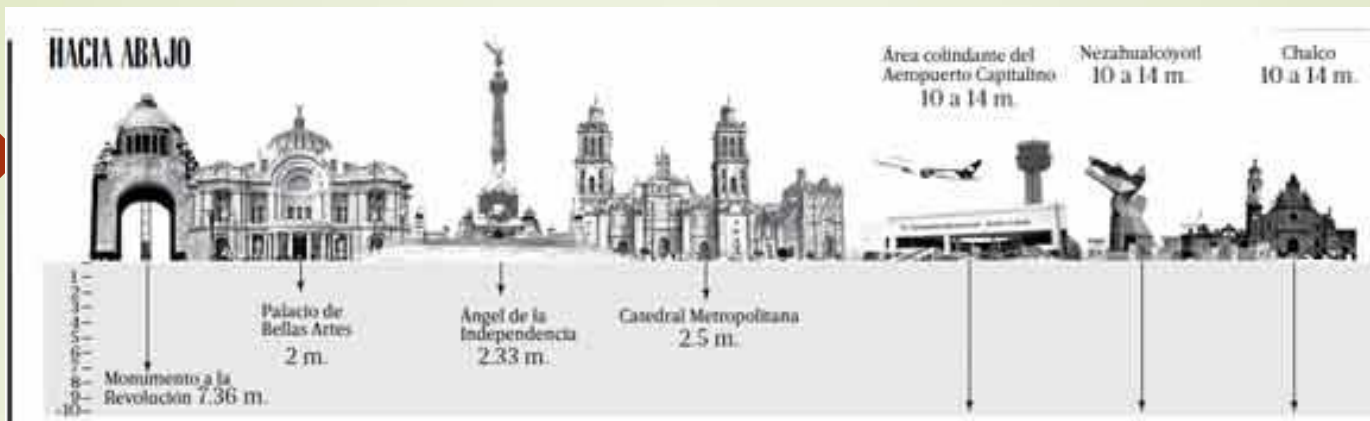
Daño Severo (0.75):





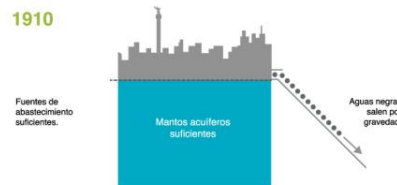
Ciudad de Mexico



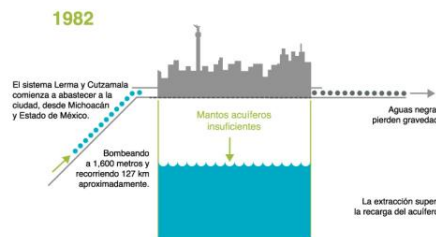


HUNDIMIENTO DE LA CDMX A TRAVÉS DE LOS AÑOS

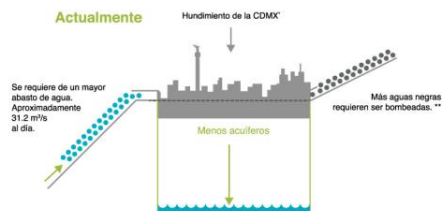
1910



1982



Actualmente



*En las últimas zonas de la CDMX, donde la mayor parte de los suelos son arcillosos, los hundimientos van desde 8 cm/año, hasta más de 30 cm/año. El centro de la ciudad se ha hundido aproximadamente 10 metros en los últimos 90 años.

**El caudal generado de aguas residuales en la CDMX es de 32.510 m³/s, del cual se tratan 3.34 m³/s en las 25 plantas de tratamiento de SACMEX, significando únicamente el 10%.



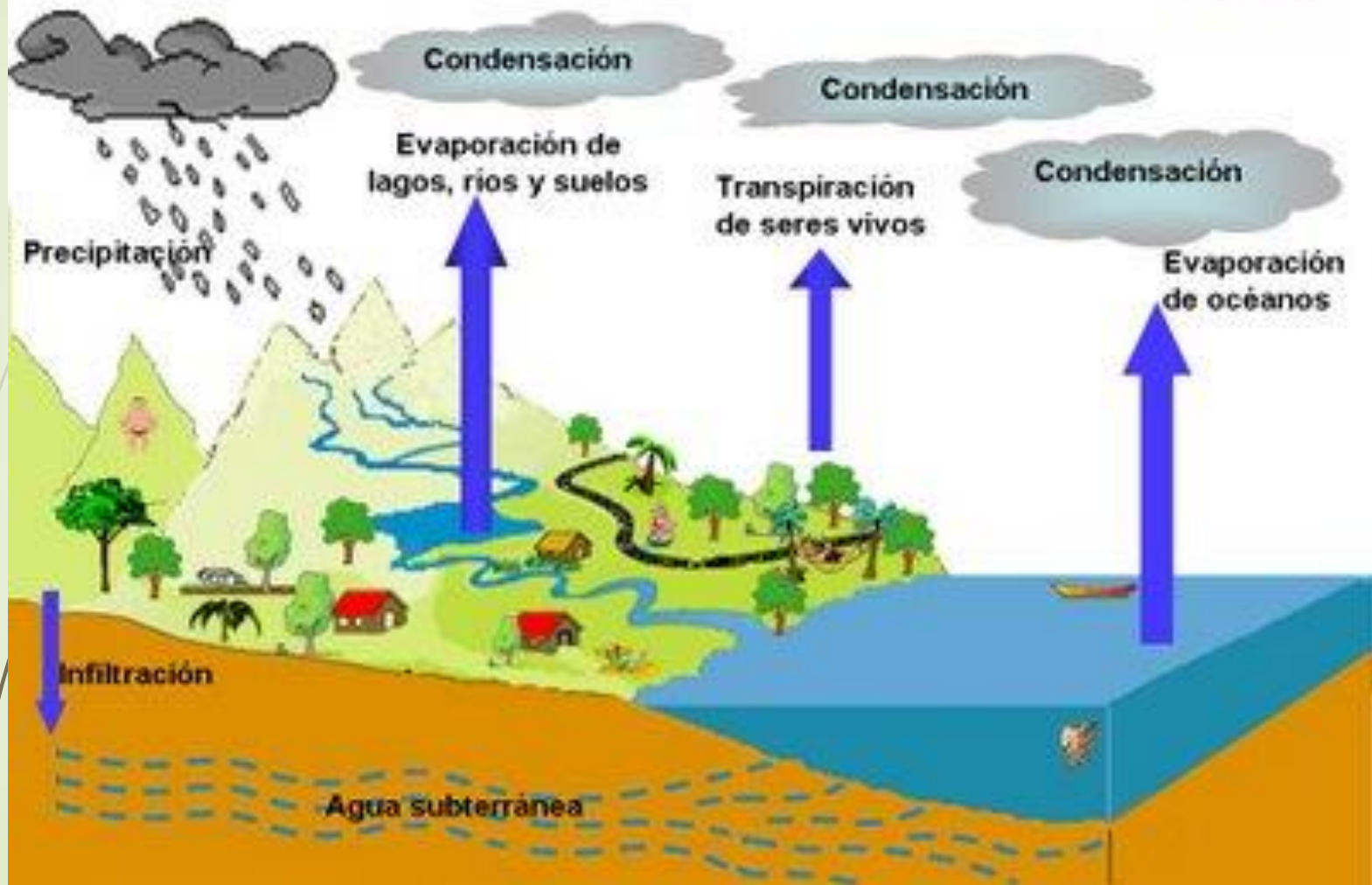
Preguntas



Geología ambiental

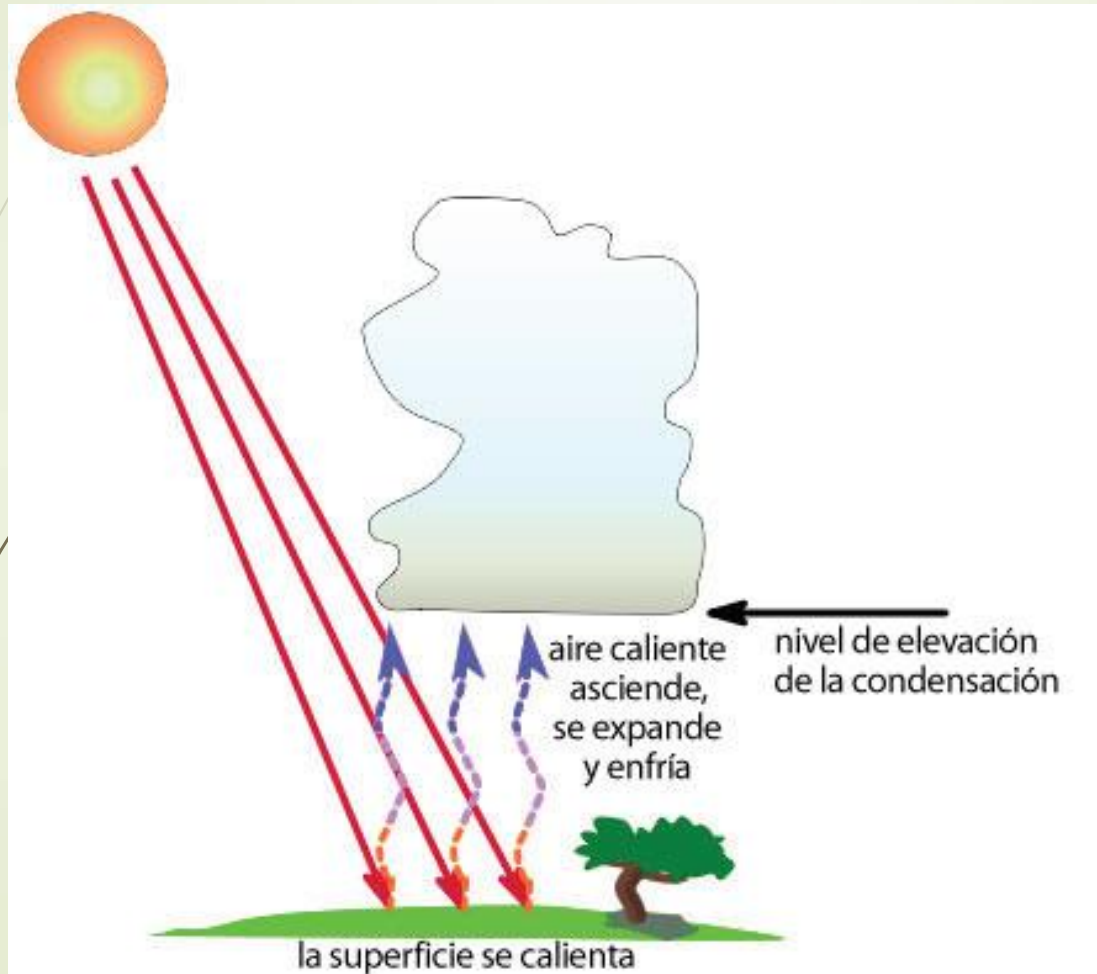
semestre 2019-2

CICLO HIDROLÓGICO

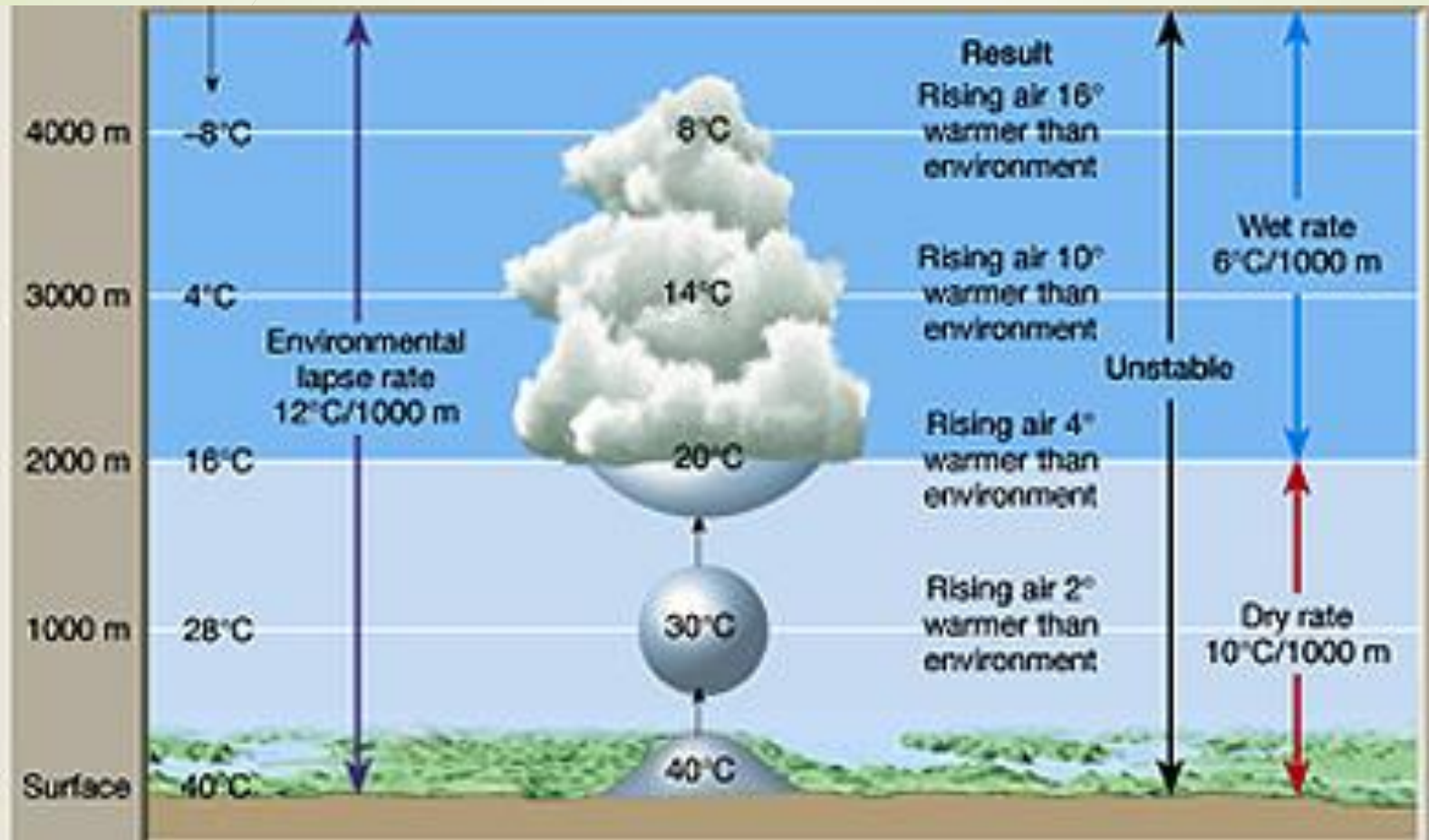


La **transpiración** es la evaporación de agua en un ser vivo. Tanto plantas como animales transpiran.

Formación de las nubes



Formación de nubes



Condensación —lo opuesto de la evaporación



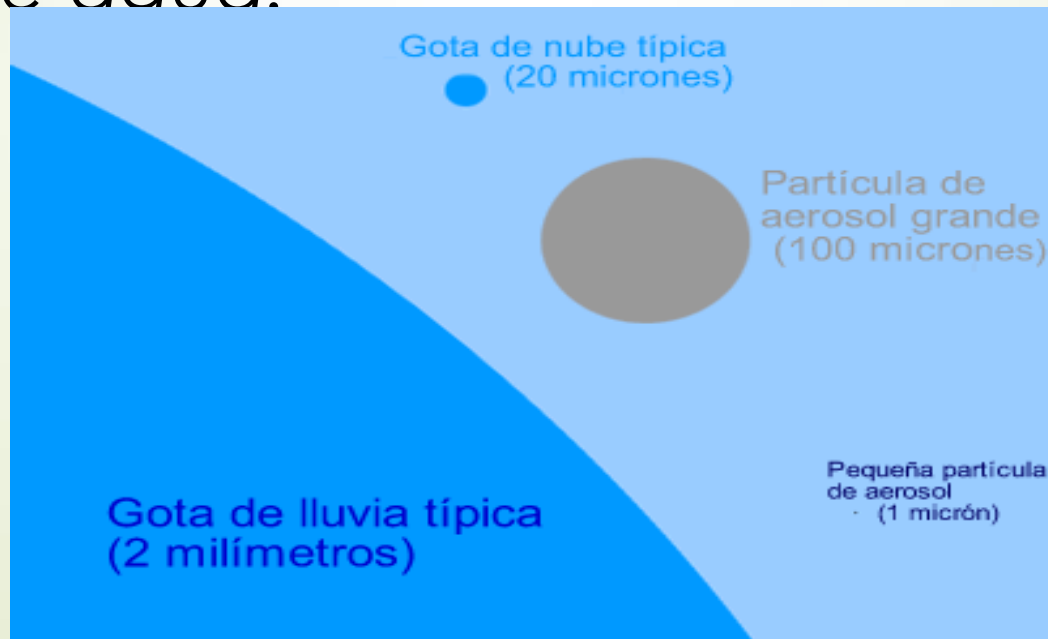
Ocurre cuando agua en el aire húmedo se convierte en líquido y se forman las nubes

La nubes consisten de pequeñas Gotas de agua, hielo o ambas

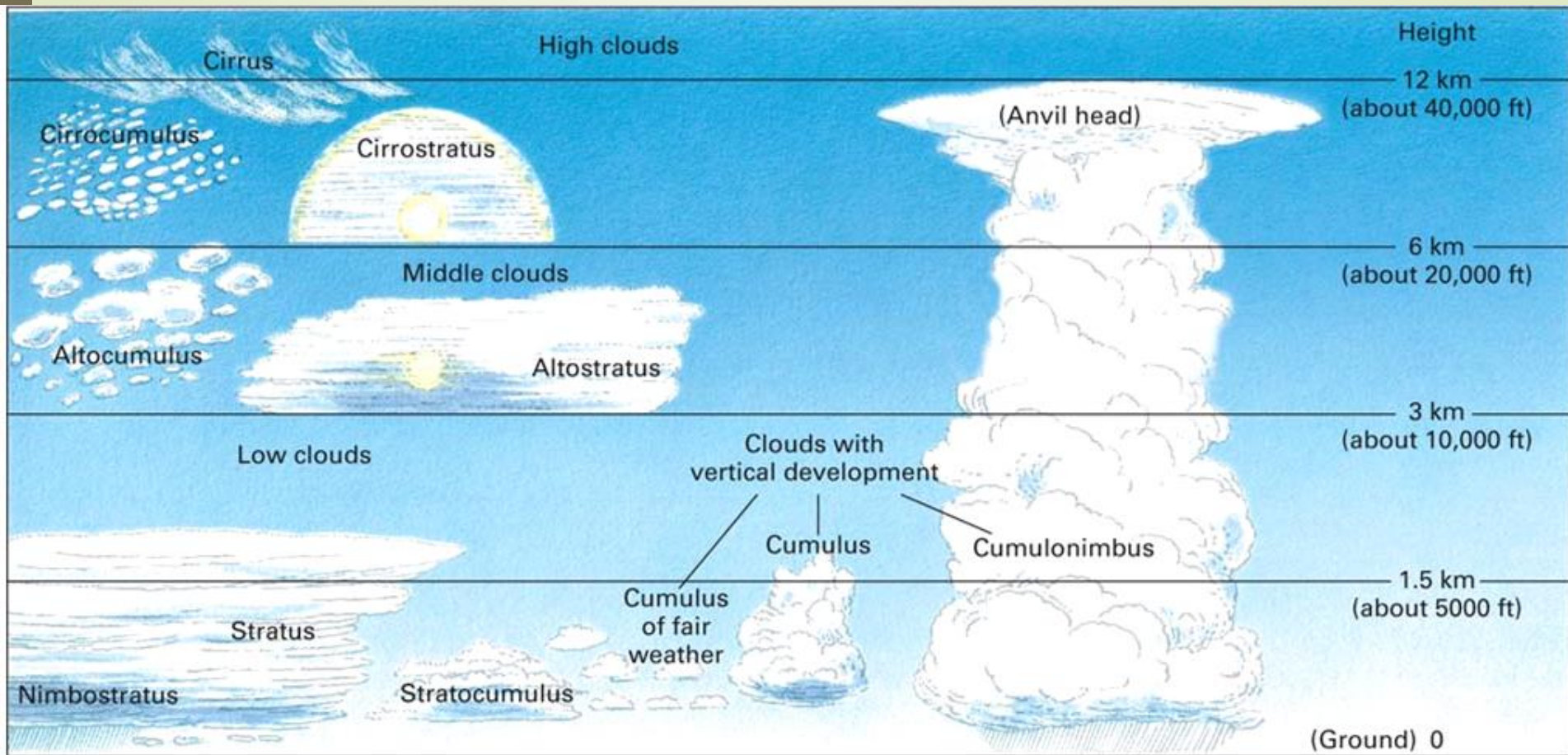


Formación de las nubes

Se crean a partir de núcleos de condensación: pequeños fragmentos de materia sólida (aerosoles, polvo), sobre los que el vapor se condensa y forma pequeñas gotas de agua.

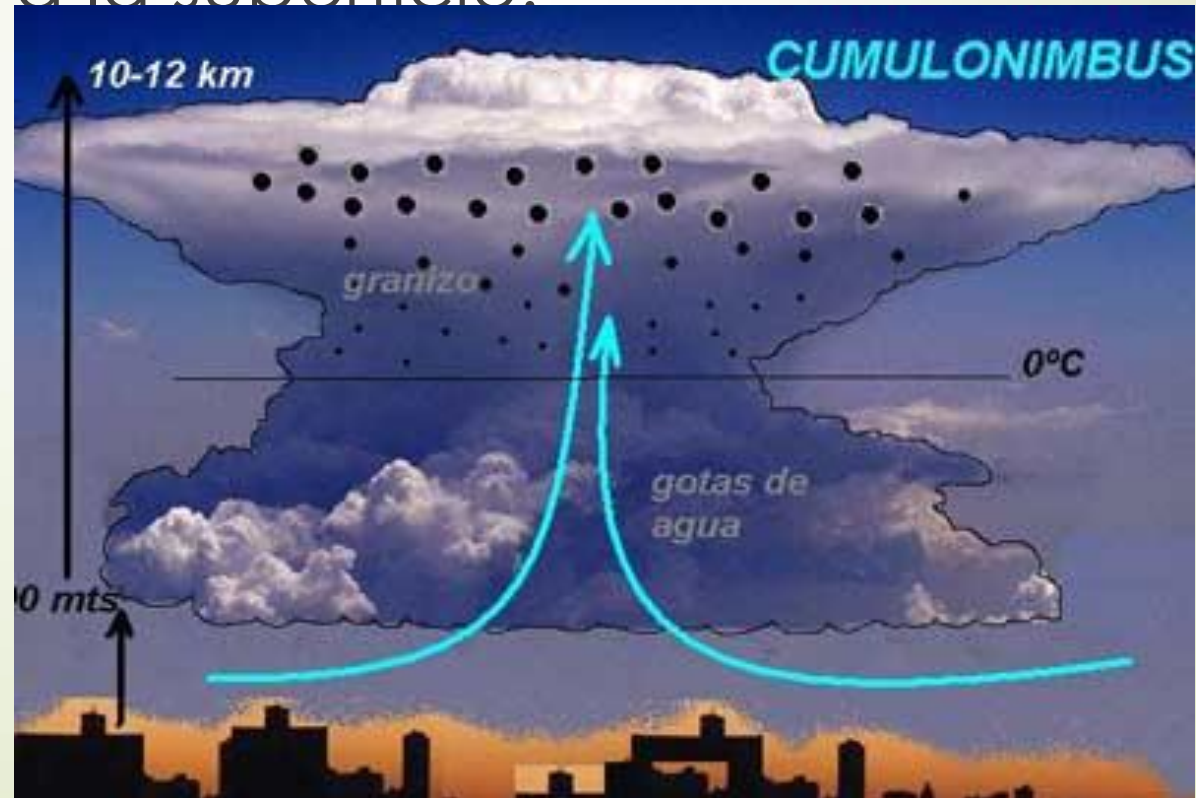


Tipos de Nubes



Que causa la precipitación?

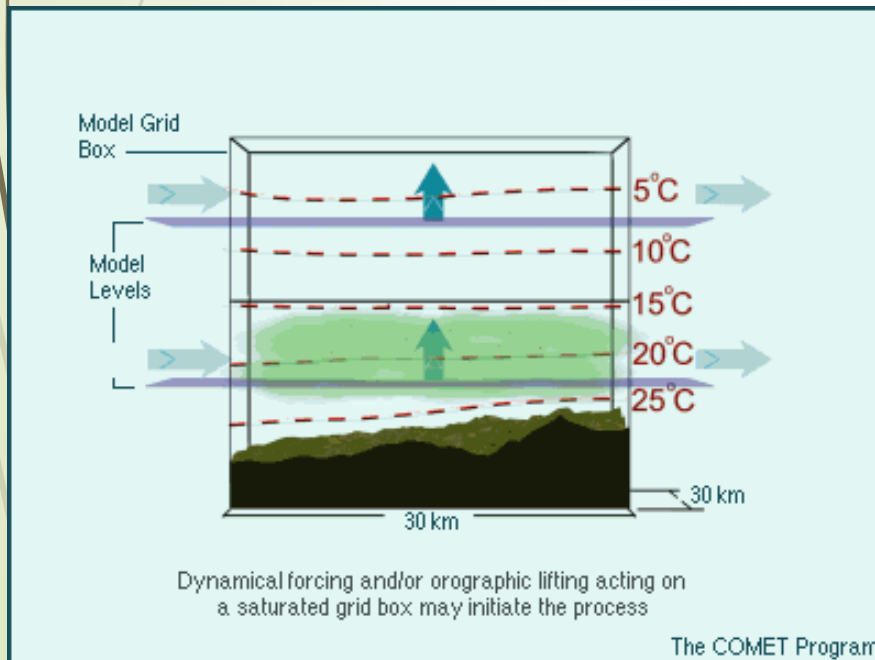
- Las nubes consisten de vapor de agua, agua líquida y cristales de hielo.
- Cuando los núcleos de condensación crecen por enfriamiento gotas de agua o hielo caen a la superficie.



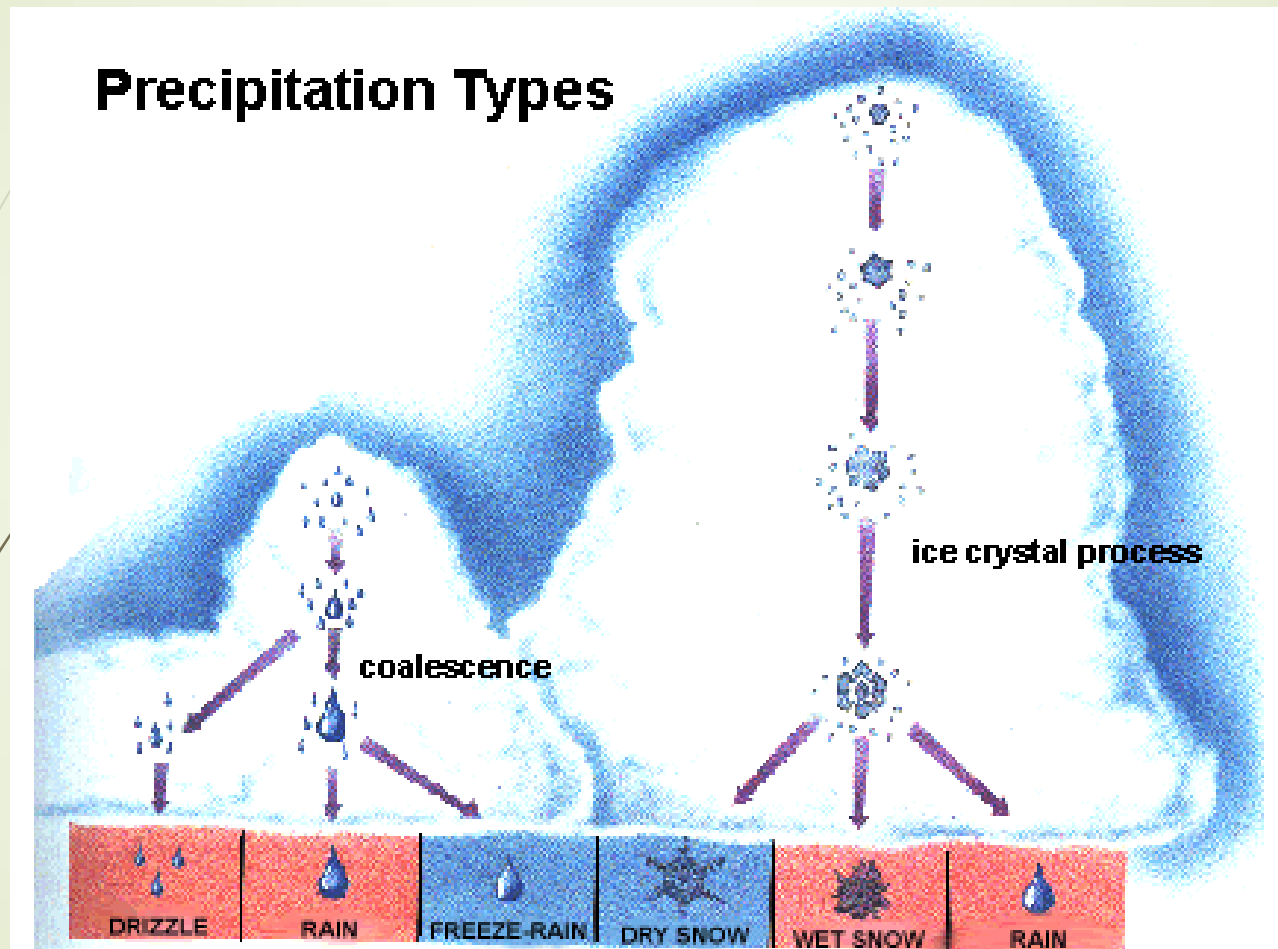
Formacion de la Lluvia

Pasos para la formación de la lluvia

- El aire debe enfriarse al punto de rocío
- Debe haber núcleos de condensación
- Se forman pequeñas gotas que deben crecer
- Debe haber un aporte continuo de vapor

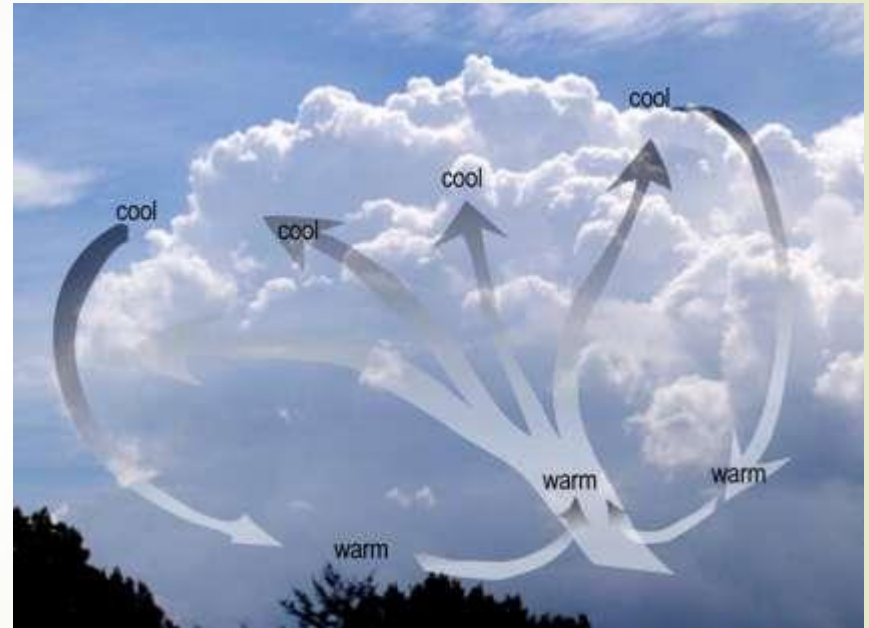


Tipos de Precipitación



Entonces la precipitación ocurre cuando las nubes se enfrían y esto sucede cuando masas de aire ascienden en la atmósfera.

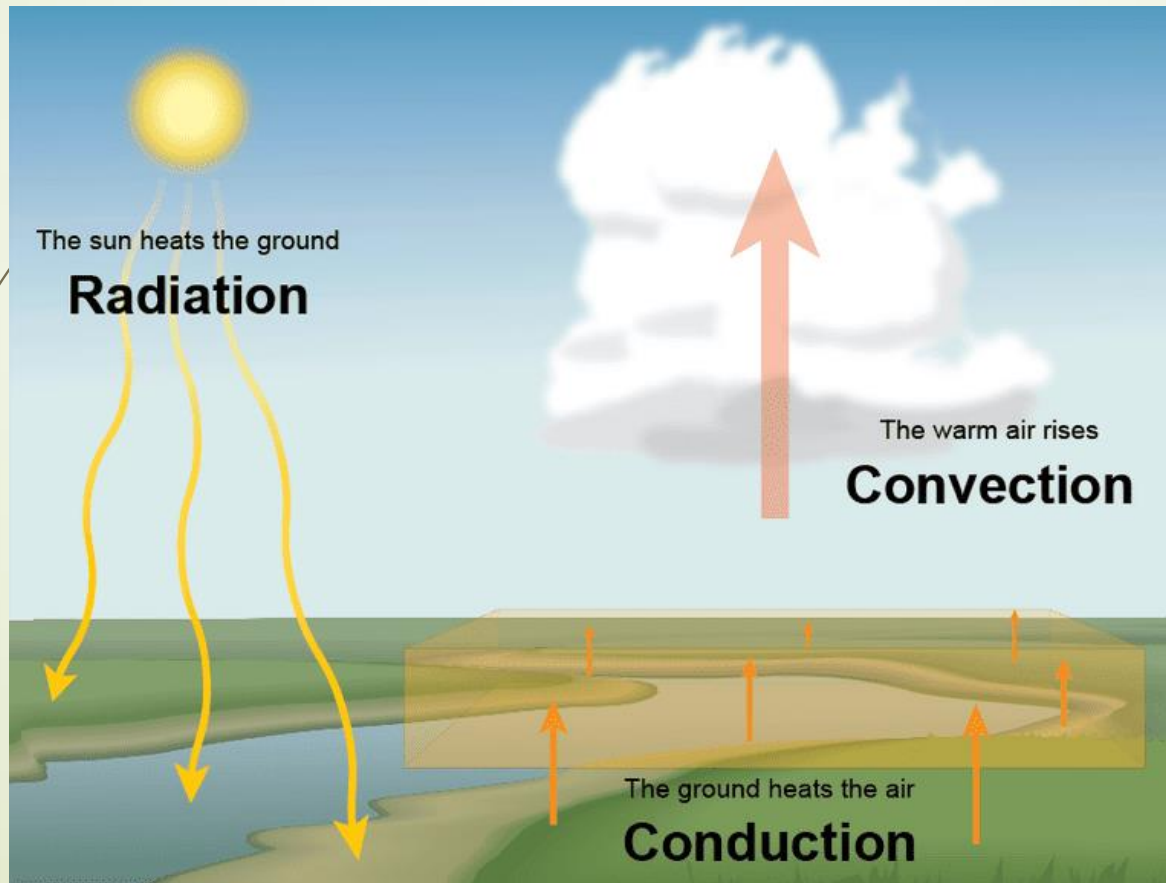
- Pero, como ascienden?
- Mecanismos:
- Convección
- Choque de masas y frentes de aire
- Orográfica



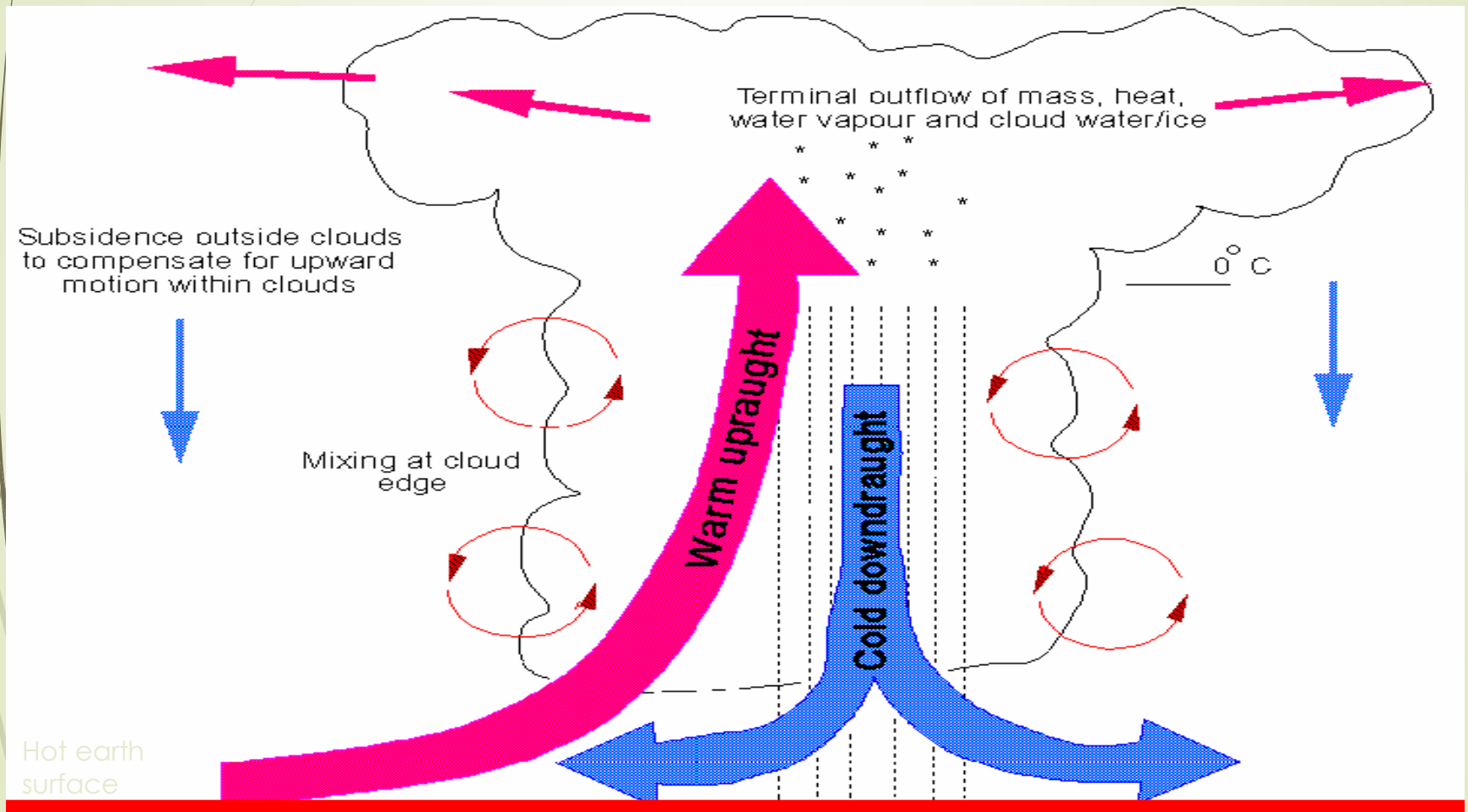
Ascenso de masas de aire

Convección

- La radiación solar calienta la superficie, y esta el aire inmediato, que baja su densidad y tiende a subir.



Convección



Que es una masa de aire

- Un cuerpo de aire con condiciones similares de temperatura y densidad.
- Su tamaño varía de masas convectivas locales a frentes continentales.

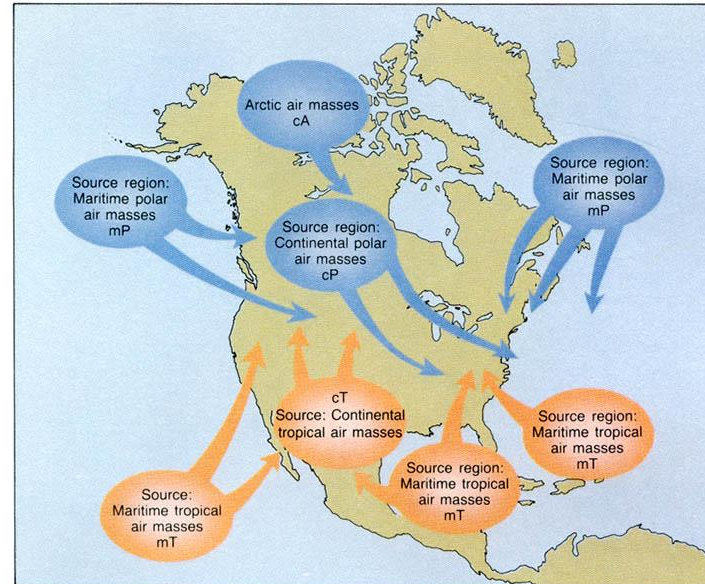
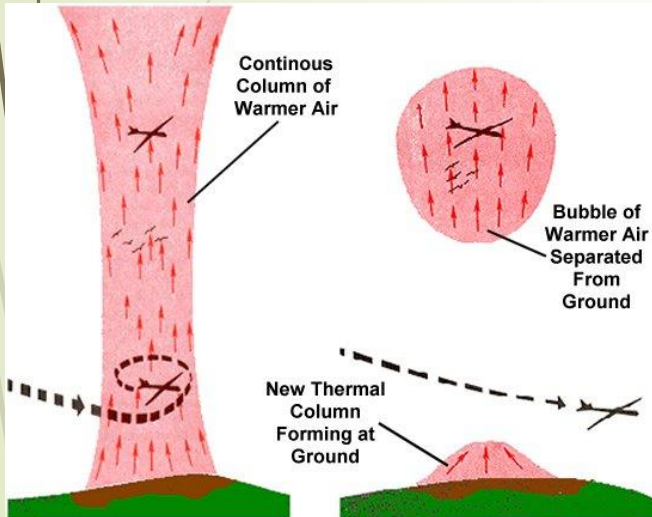
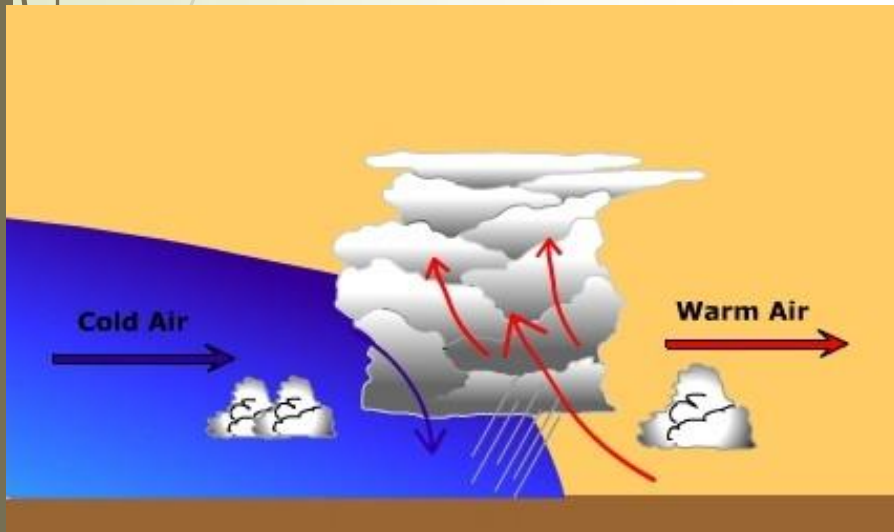


Figure 9•1 Air-mass source regions for North America. (Courtesy of Ward's Natural Science Establishment, Inc., Rochester, N.Y.)

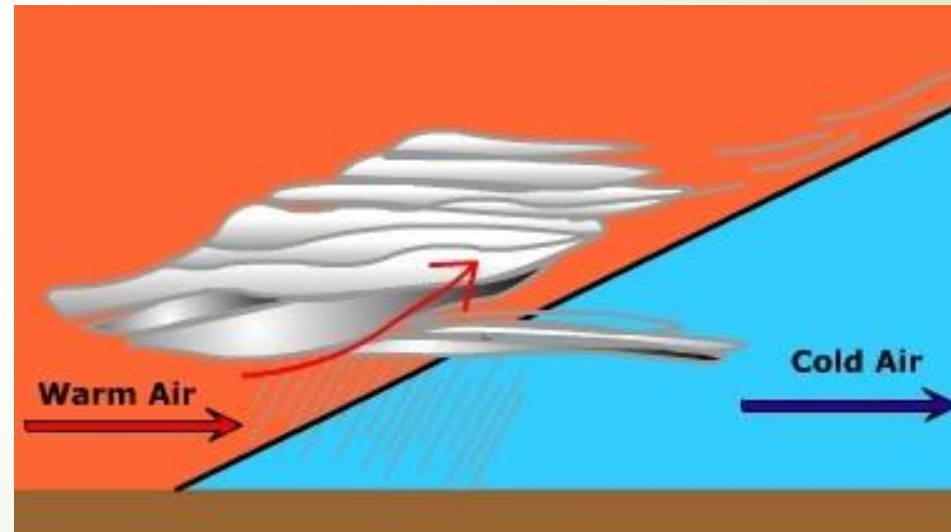
- El aire se mueve hacia zonas de baja presión.
- Masas de aire de diferentes propiedades colisionan.

Precipitación frontal



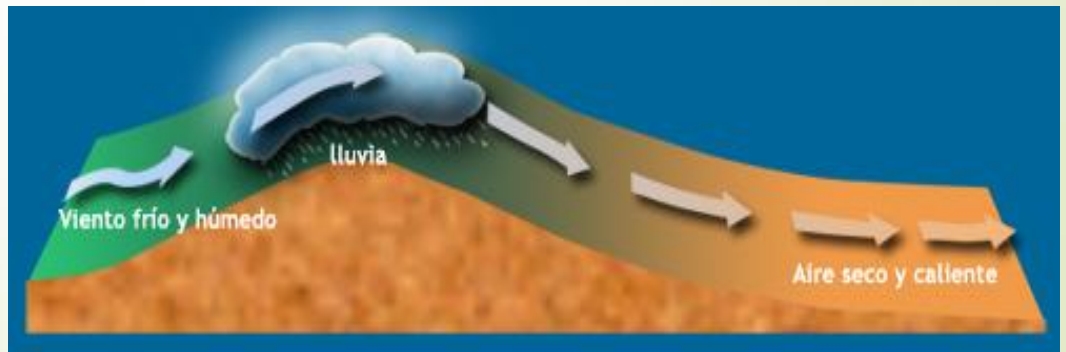
Frente frío

Produce cumulos



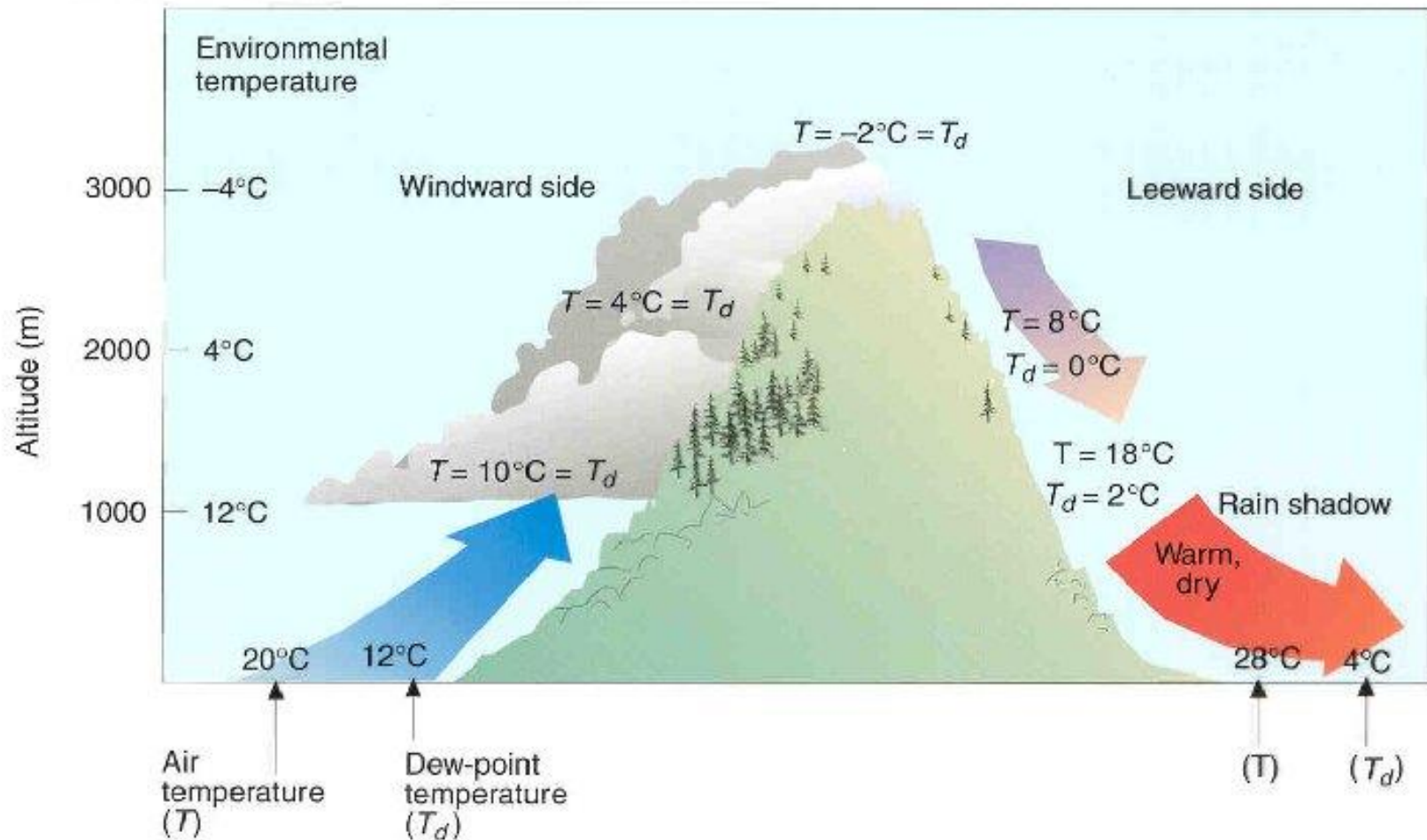
Frente caliente (produce estratos)

Efecto orográfico



Efecto orográfico

Orographic uplift, cloud development, and the formation of a rain shadow



Lluvia



Las lluvias más intensas del mundo

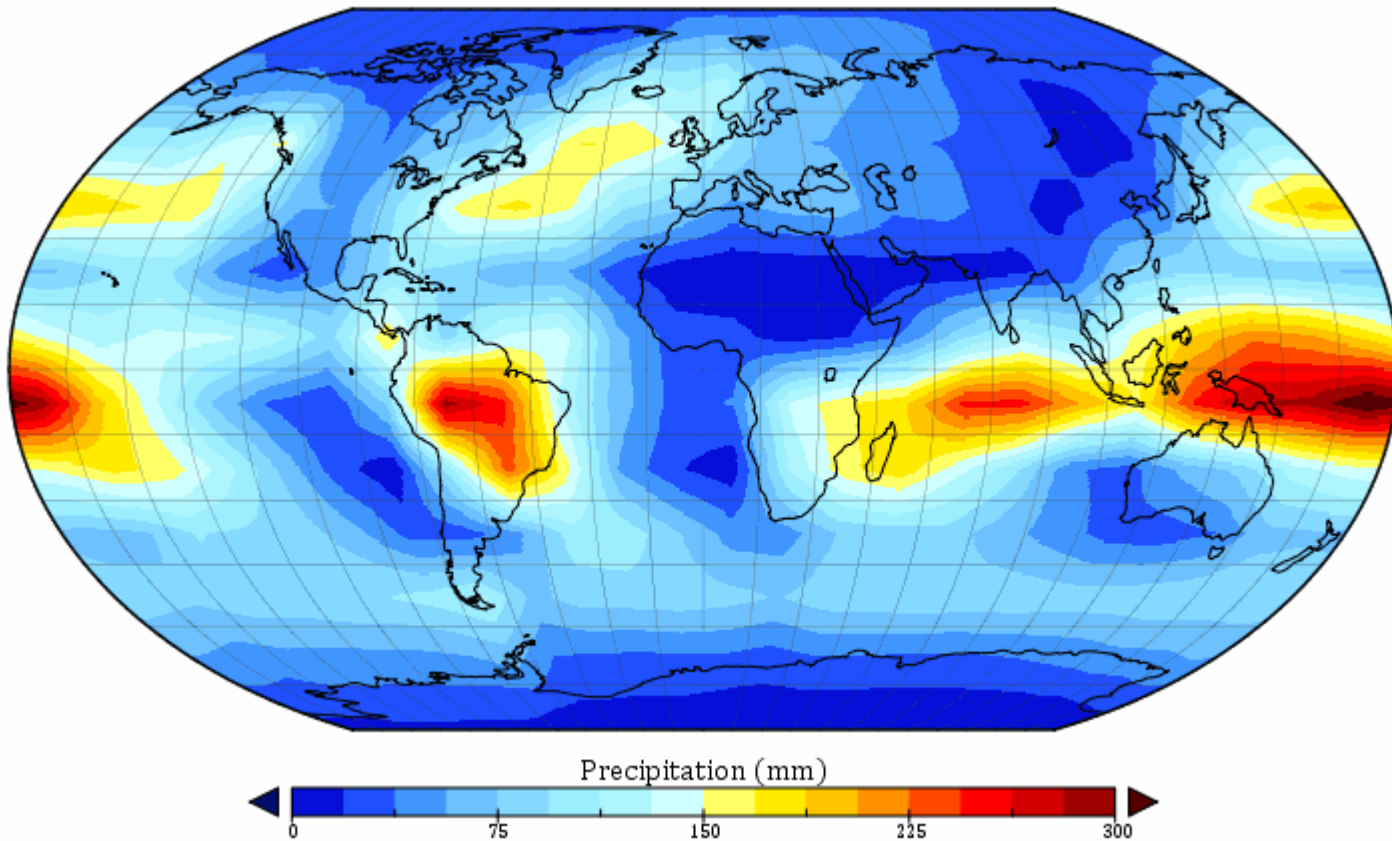
Duracion	Unidades	Lluvia	Localidad	Fecha
1	min	38	Barot, Guadeloupe	26-Nov-70
15		198	Plumb Point, Jamaica	12-May-16
42		305	Holt, USA	22-Jun-47
1	horas	401	Shangdi, Nei Monggol, China	03-Jul-75
6		840	Muduocaidang, China	1 Aug 1977
10		1,400	Muduocaidang, China	1 Aug 1977
24		1,825	Foc Foc, La Réunion	7-8 Jan 1966
2	Dias	2,467	Aurere, La Réunion	7-9 Apr 1958
7		5,003	Commerson, La Réunion	21-27 Jan 1980
12		6,401	Commerson, La Réunion	16-27 Jan 1980
15		6,433	Commerson, La Réunion	14-28 Jan 1980
31		9,300	Cherrapunji, India	1-31 Jul 1861
2	Meses	12,767	Cherrapunji, India	Jun-Jul 1861
3		16,369	Cherrapunji, India	May-Jul 1861
6		22,454	Cherrapunji, India	Apr-Sep 1861
12		26,461	Cherrapunji, India	Aug 1860 - Jul
2	años	40,768	Cherrapunji, India	1860 - 1861
Lluvia en mm			WMO, 1983	

La precipitación varía en cada sitio por:

- Posición de la línea de convergencia intertropical(ITCZ)
- Sistemas regionales
- Frentes continentales
- El monzón
- Condiciones locales relacionadas con la cercanía del mar, y posición de montañas.

Tasa de precipitación

Precipitation rate (mm / month)
Month 01



Patrón de vientos y lluvia

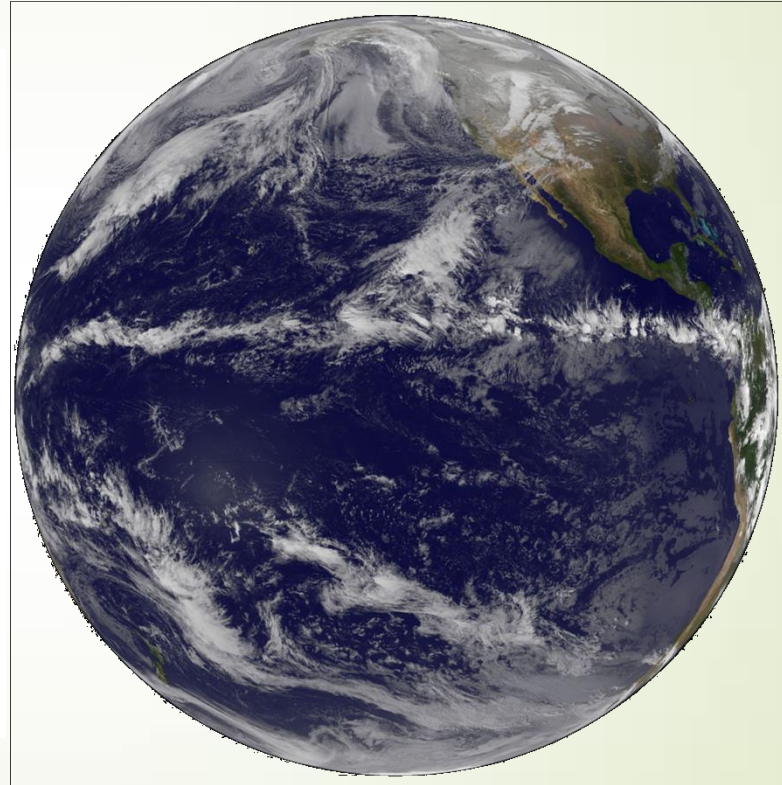
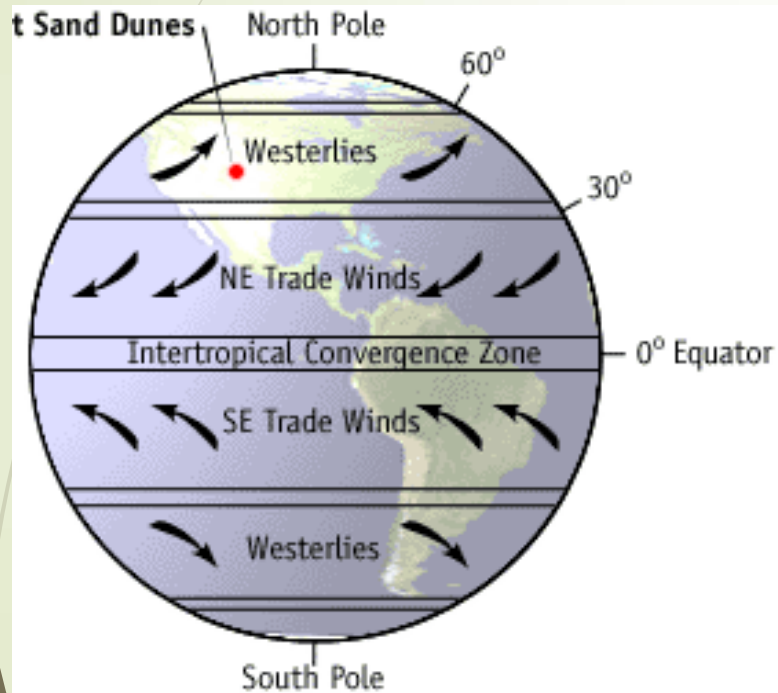
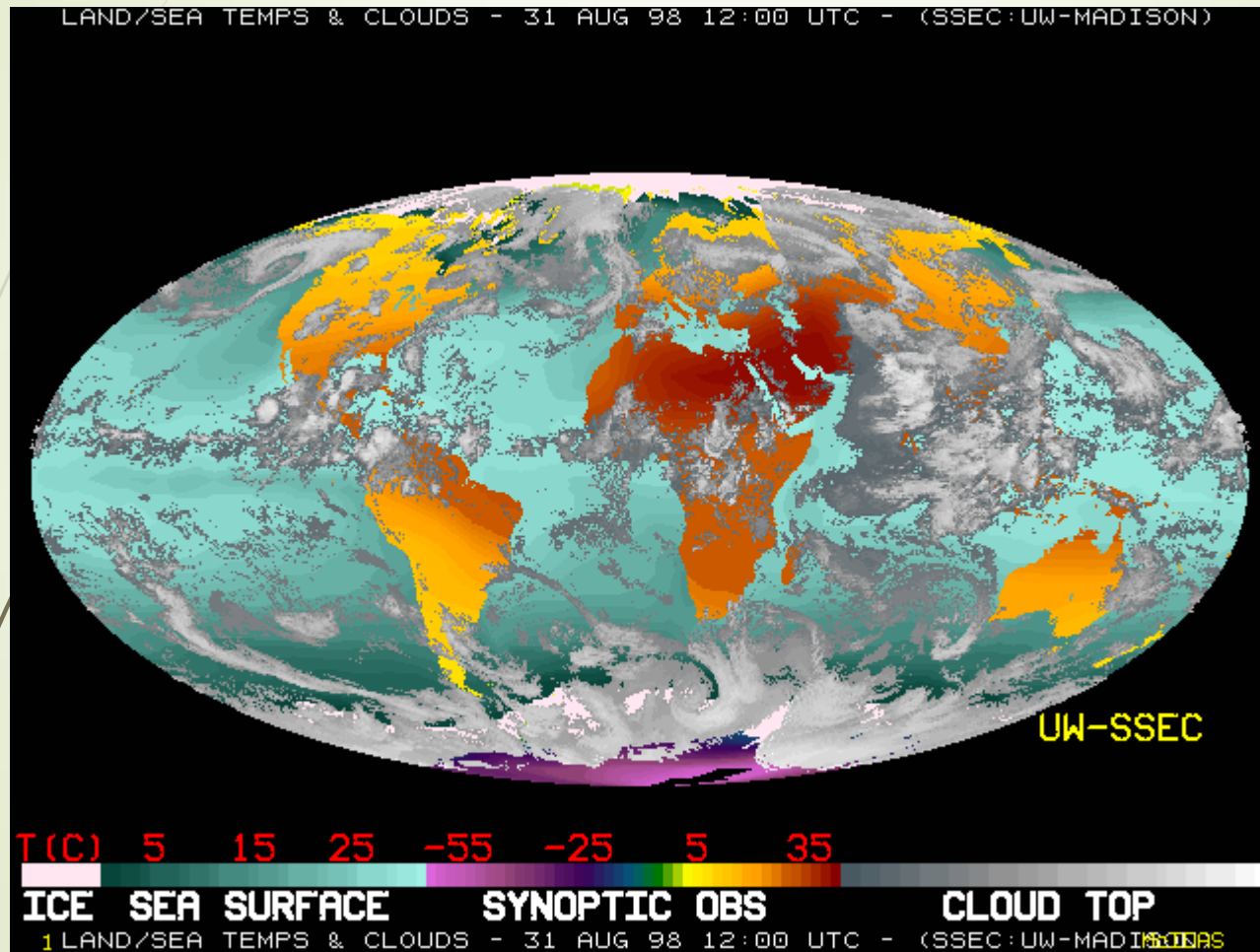
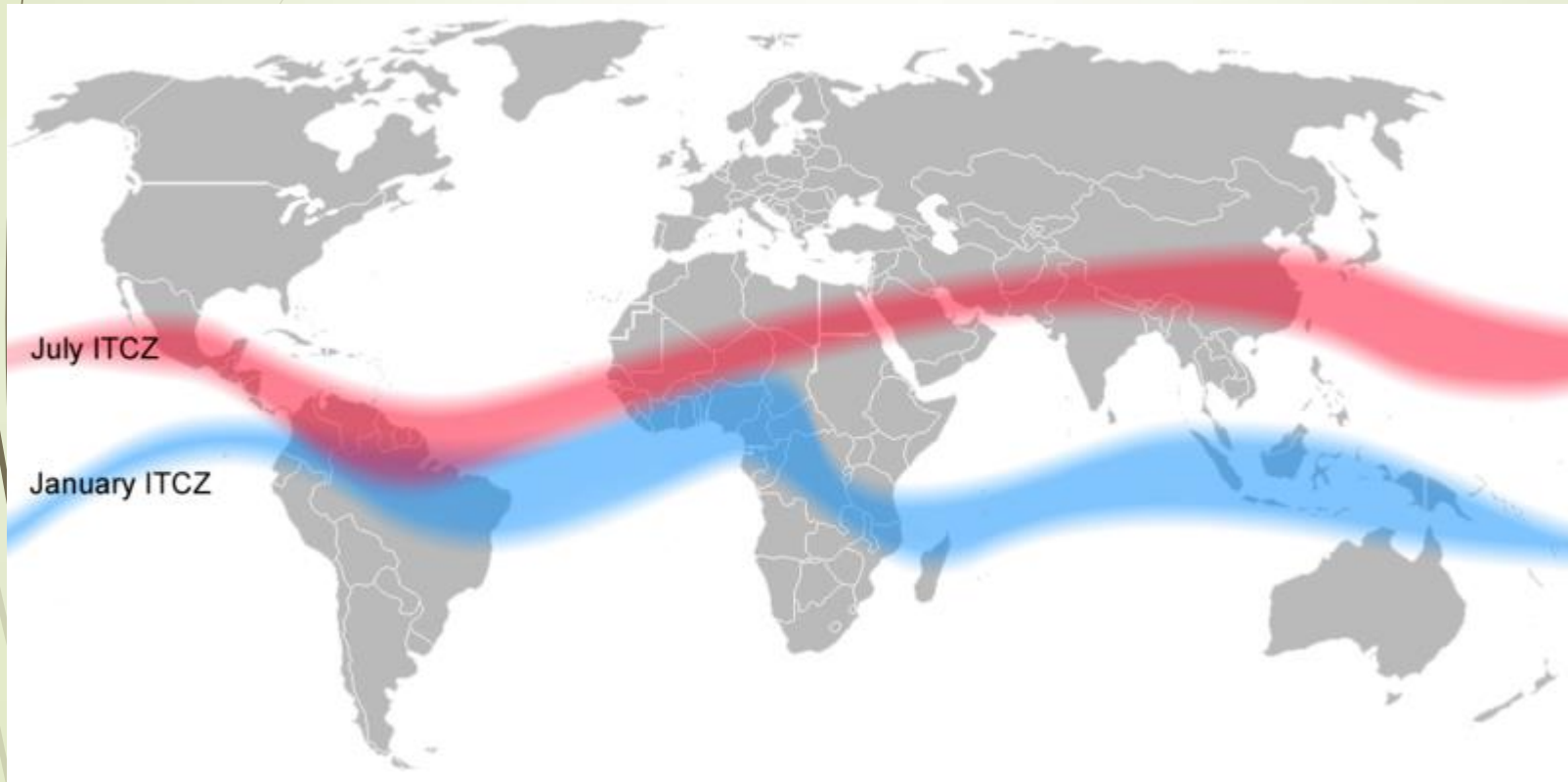


Imagen del Planeta en agosto



ITCZ



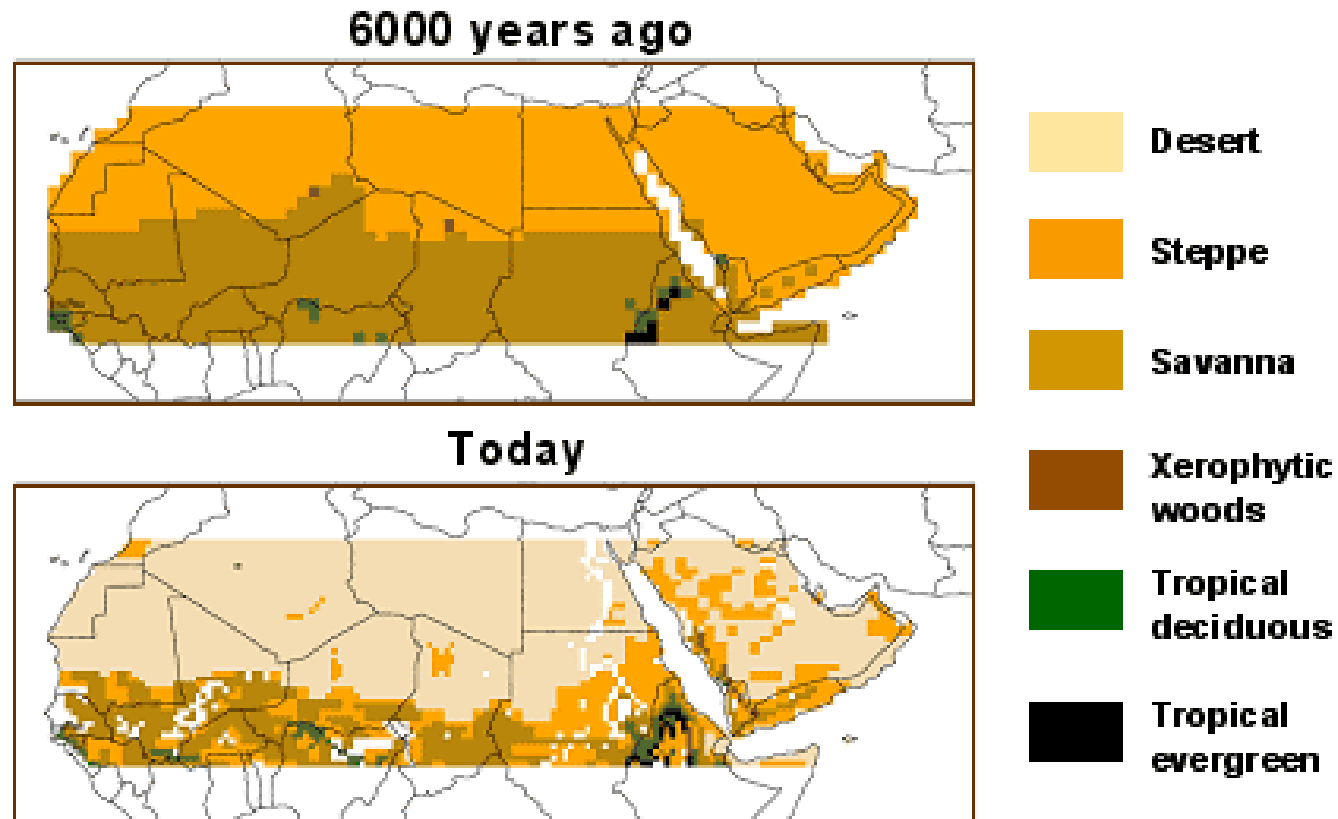
Ondas Tropicales del Este



Importancia de la posición de la itcz: historia del sahara



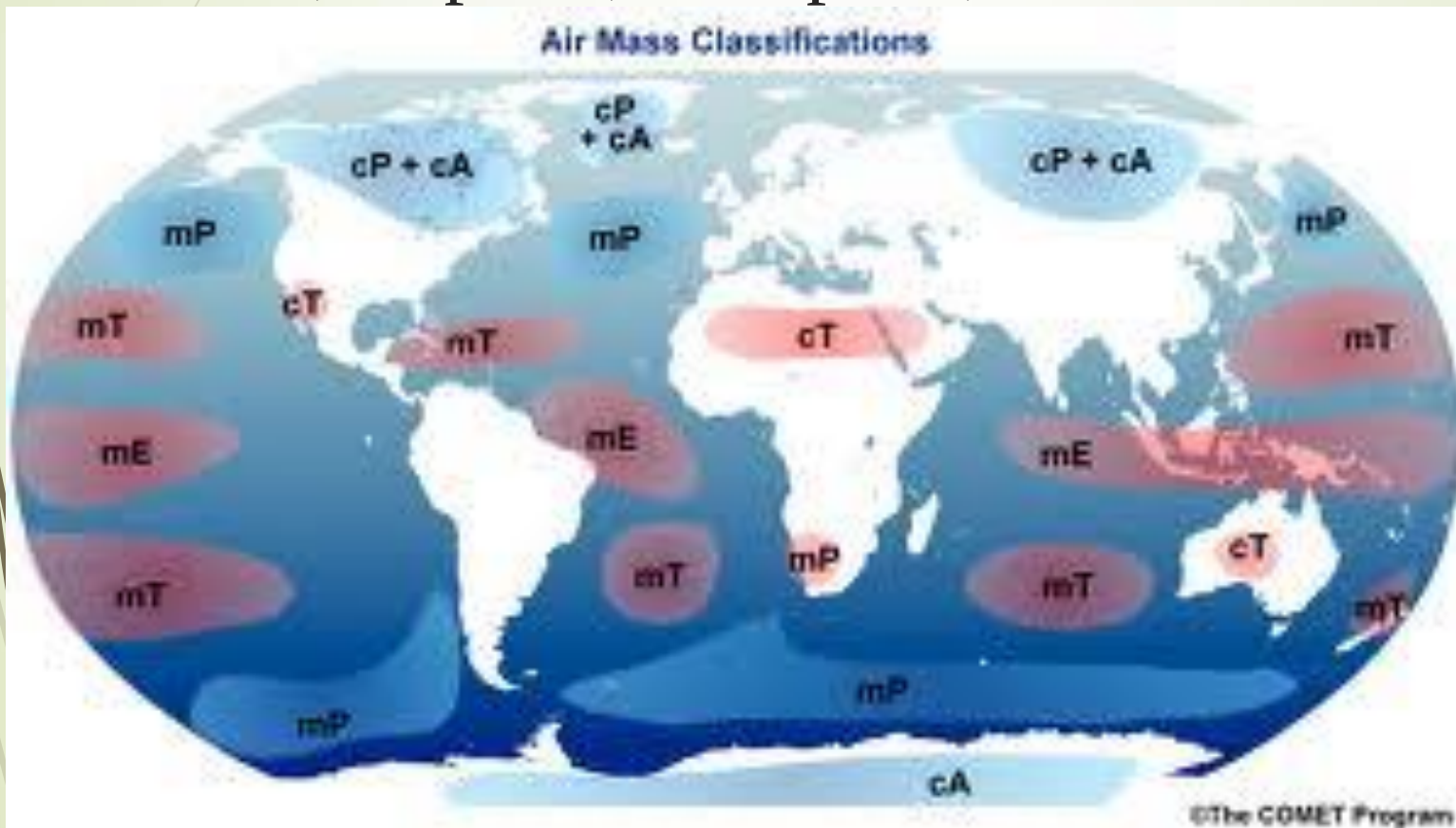
Importancia de la posición de la itcz: historia del sahara



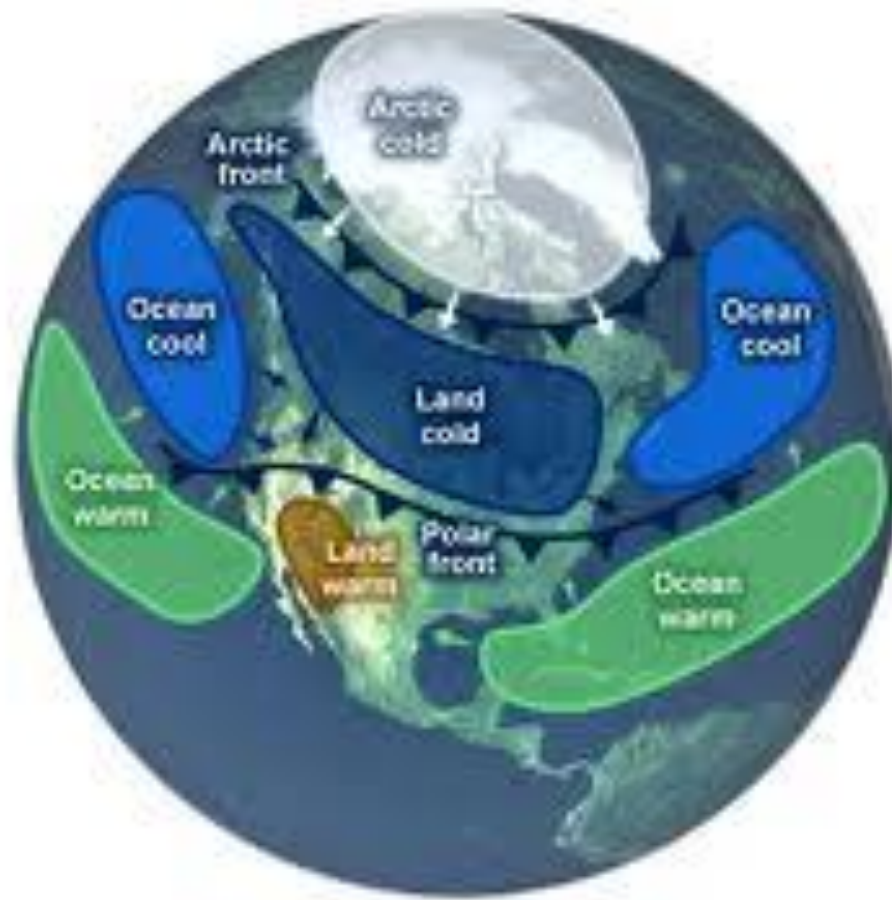
Masas de aire:

c= continental, m= marítimo

A=ártico, P=polar, t=tropical, e=ecuatorial

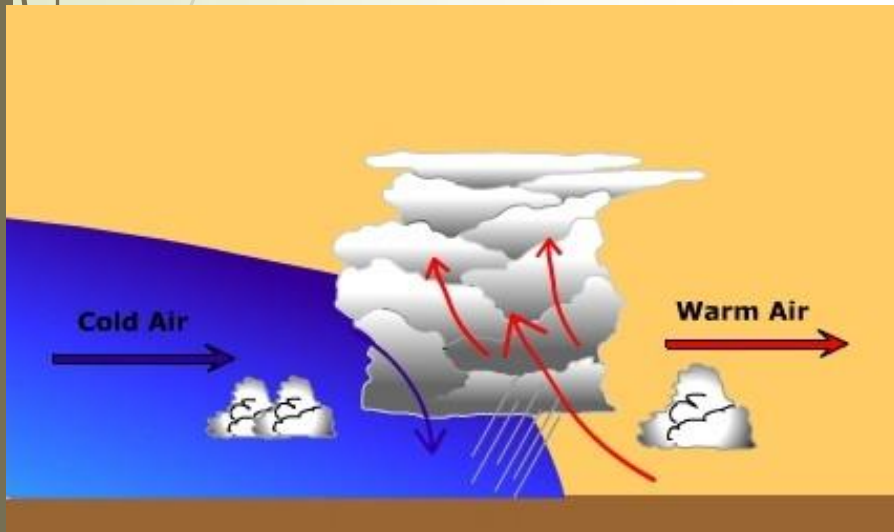


Masas de aire



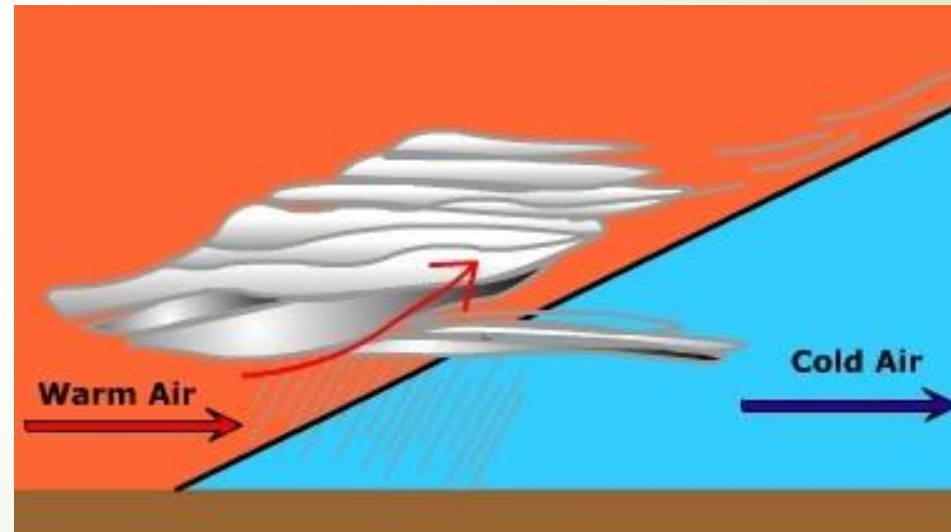
©The COMET Program

Precipitación frontal



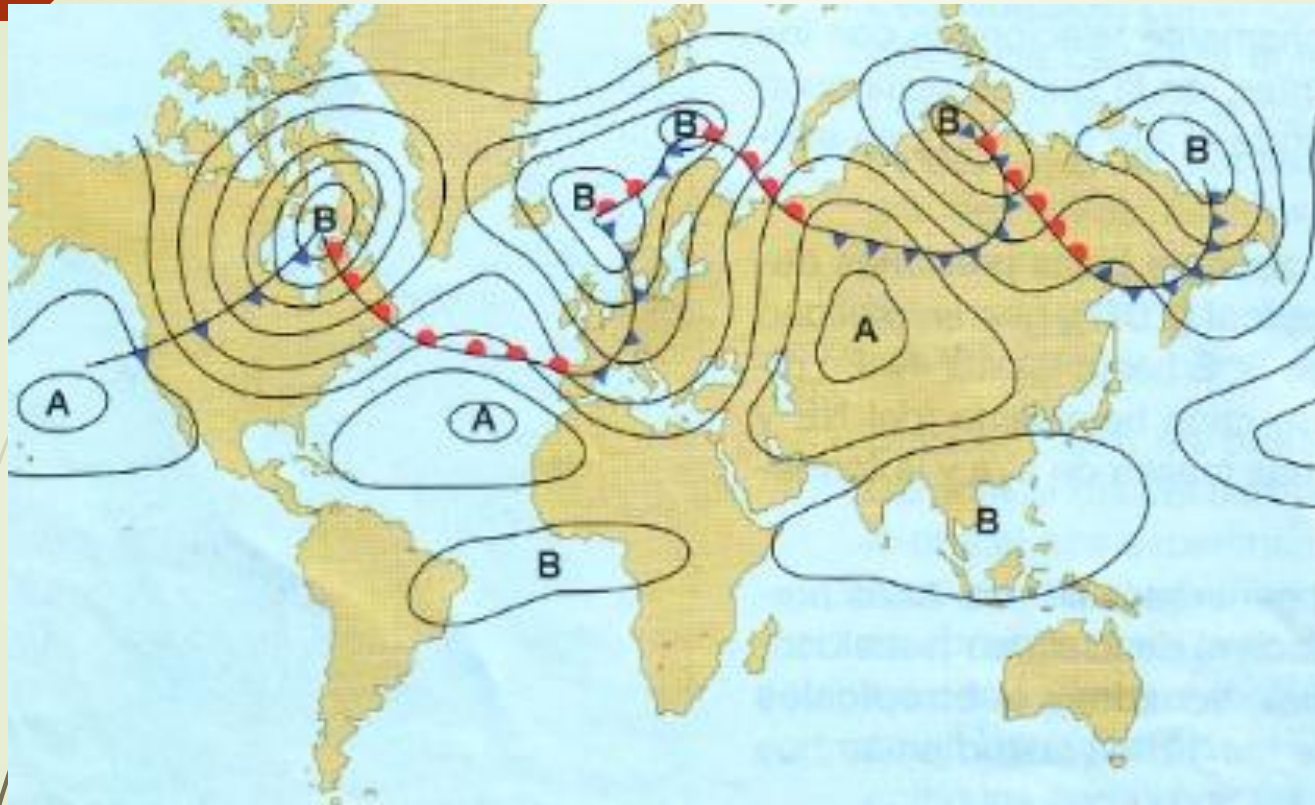
Frente frío

Produce cumulos

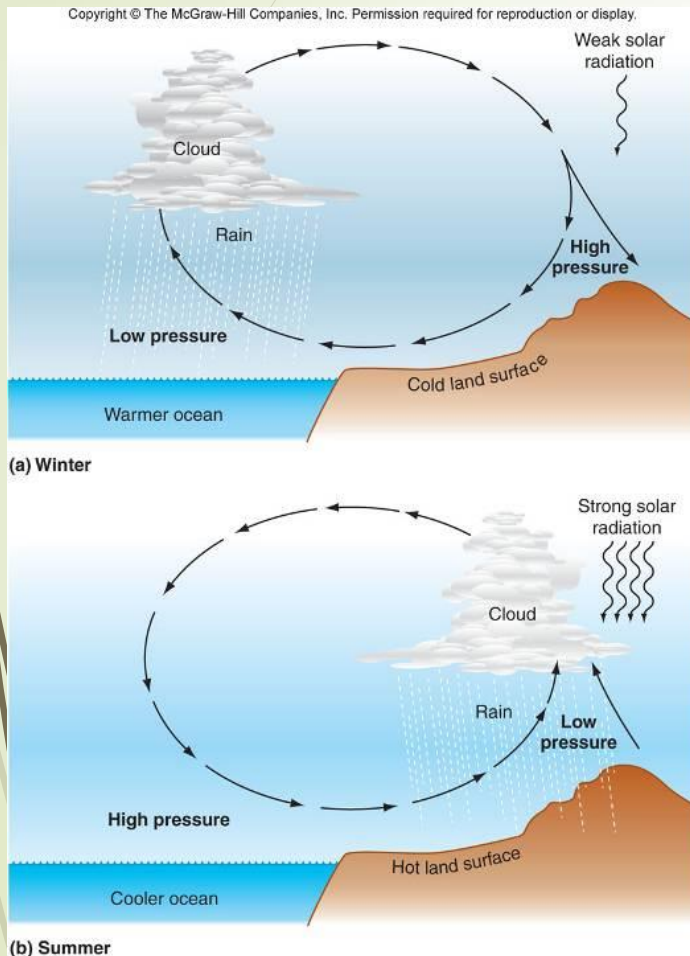


Frente caliente (produce estratos)

LLUVIAS FRONTALES



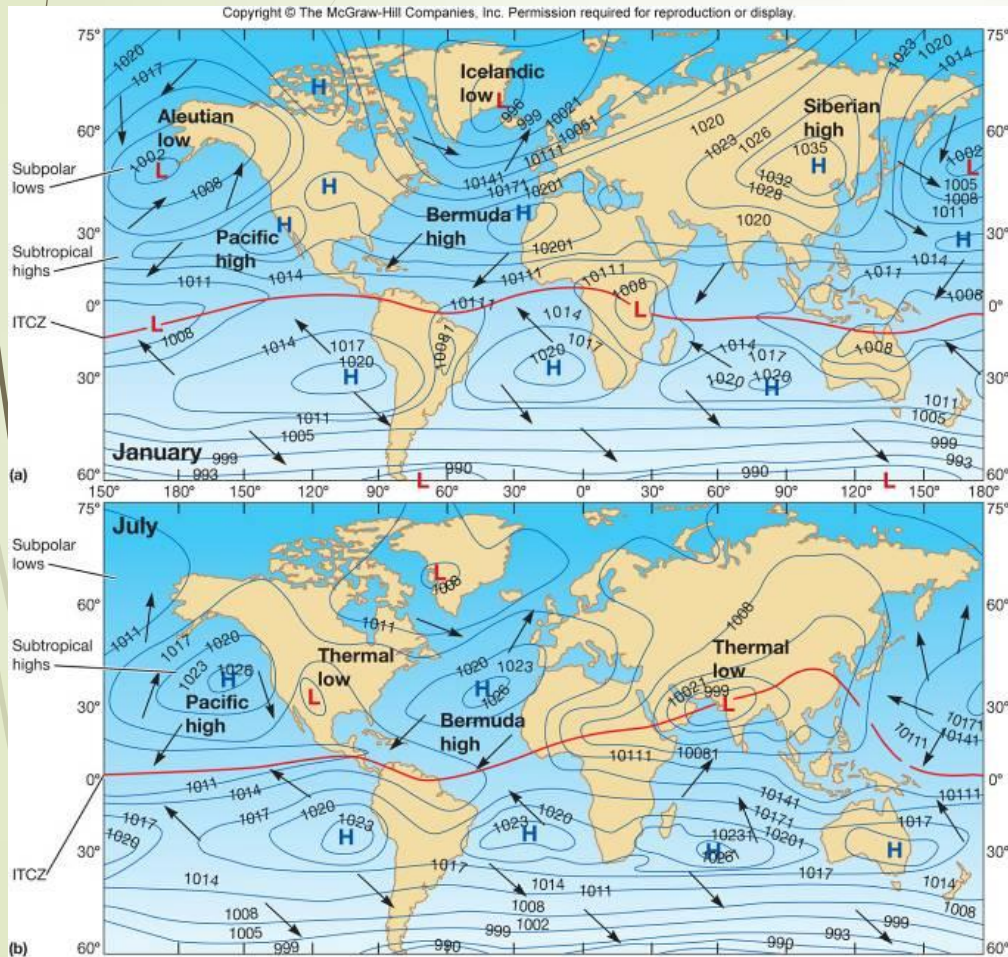
El monzón



Invierno.- bajas presiones en el mar y precipitación sobre el. Altas presiones sobre el continente.

Verano. Bajas presiones sobre el continente , entrada de humedad del mar y precipitación que inicia en las montañas.

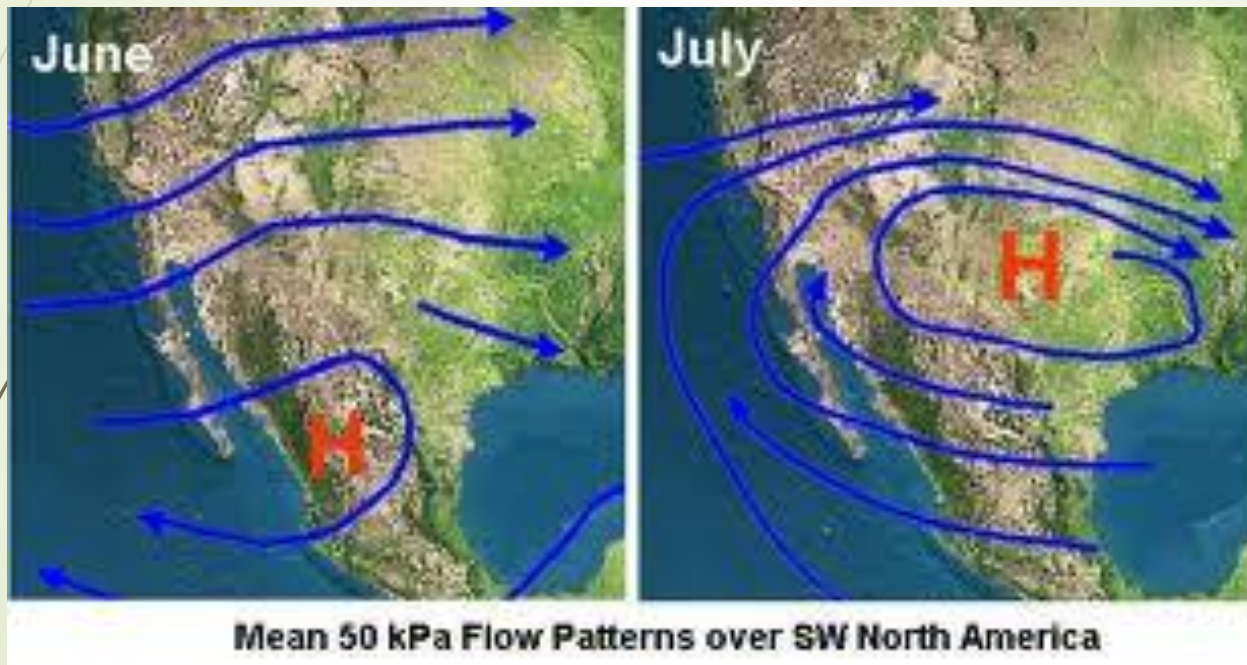
El Monzón



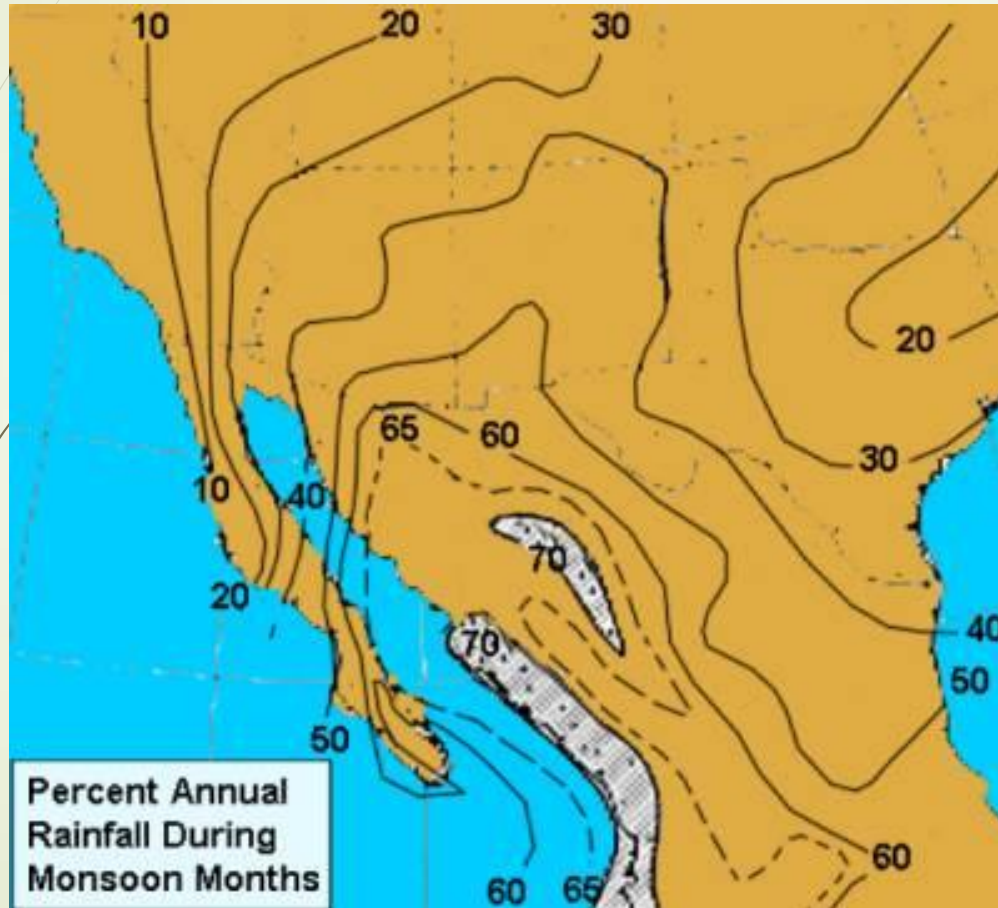
Invierno

Verano

El monzon de norteamérica



Importancia del Monzon





Lluvias monzónicas (de verano)
Torrenciales
De corta duración
Acompañadas de fuerte actividad eléctrica
Fuentes vientos



Frentes Fríos

Lluvias acompañadas con nieve y disminución de temperatura.

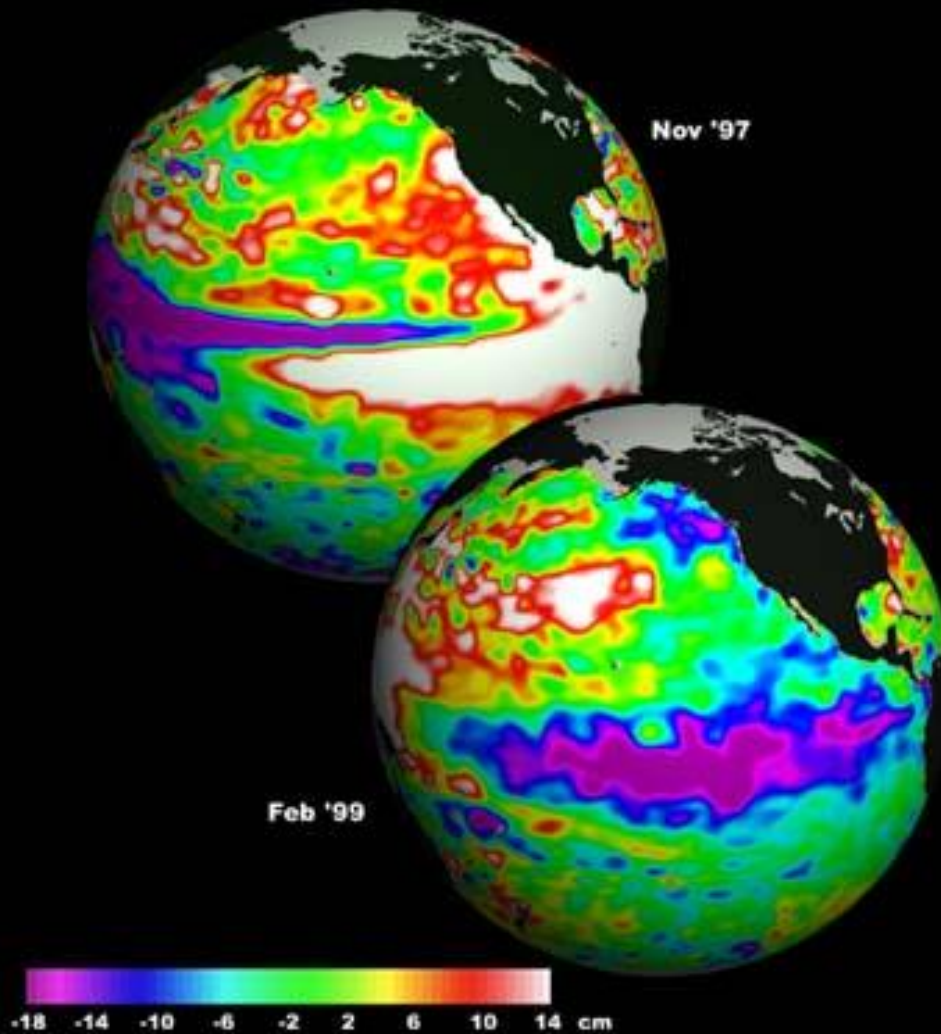
Si se acompaña de bajas presiones puede ser importante



El Niño Oscilación del Sur

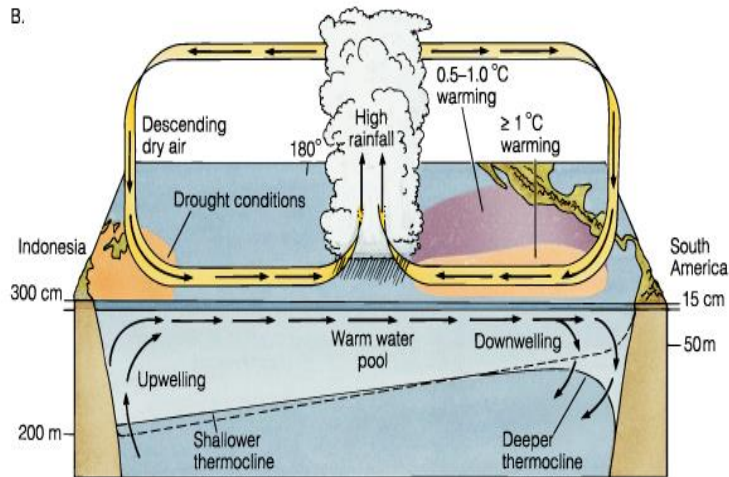
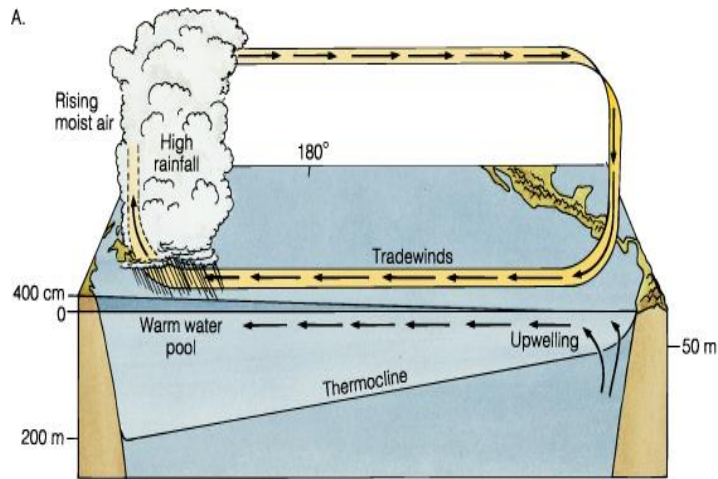


El Niño / La Niña

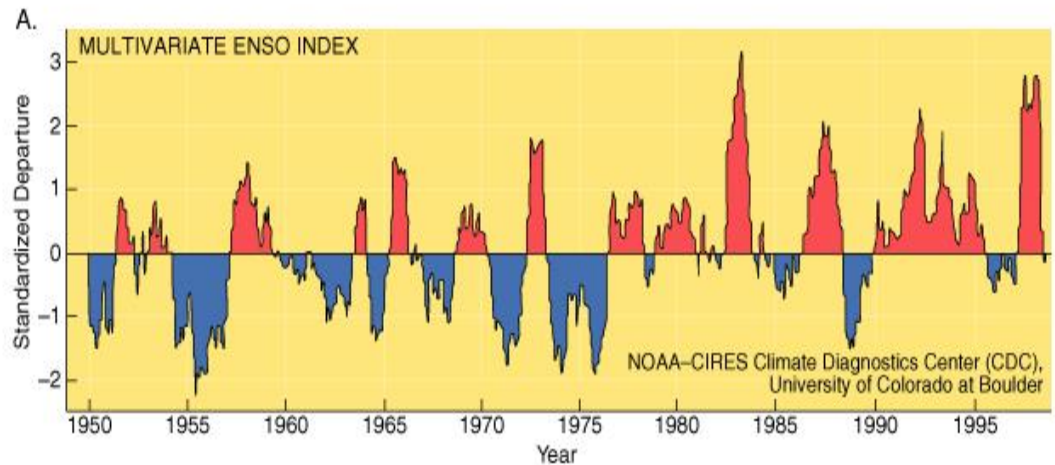


El Niño- La Niña
Temperatura
superficie del
oceano

ENSO – El Niño Oscilación Sureña

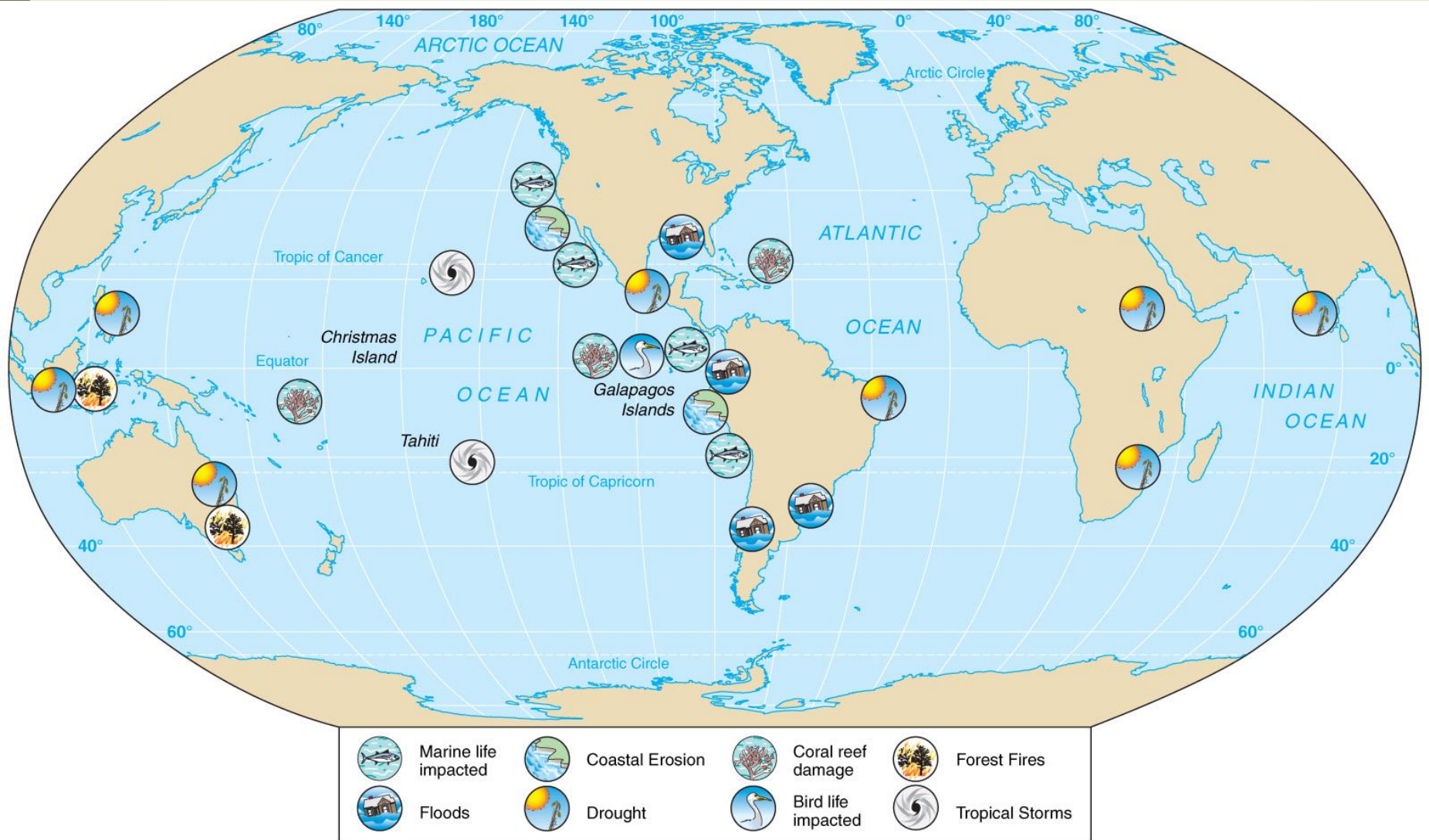


Copyright 1999 John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.



Copyright 1999 John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

El Niño, 1983



Copyright © 2008 Pearson Prentice Hall, Inc.

Ciudad de México, 2010



Huracanes y Tornados



Huracán

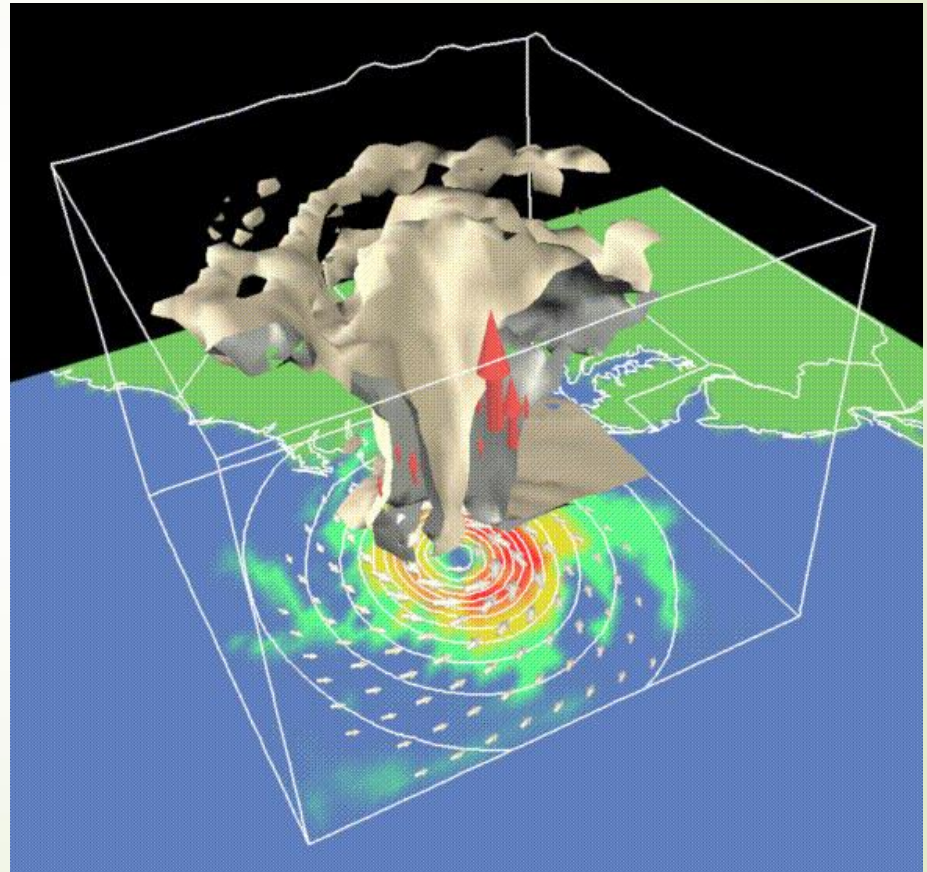
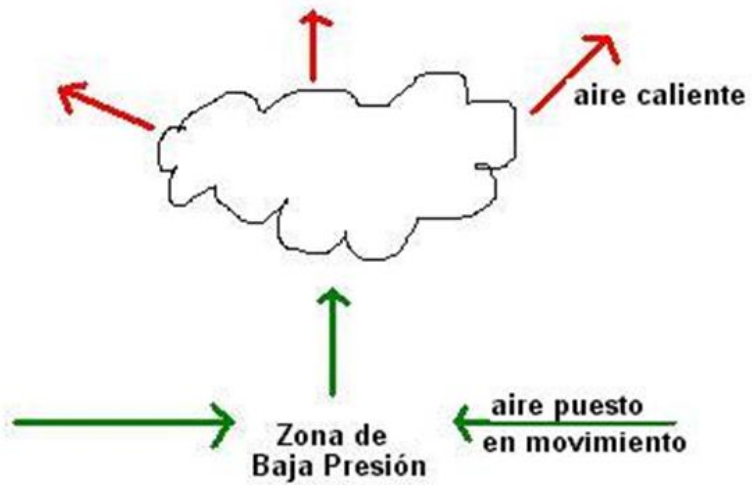
Término genérico para un sistema de vientos en forma de espiral que se desplaza sobre la superficie terrestre.

Tiene circulación cerrada alrededor de un punto central.

En el hemisferio norte los vientos giran contrario a las manecillas del reloj.



Huracanes



¿Cómo se forma un huracán?



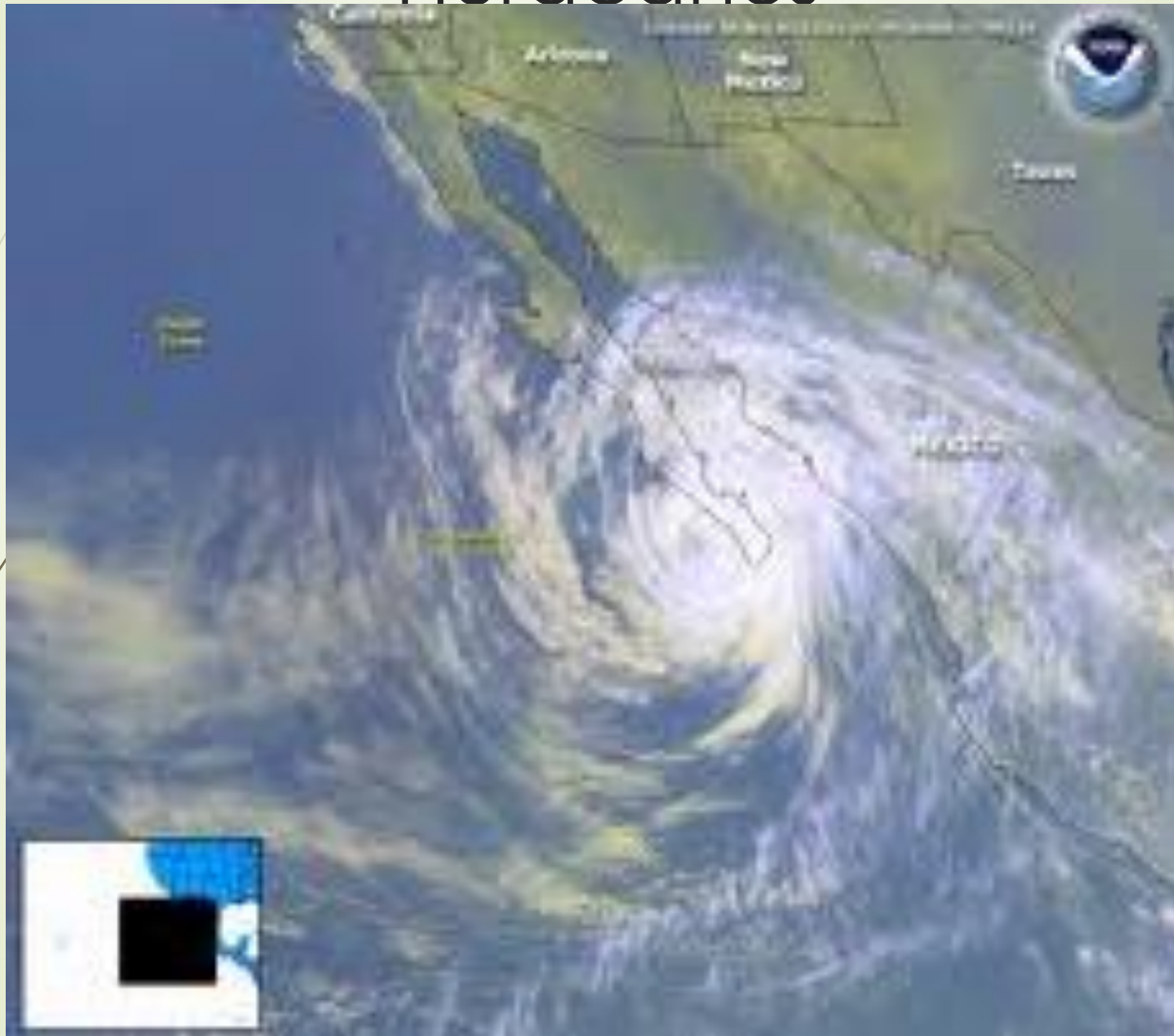
Huracan Jimena



Zonas Ciclogeneticas



Hurricanes



H. JULIETTE-2001

A photograph of a tornado touching down on a grassy field under a dark, stormy sky. The tornado is a dark, vertical column of air extending from a large, dark cloud mass down to the ground. The sky is filled with heavy, dark clouds, and the ground is a flat, green field.

¿Qué es un tornado?

Un tornado es un vendaval muy violento caracterizado por una nube giratoria en forma de embudo



Tornado

Se genera durante tormentas eléctricas (o, en ocasiones, como resultado de un huracán) y se produce cuando el aire frío se extiende sobre una capa de aire caliente, obligando al aire caliente a elevarse rápidamente.



El Rayo



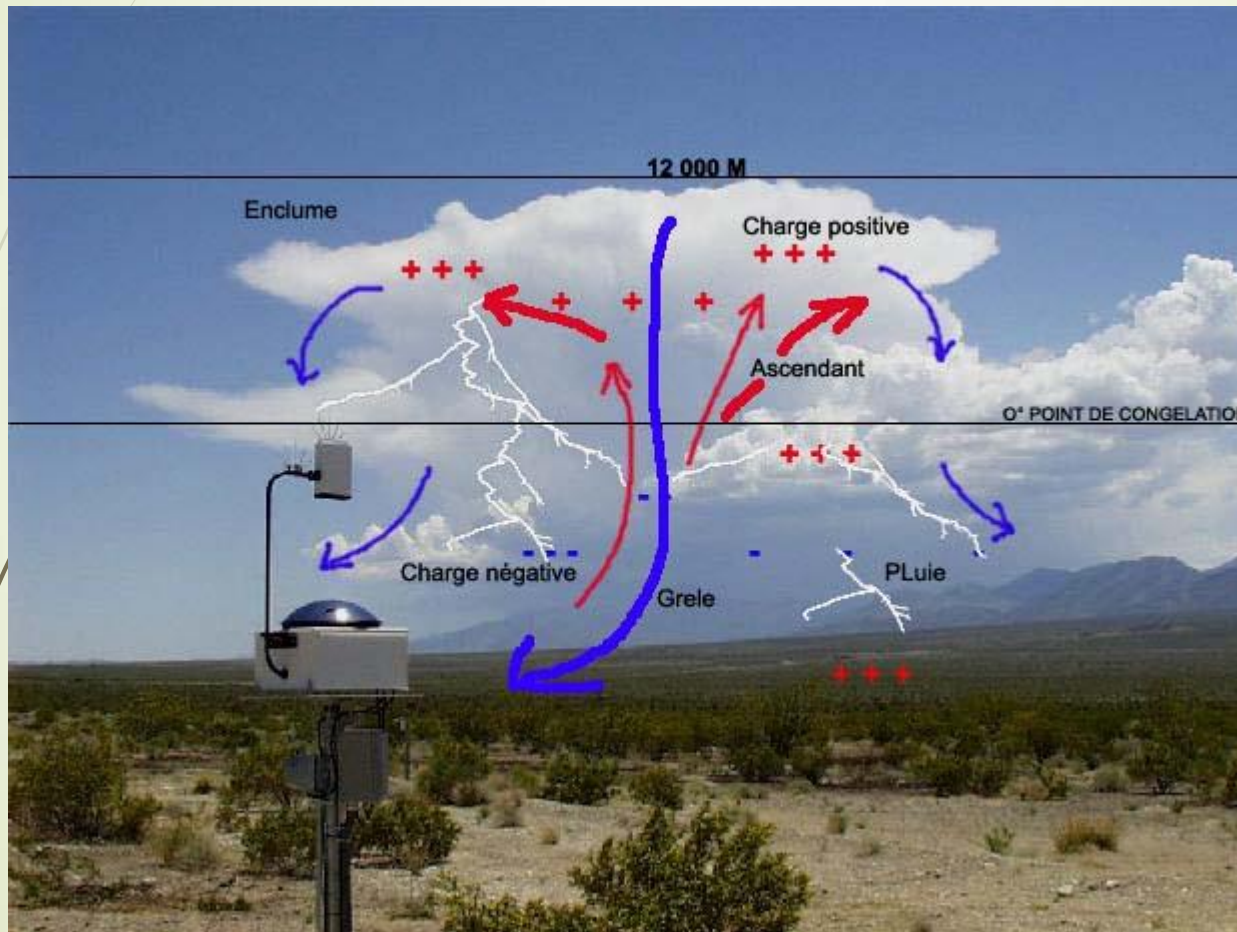


Los Rayos

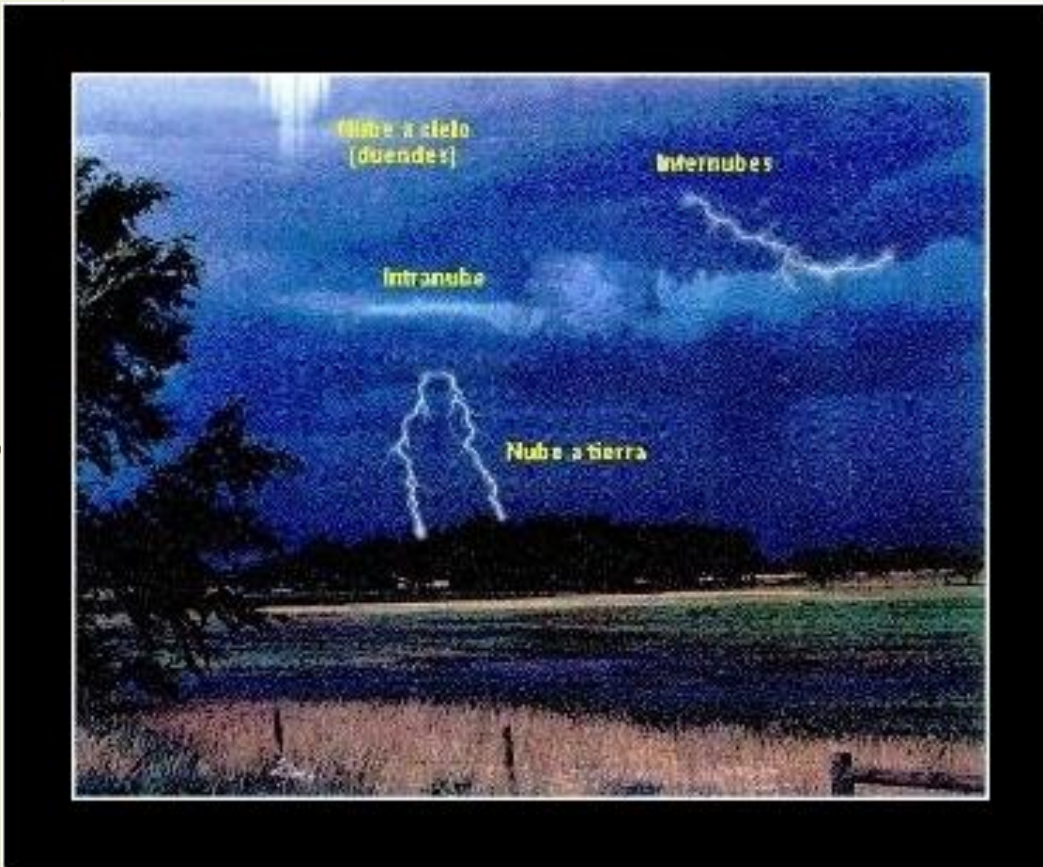


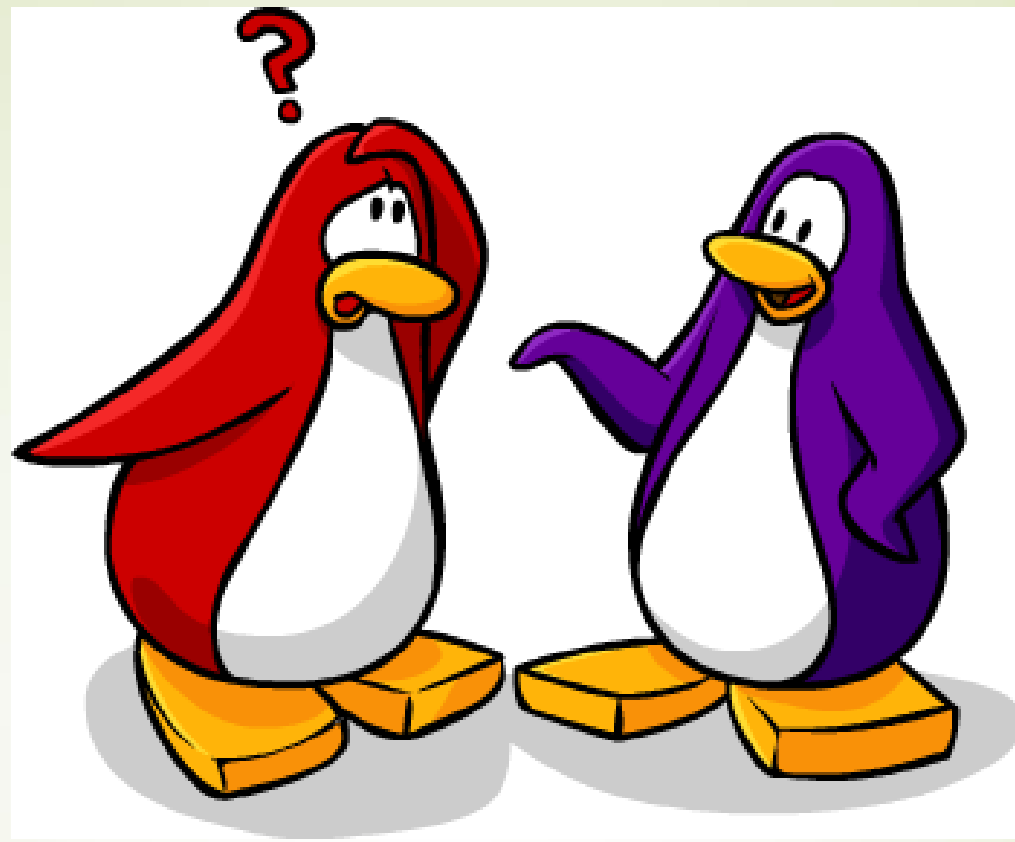
- El **rayo** es una fuerte descarga electrostática natural producida durante una tormenta eléctrica.
- El rayo es acompañado por una emisión de luz (el relámpago), causada por el paso de corriente eléctrica que ioniza las moléculas de aire.
- La corriente eléctrica que pasa a través de la atmósfera calienta y expande rápidamente el aire produciendo una onda de choque que genera el ruido característico del rayo: el trueno.

Se forman con los cumulonimbus



Tipos de rayos





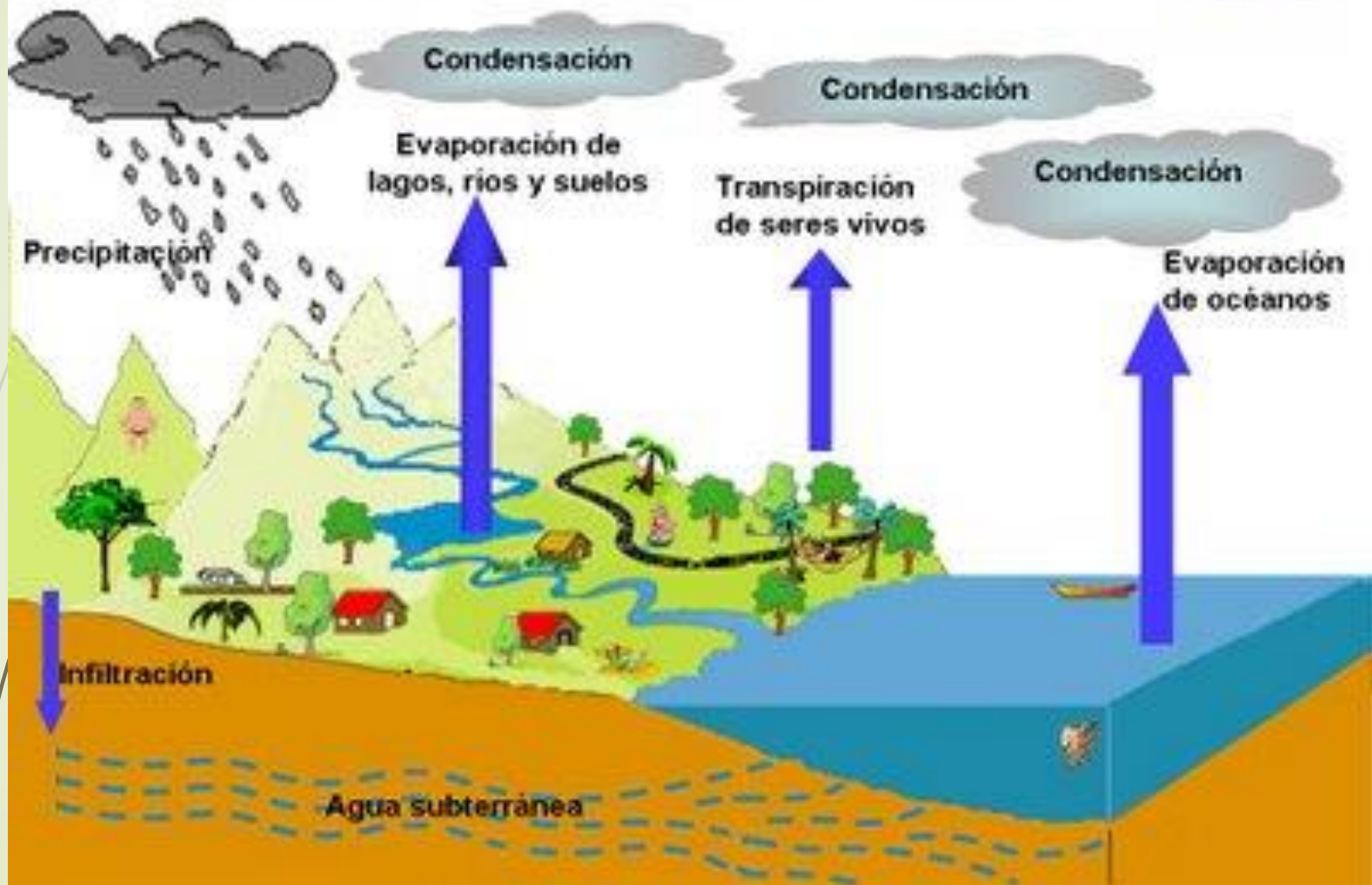
Preguntas?



Geología ambiental

semestre 2019-2

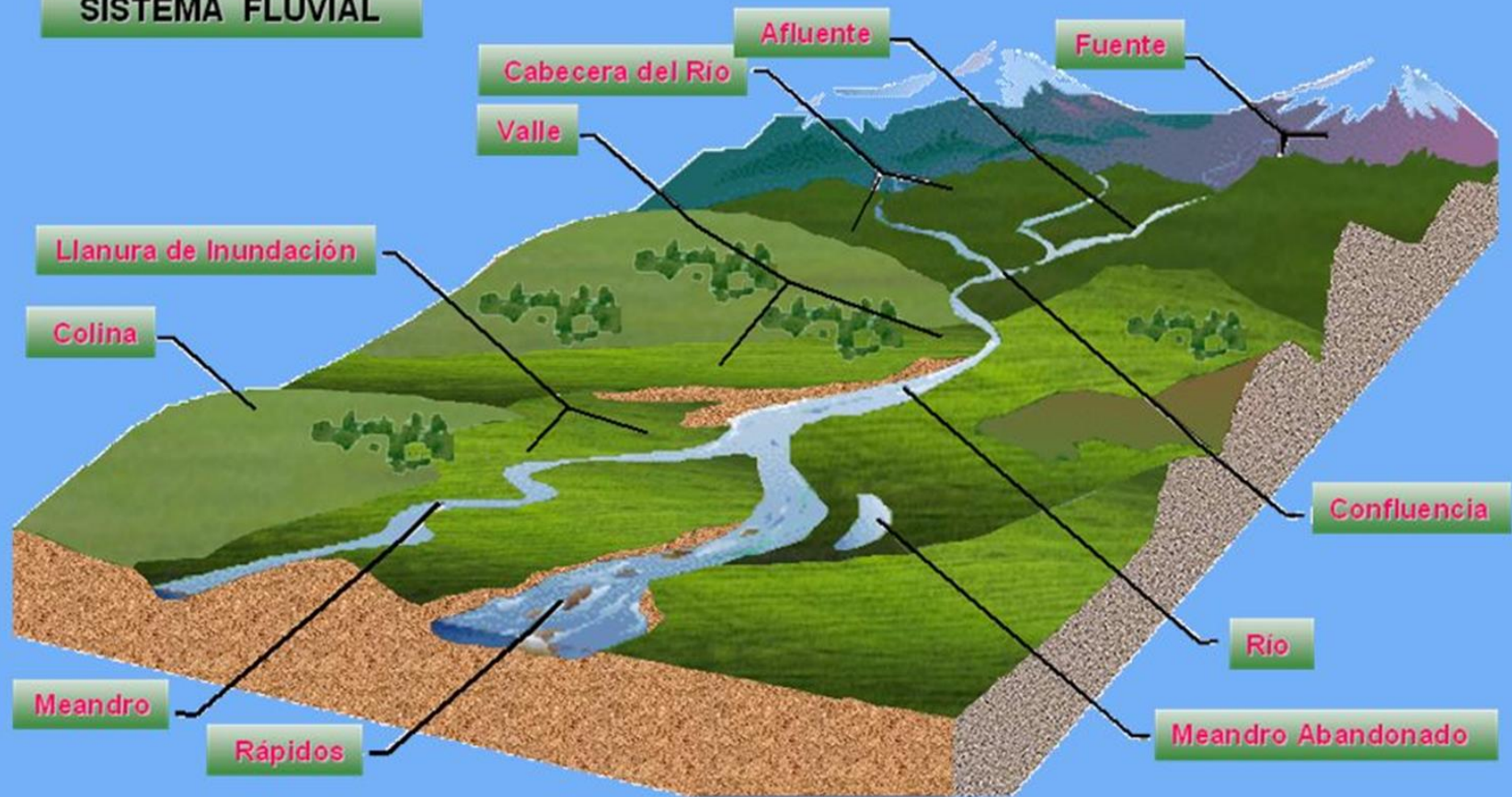
CICLO HIDROLÓGICO



La **transpiración** es la evaporación de agua en un ser vivo. Tanto plantas como animales transpiran.

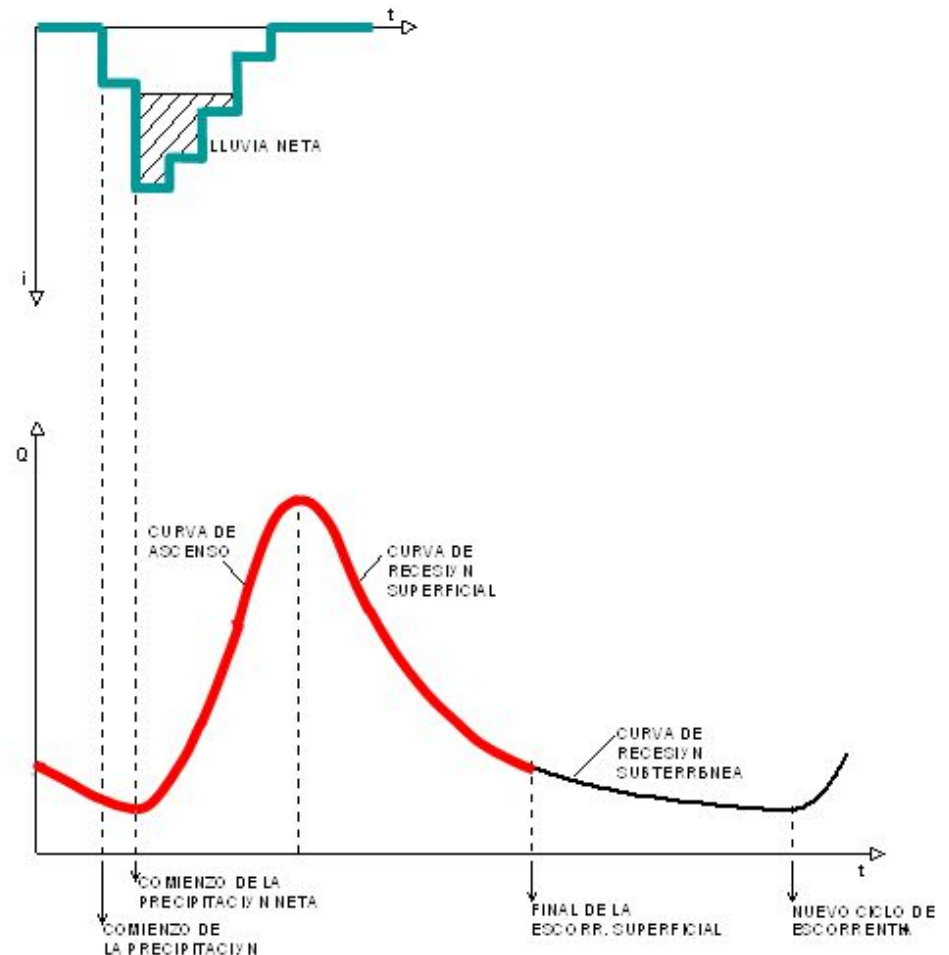
CUENCA HIDROGRÁFICA

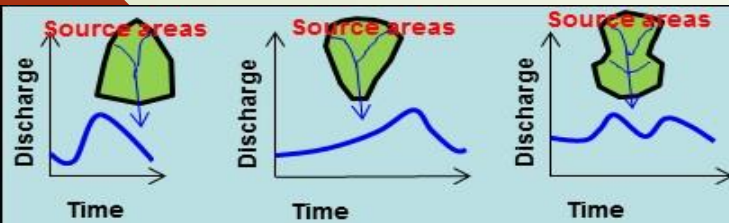
SISTEMA FLUVIAL



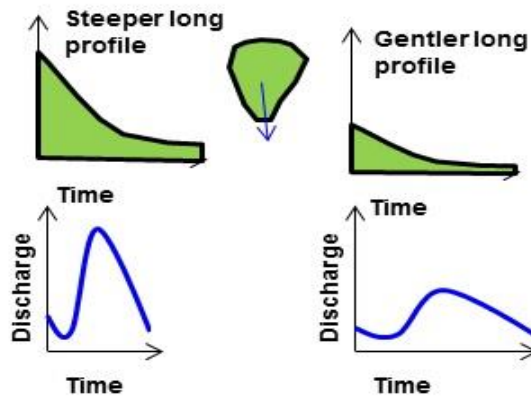
hidrograma

- Recesión subterránea
 - ✓ Descarga de los acuíferos
- Comienza la tormenta
 - ✓ Comienza la lluvia neta y E
- Curva de ascenso del hidrograma
 - ✓ Aumenta la superficie de cuenca que contribuye a E
- Fin de la tormenta
 - ✓ Fin de la lluvia neta
- Máximo caudal
- Curva de recesión
 - ✓ El caudal comienza a disminuir
- Fin de E

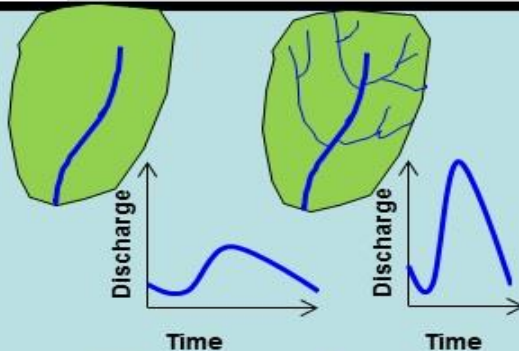




Shape of the basin

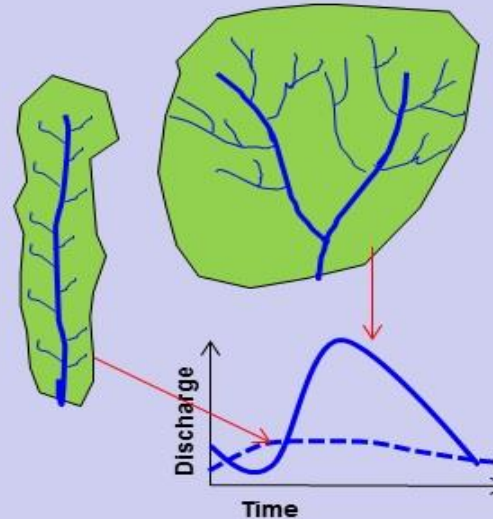


Steepness of the profile



Drainage density

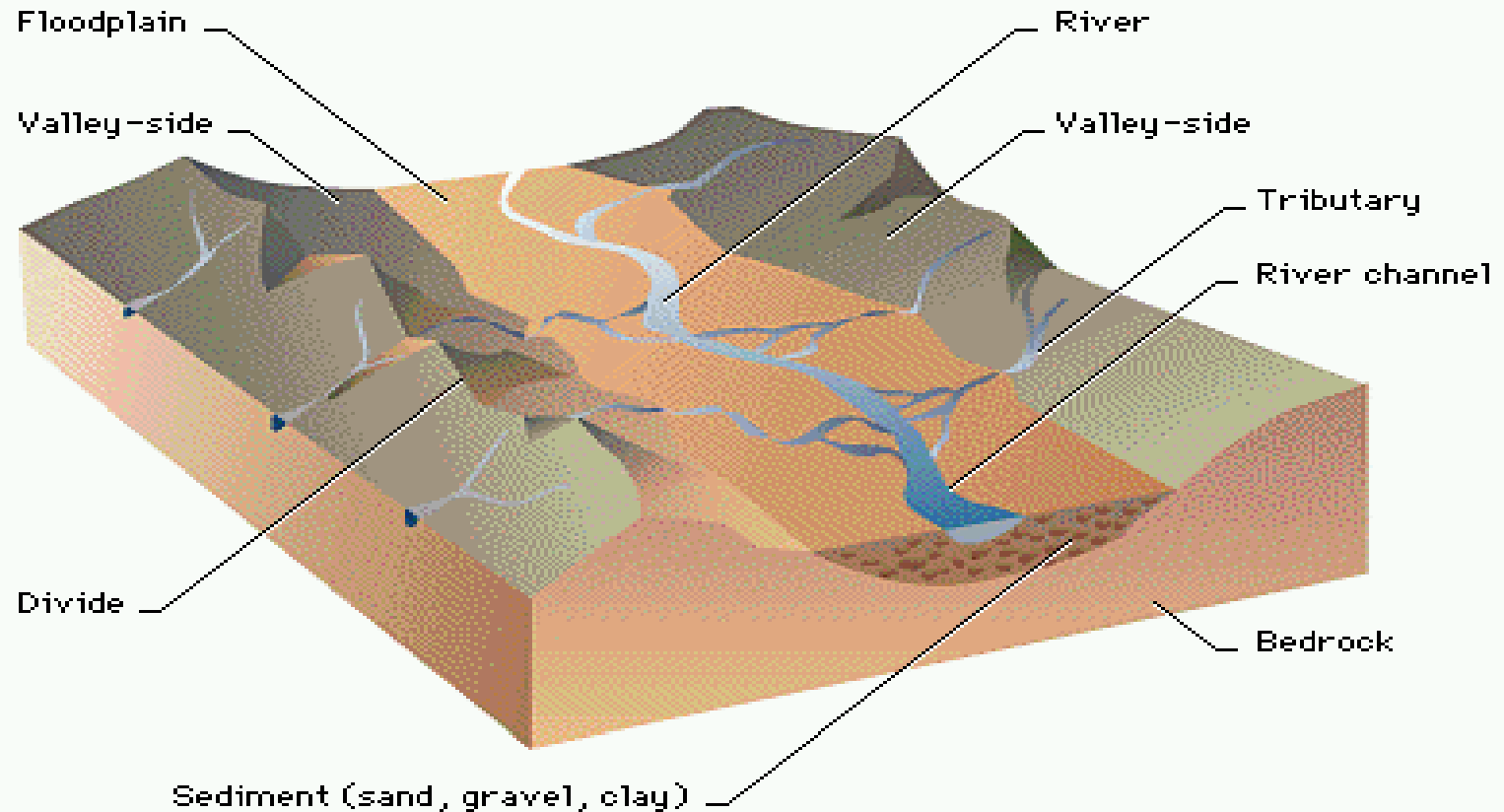
Basin shape and stream order



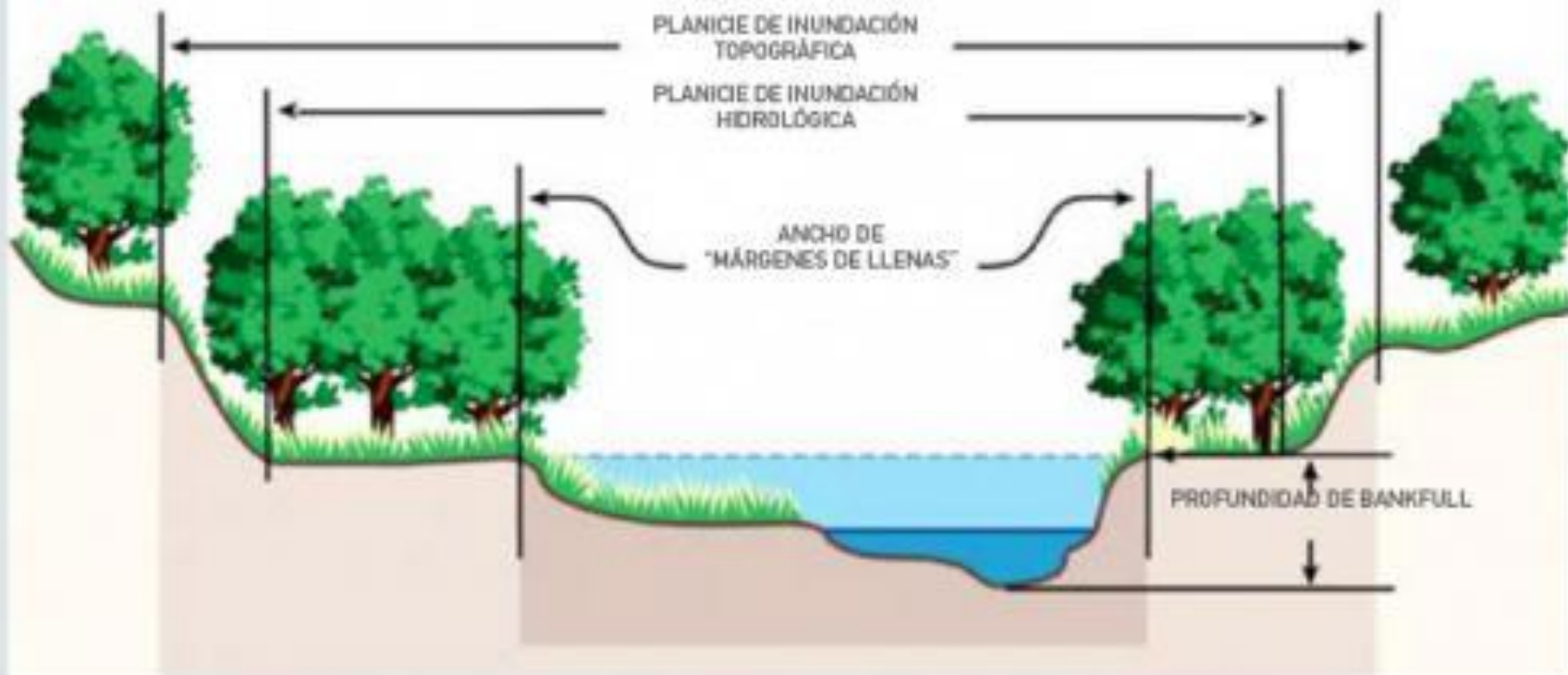
Forma de
hidrogramas y
forma de cuenca

La planicie de inundación

366



Encarta Encyclopedia, © Microsoft Corporation. All Rights Reserved.



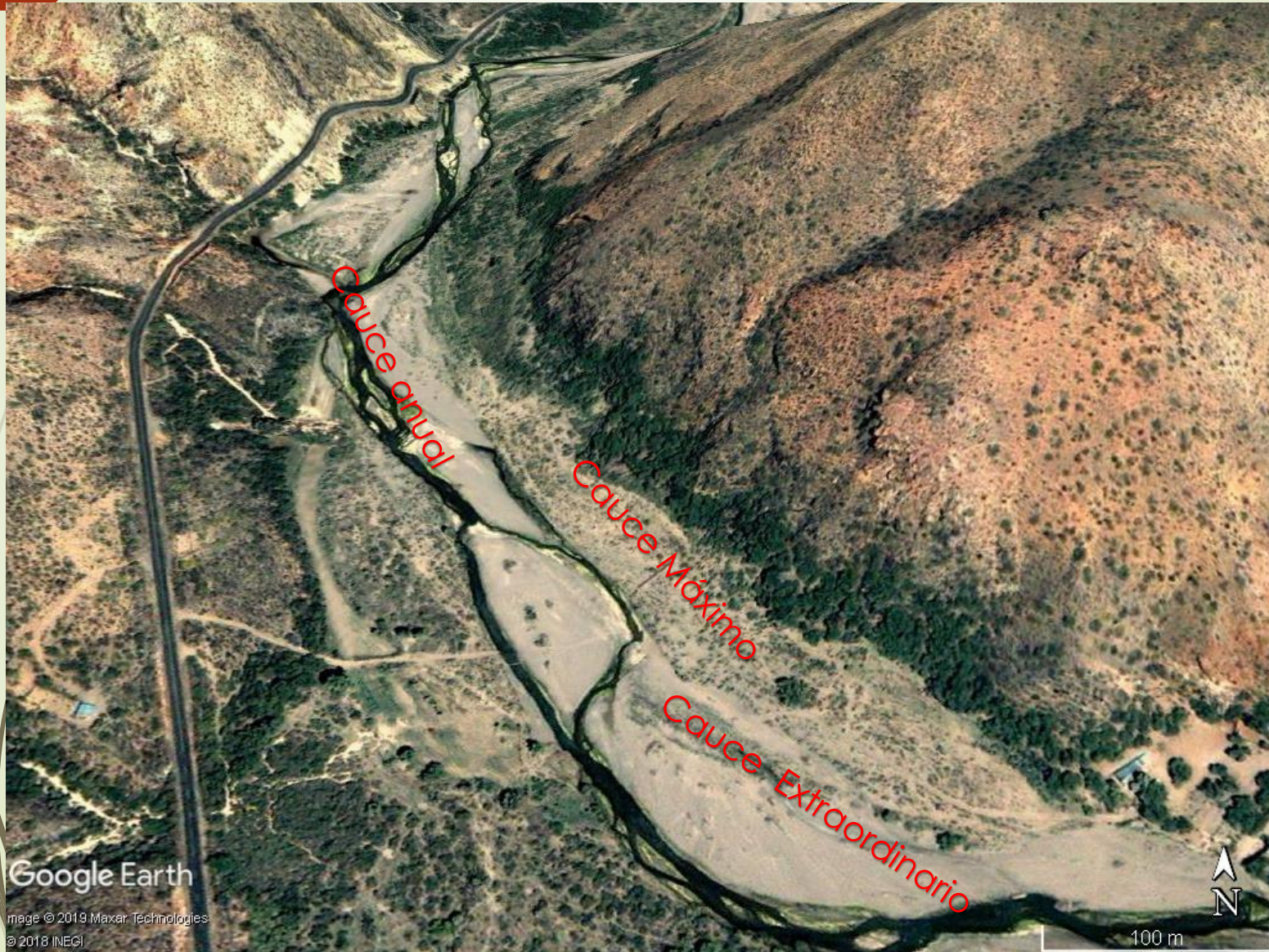
¿Qué es una inundación?



Es el flujo o invasión natural de agua por el exceso de escurrimientos superficiales o por su acumulación en terrenos planos, ocasionada por la falta o insuficiencia del drenaje natural y/o artificial que implica posibles pérdidas de vidas y daños en infraestructura.



Rio Sonora



Mapa sin título

Escribe una descripción para tu mapa.

Leyenda

- Fronteras
- ⊙ rura

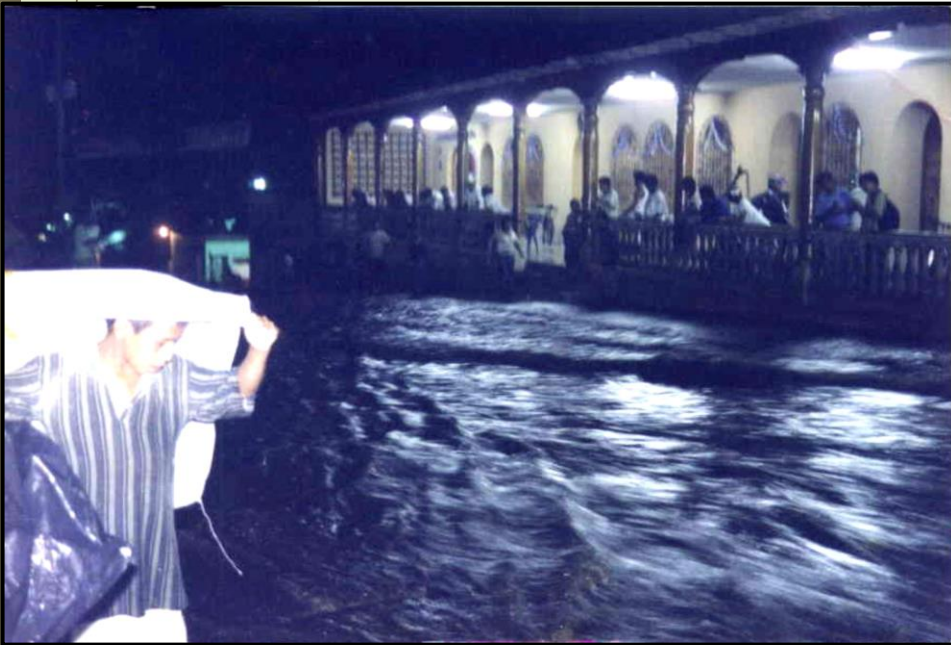
Fronteras

Google Earth

© 2018 Google
image © 2018 CNES / Airbus
© 2018 INEGI



600 m

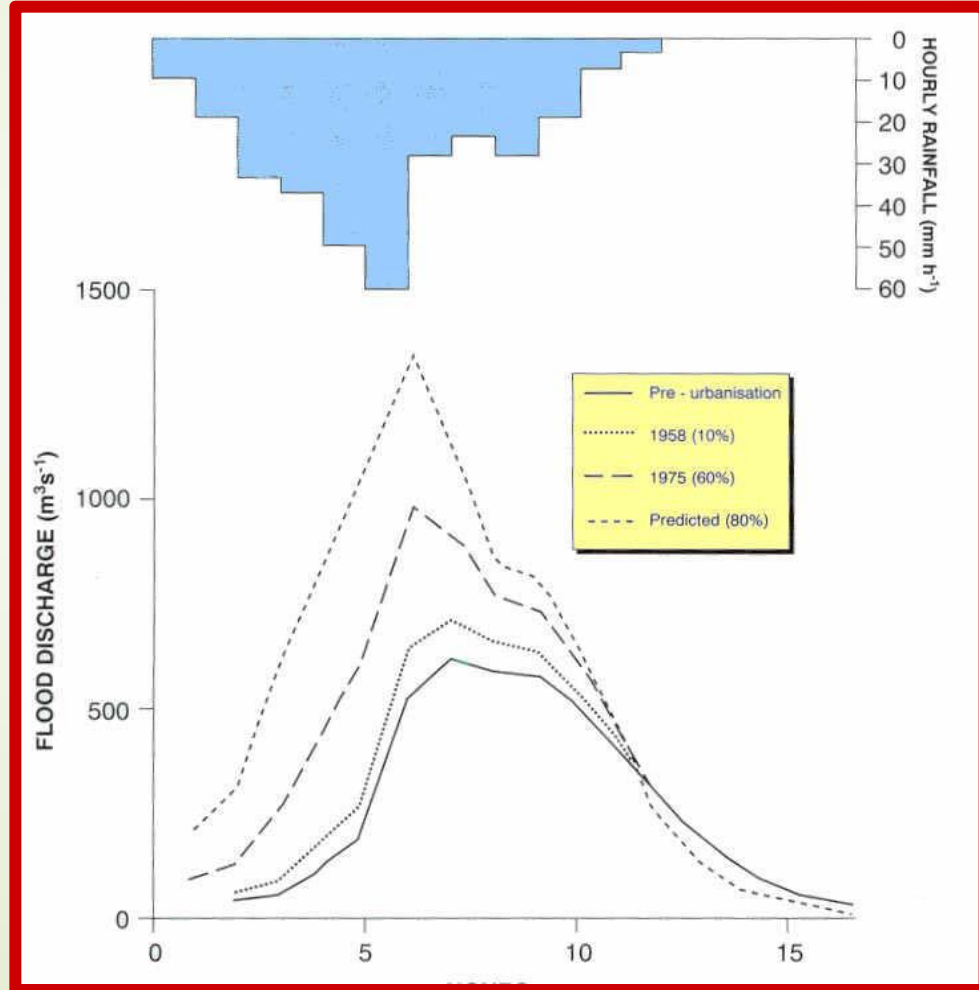


Guatemala, 1998
Efectos del Huracán
Mitch

Factores que contribuyen a una inundación:

- Intensidad de precipitación.
- Uso básico del suelo.
- Unidades fisiográficas del suelo (textura, litología, pendiente y relieve).
- Hidrografía (áreas, pendiente, elevación máxima y mínima, longitud de cauces, áreas hidráulicas y

Efectos de la urbanización sobre la curva hidrográfica



Tres tipos de inundaciones:

- **Fluviales: Ríos**
- **Pluviales: Lluvia**
- **Costeras: Mares**
- Por falla de obras
- Lenta
- Súbita



Inundaciones Urbanas

Hurricanes



Escala Saffir-Simpson

Denominación	Categoría	Velocidad del viento (km/h)	Presión mínima (hPa)
Depresión Tropical	TD	< 63	-
Tormenta Tropical	TS	64 - 118	-
Huracán	Cat 1	119 - 153	> 980
Huracán	Cat 2	154 - 177	979 - 965
Huracán	Cat 3	178 - 210	964 - 945
Huracán	Cat 4	211 - 250	944 - 920
Huracán	Cat 5	> 251	< 920

Afectaciones asociadas a Huracanes

- Inundación pluvial por exceso de precipitación
- Inundación Fluvial
- Marea de Tormenta
- Vientos



Amenazas a la salud directamente relacionadas a los huracanes

Vientos fuertes



Marea de tormenta



Inundaciones



Tornados



Amenazas a la salud directamente

relacionadas a los huracanes: Vientos fuertes

- La intensidad de un huracán al tocar tierra es expresada en términos de categorías que relacionan la velocidad del viento y el daño potencial (Escala Saffir-Simpson)
- ¡Huracán categoría 4 (vientos de 131-155 MPH) causa 100 veces más daño que una tormenta categoría 1!

Amenazas a la salud directamente relacionadas a los huracanes:



Lluvia e inundaciones

- **Responsable del 59% de las muertes asociadas con ciclones tropicales en los EUA.**
- **La lluvia intensa no está directamente relacionada a la velocidad del viento. Algunas de las lluvias más intensas ocurren de tormentas débiles que se mueven lentamente o permanecen mucho tiempo en un área.**



Marea de
Tormenta



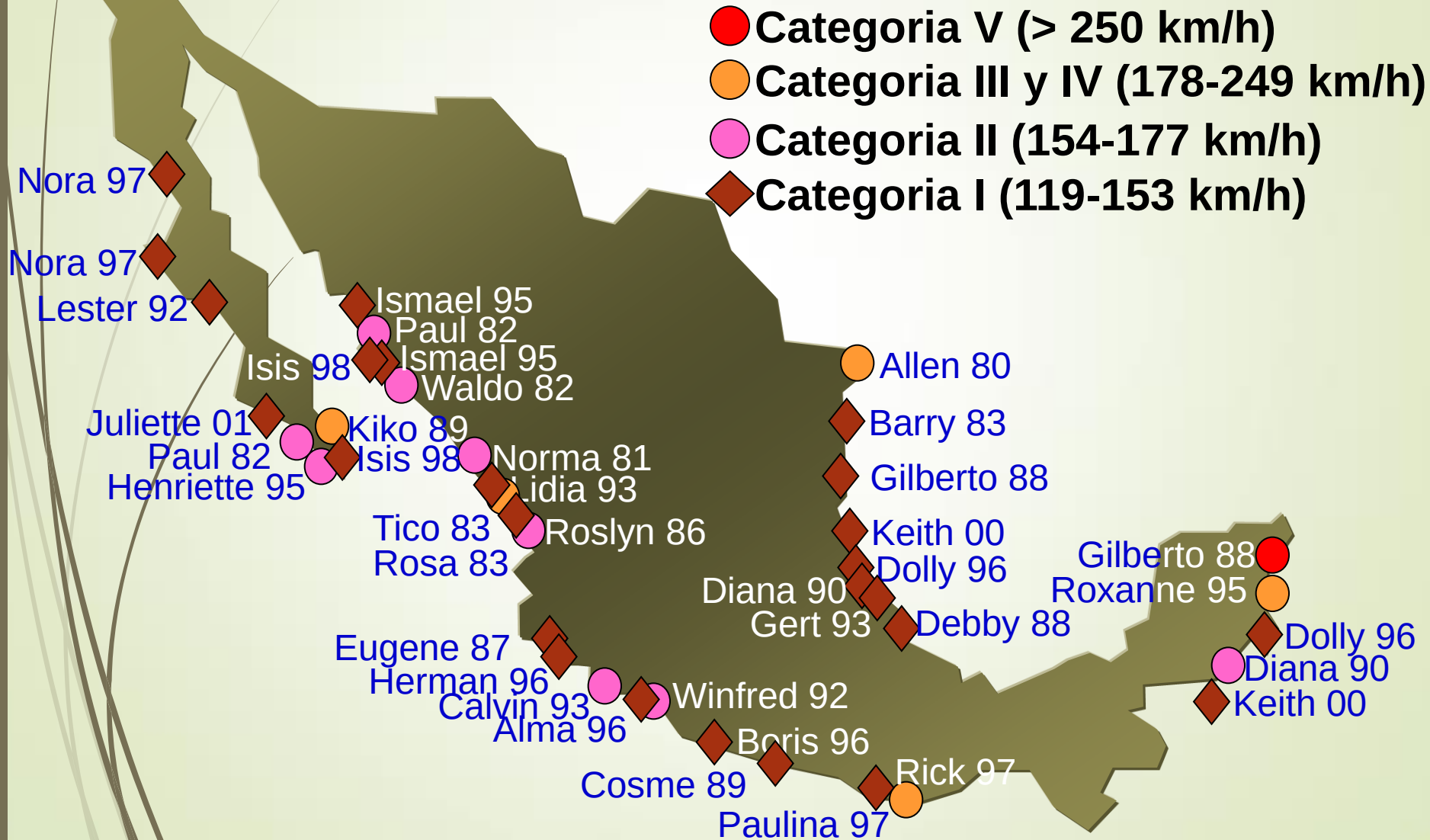
Trayectoria histórica de huracanes



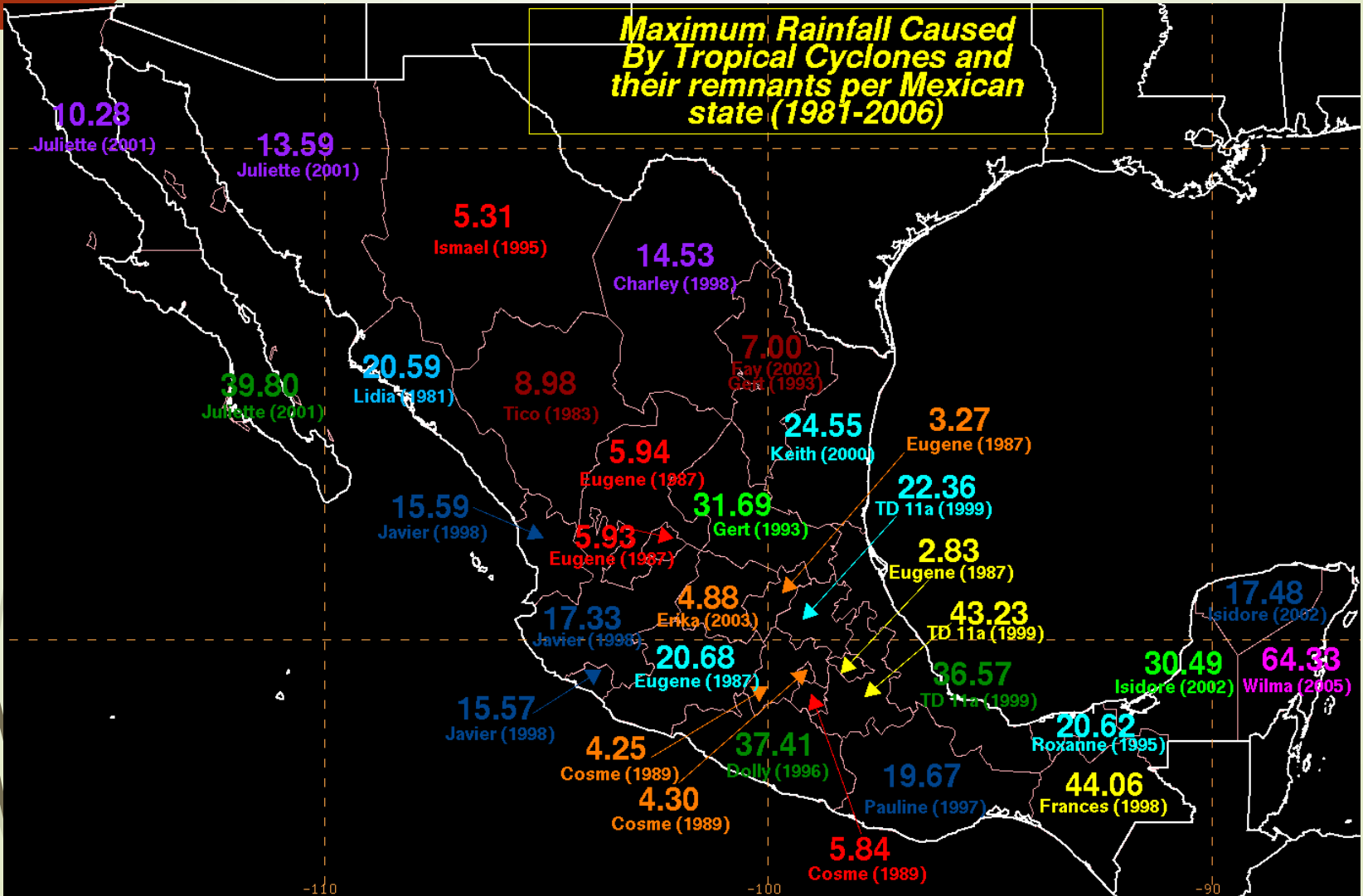
Escala Simpson/Saffir



Principales Huracanes en México (1980-2001)



**Maximum Rainfall Caused
By Tropical Cyclones and
their remnants per Mexican
state (1981-2006)**



IMPACTO DE LOS HURACANES EN EL ESTADO DE SONORA PERIODO 1983-2010

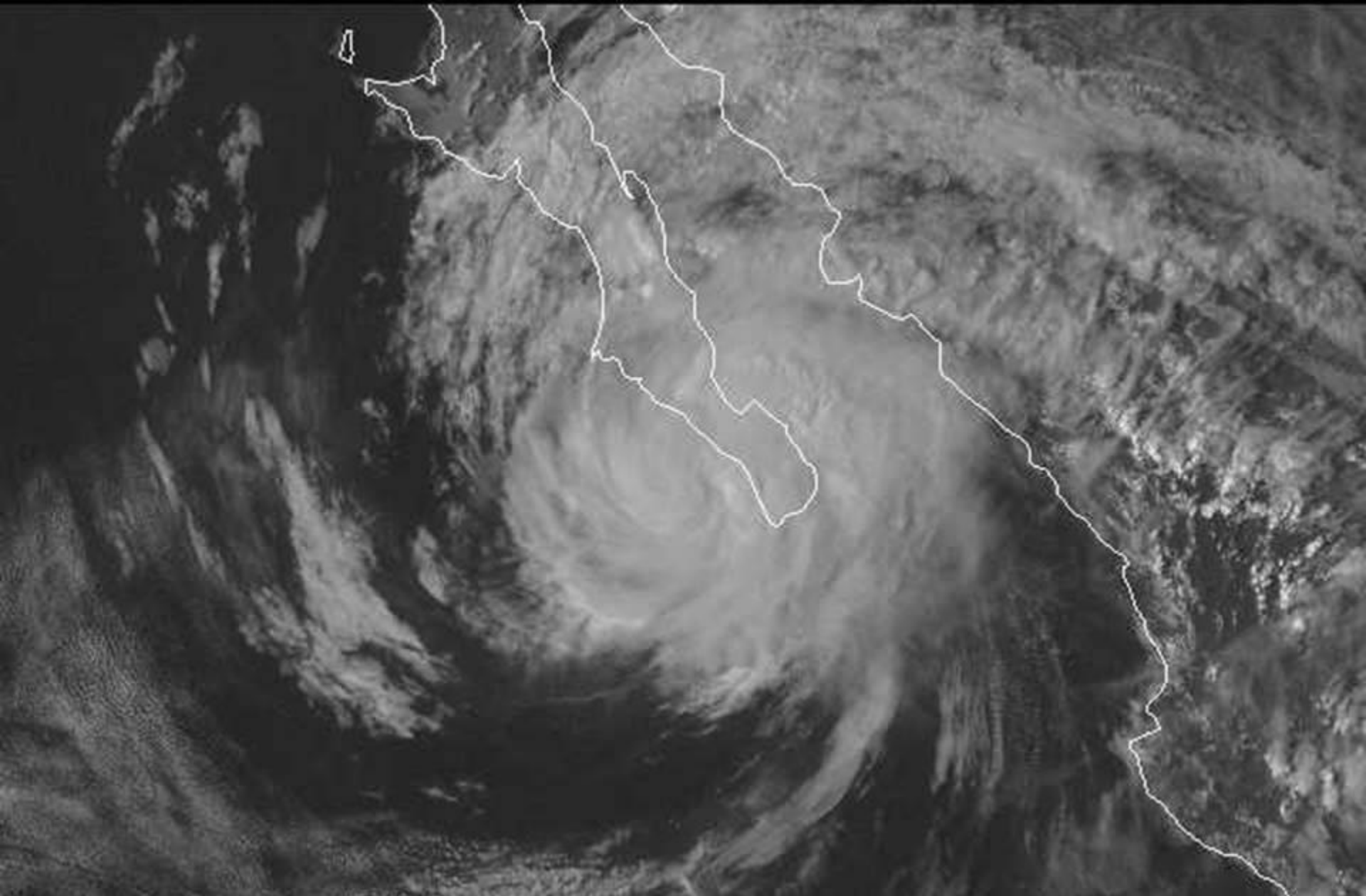
**POBLACION AFECTADA
(300,000 MIL PERSONAS)**

**SUPERFICIE AGRICOLA
280 MIL HECTAREAS**

48 MUNICIPIOS

**MONTO
1440 MILLONES DE PESOS**





El Huracan Juliette, 2001

H. JIMENA-2009



SALEN
1000 m³/s







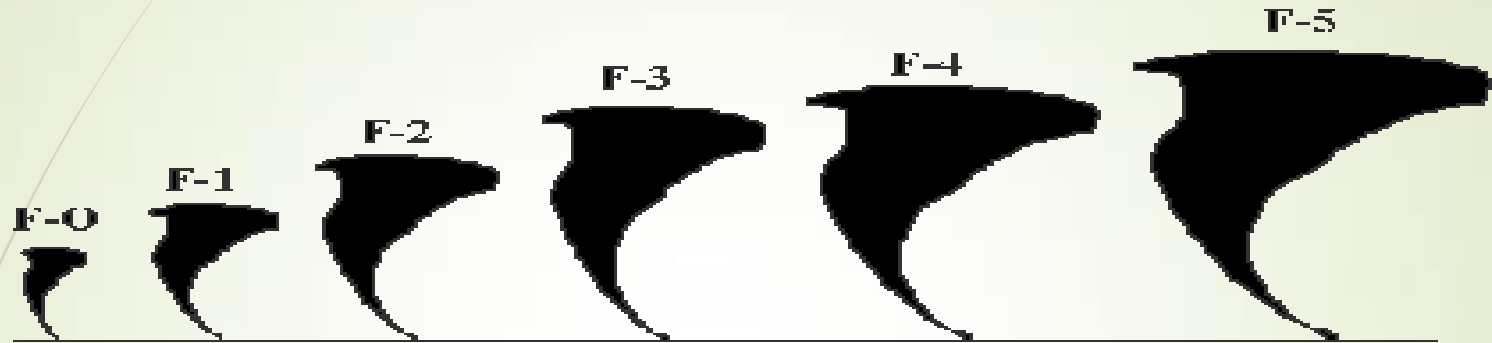




Tornado



Escala de Tornados



Escala de Tornados de Fujita - Pearson

F-0: 40-72 mph, daños en chimeneas, ramas de árboles rotas

F-1: 73-112 mph, casas móviles desprendidas de sus bases o volcadas

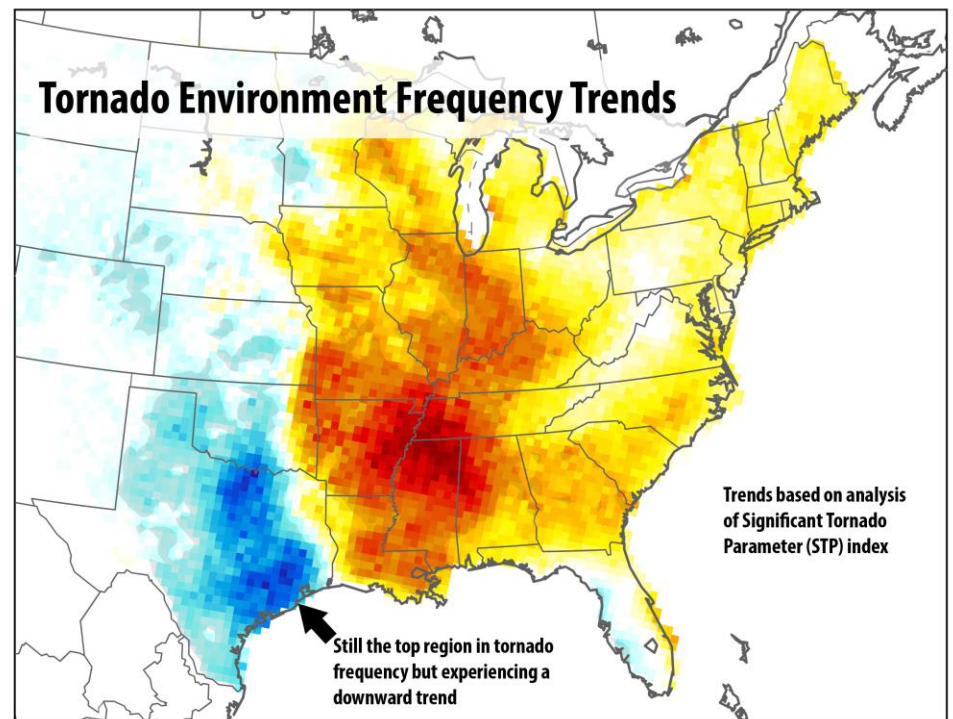
F-2: 113-157 mph, daños considerables, las casas móviles quedan demolidas y los árboles son arrancados de raíz

F-3: 158-205 mph, techos y paredes arrancados, trenes volcados, automóviles lanzados

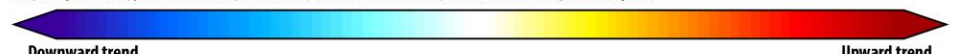
F-4: 207-260 mph, paredes bien construidas derribadas

F-5: 261-318 mph, casas levantadas de sus cimientos y transportadas a distancias considerables, automóviles lanzados a una distancia de hasta 100 metros





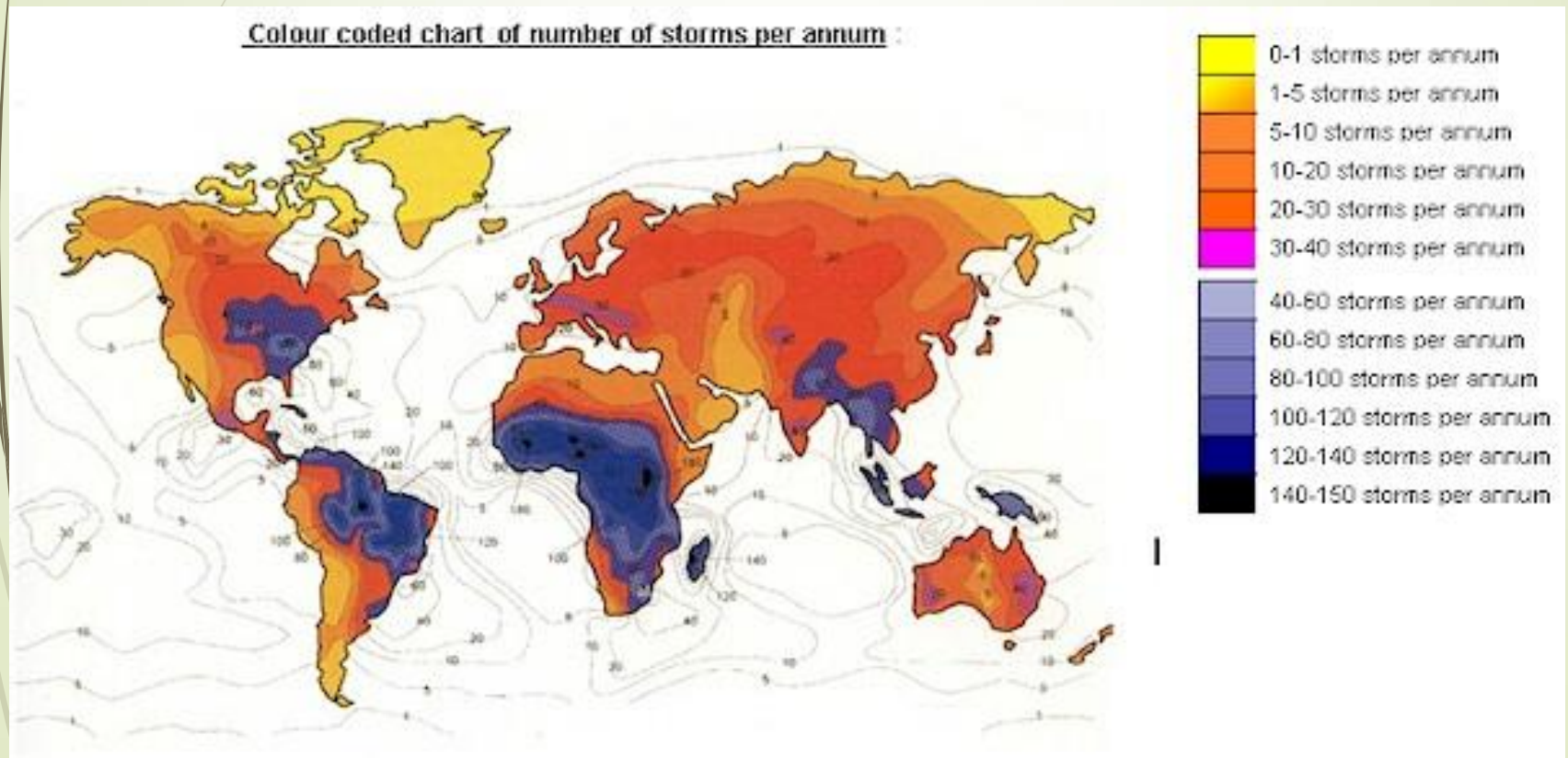
Adapted by NIU from *npj Climate and Atmospheric Science*, Gensini/Brooks 2018 (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



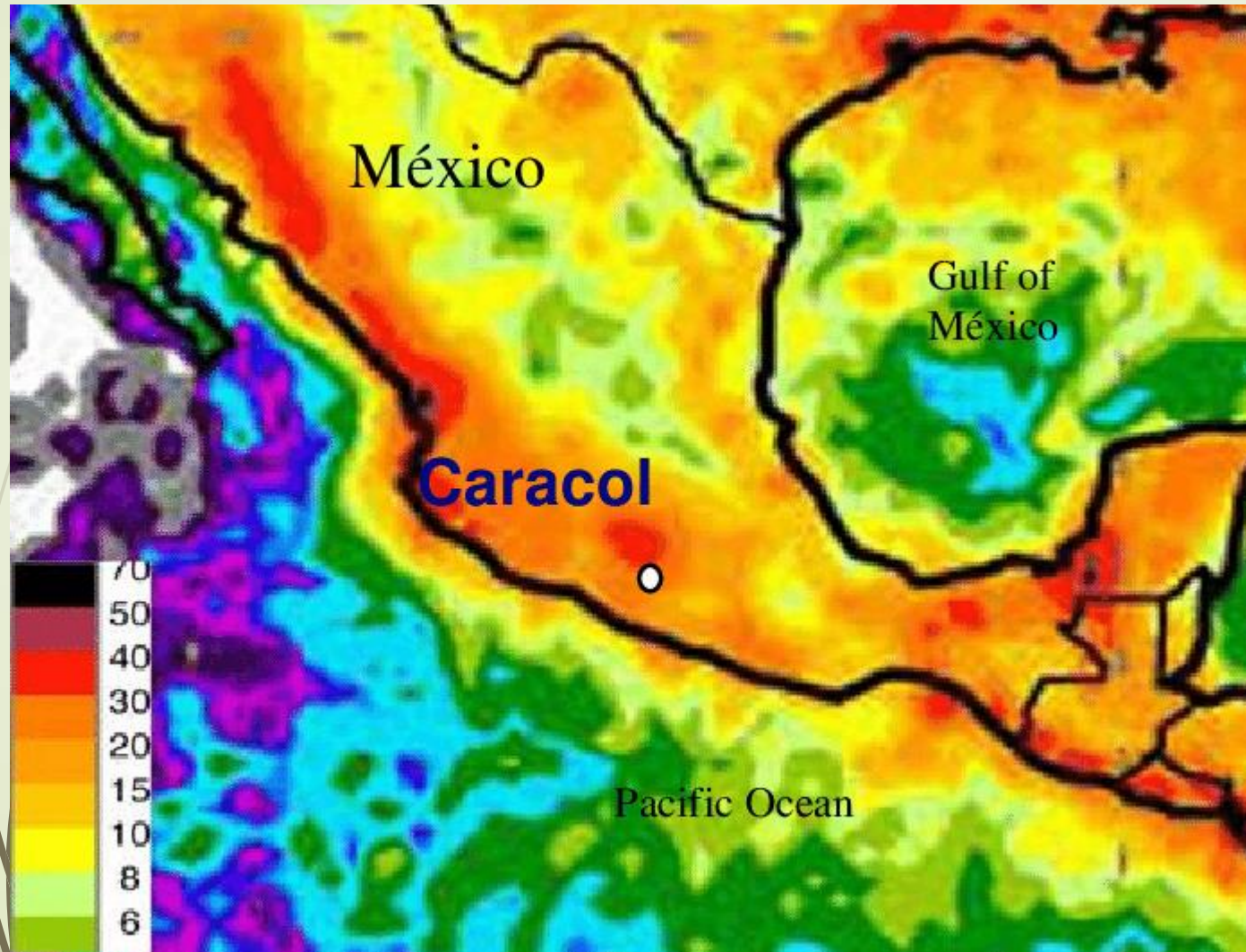
rayos



Densidad de rayos



DENSIDAD DE RAYOS



Sequía





Que es la Sequía?

- De acuerdo a la Organización Meteorológica Mundial la sequía es:

“Deficiencia marcada de precipitación, suficientemente prolongada para causar un grave desequilibrio hidrológico”



Se mencionan diferentes tipos de

- Sequía Meteorológica
- Sequía Hidrológica
- Sequía Agrícola

sequía:

Desde un punto de vista económico y social:

La Sequía ocurre cuando la demanda de agua excede del suministro de la misma por un período lo suficientemente prolongado para Dañar las actividades humanas.

Unas precisiones importantes:

- Sequía: temporal disminución relativa de la precipitación.
- Aridez: Clima de una región con lluvia insuficiente para mantener la vegetación.
- Desertificación: Resultado de la falta permanente de agua como consecuencia de la aridez, falta de irrigación, sobreexplotación o deforestación.



Como se mide la sequía?

- Por definición la sequía se establece por una comparación de datos históricos en la misma zona.
 - Esto implica que la sequía en Hermosillo (250 mm de lluvia anual promedio), no es la misma por ejemplo que la sequía en Chiapas (2,500 mm de lluvia promedio en un año).
- 

El Índice Estandarizado de Precipitación

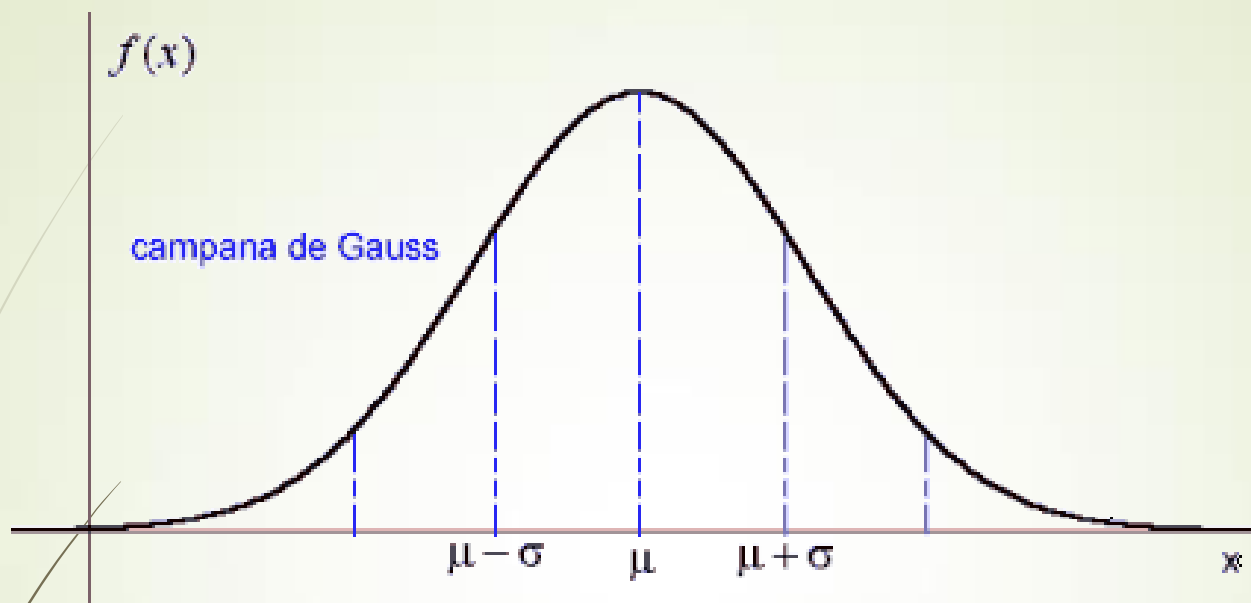
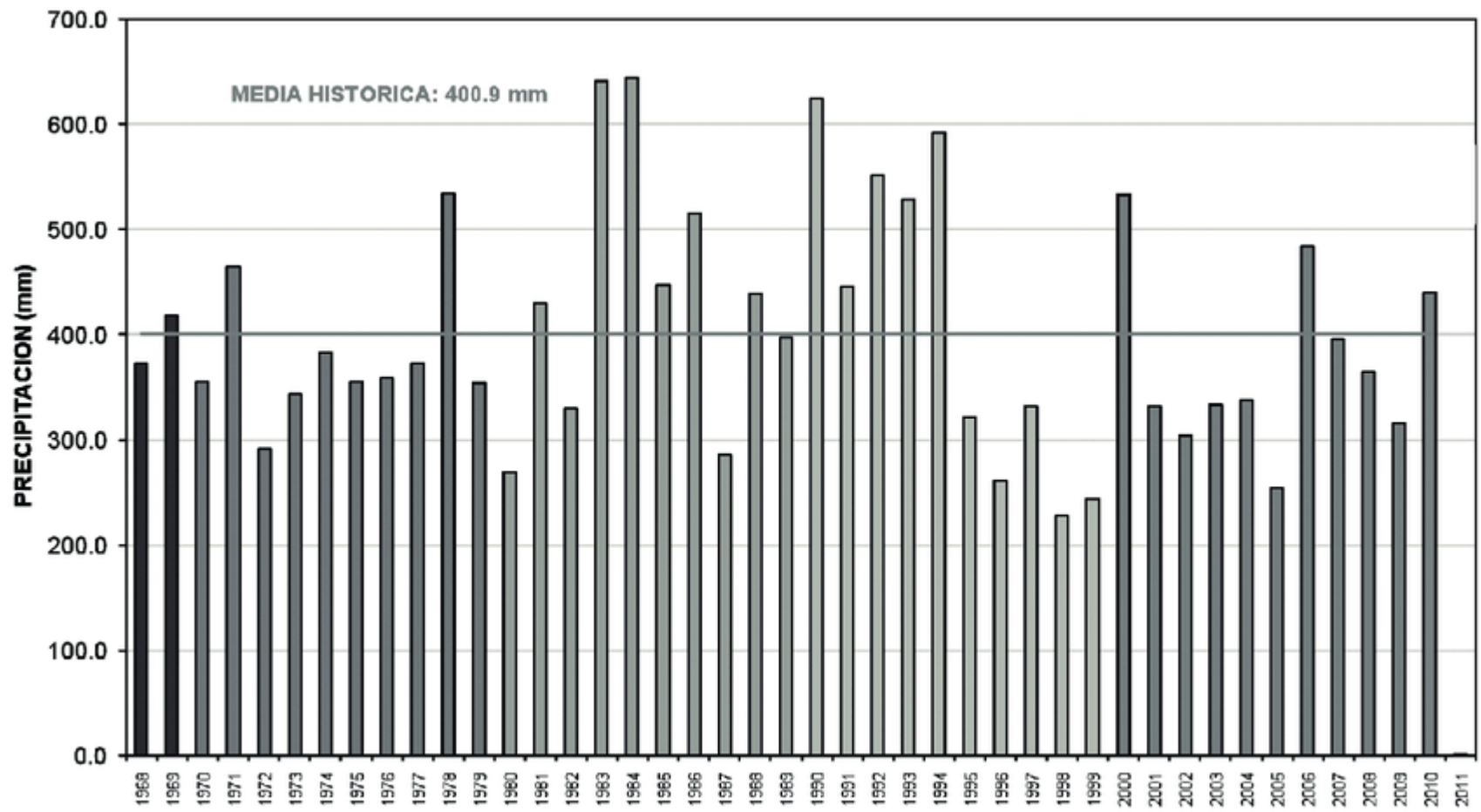


Tabla 1. Clasificación del SPI por categorías y su probabilidad de ocurrencia

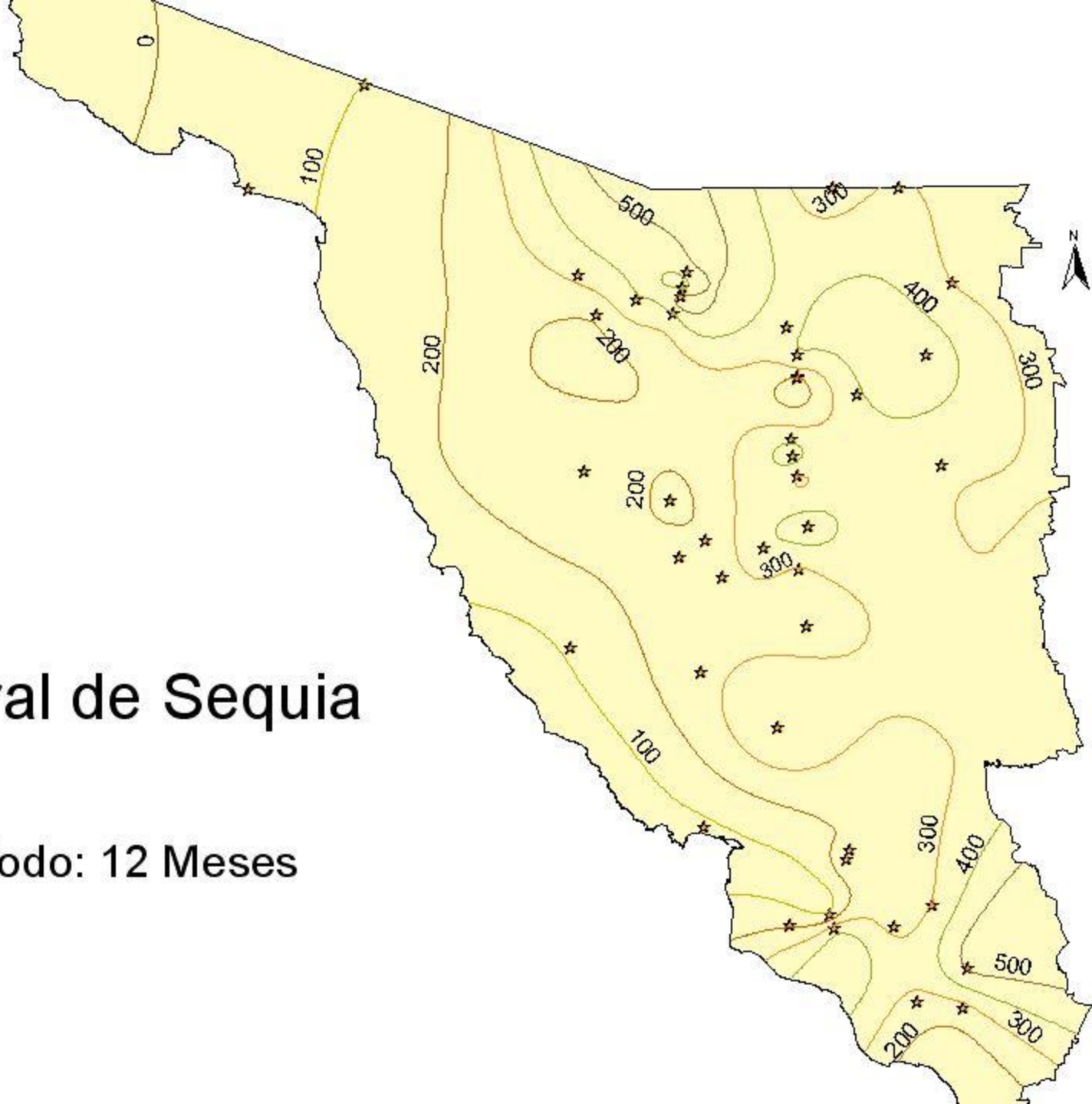
VALOR SPI	CATEGORIA	PROBABILIDAD (%)
2.00 o mayor	Extremadamente húmedo	2.3
1.50 a 1.99	Muy húmedo	4.4
1.00 a 1.49	Moderadamente húmedo	9.2
0 a 0.99	Ligeramente húmedo	34.1
0 a -0.99	Ligeramente seco	34.1
-1.00 a -1.49	Moderadamente seco (sequía moderadas)	9.2
-1.50 a -1.99	Muy seco (sequía severa)	4.4
-2.00 o menor	Extremadamente seco (sequía extrema)	2.3

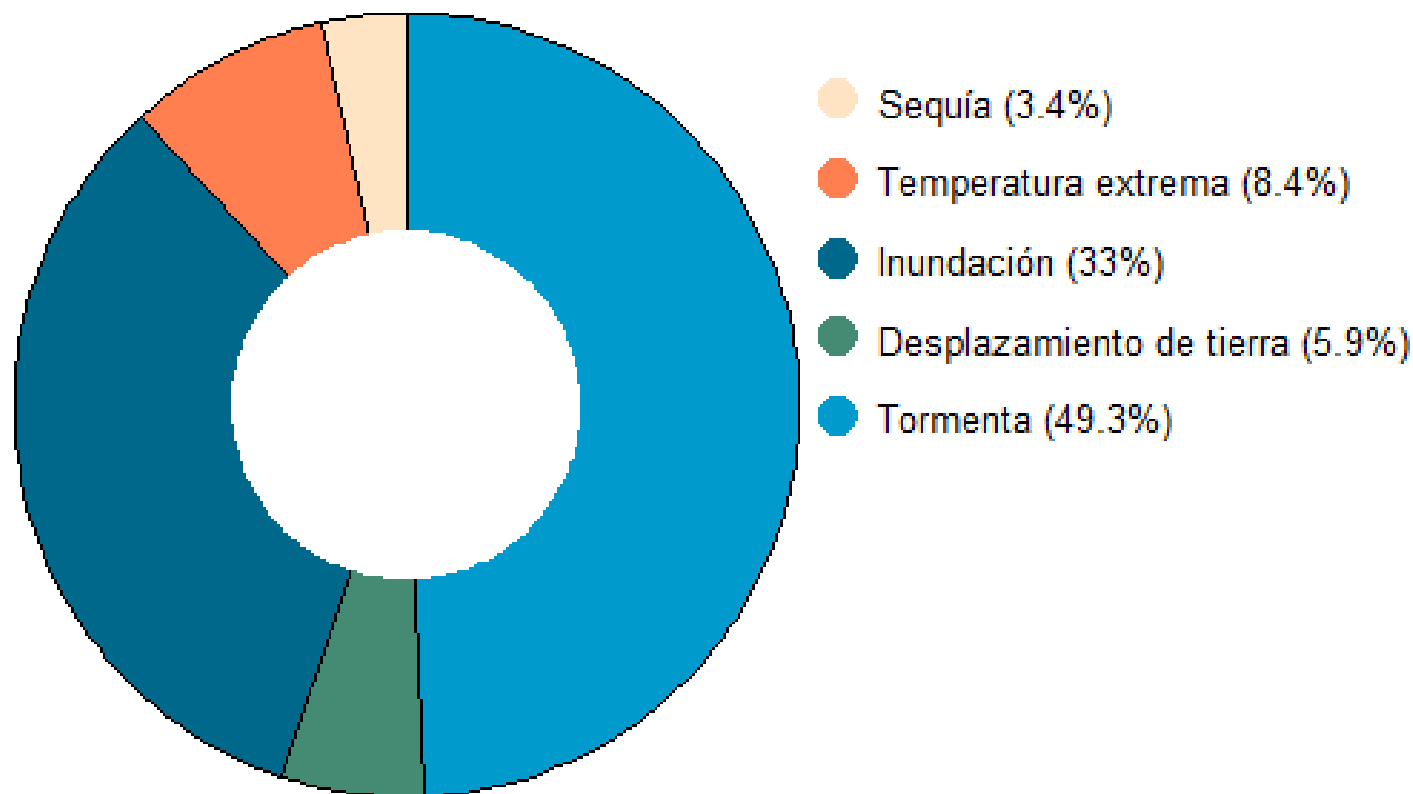
Lluvia historica cuenca rio sonora



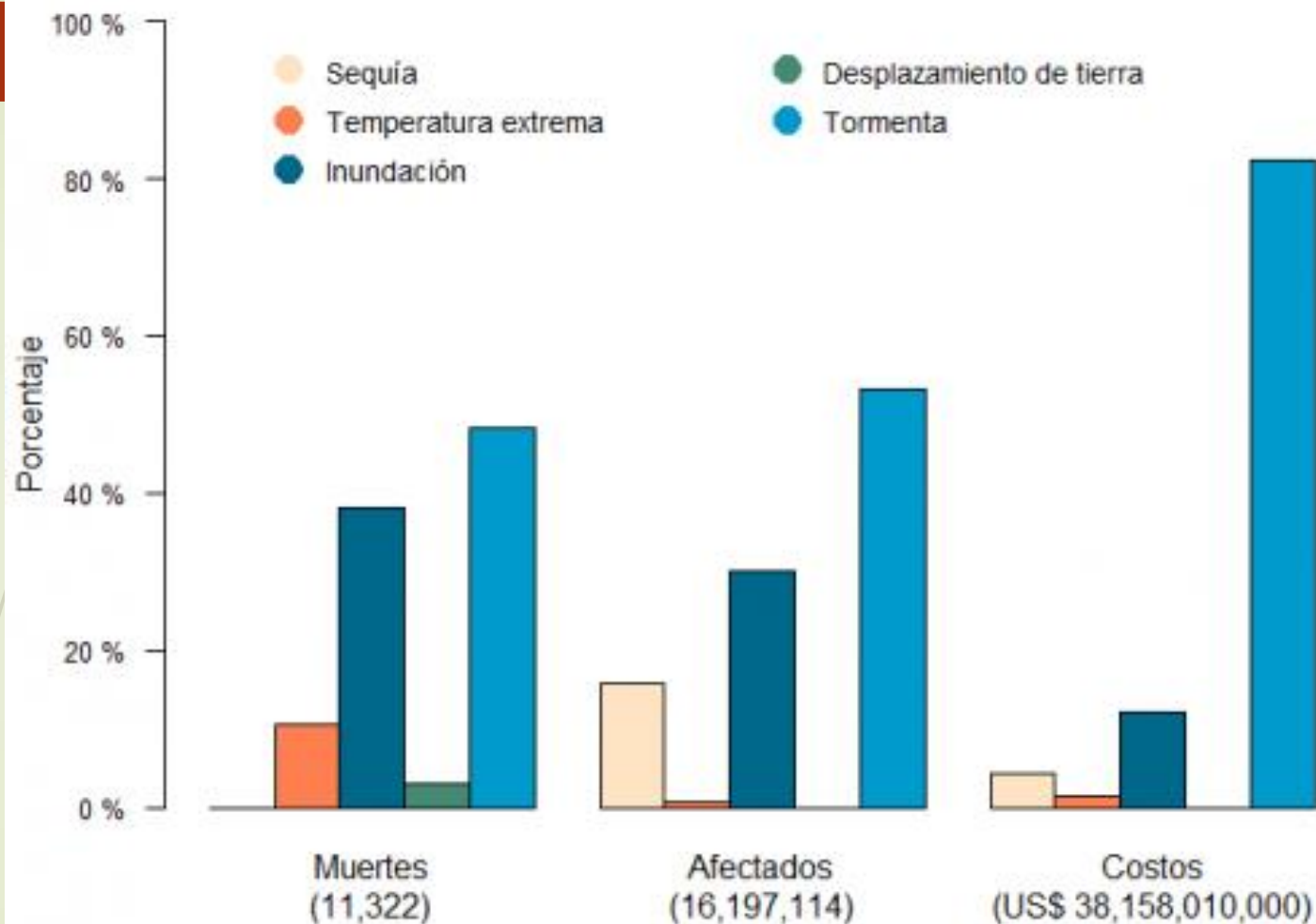
Umbral de Sequia

Periodo: 12 Meses





Proporción de desastres hidrometeorológicos de acuerdo a su tipo. Elaboración propia con datos de la EM-DAT



Proporción de los efectos de desastres hidrometeorológicos (costos económicos, personas afectadas y muertes) por tipo de evento. Elaboración propia con datos de la EM-DAT.

Preguntas?



GEOLOGIA AMBIENTAL

SEMESTRE 2019-2

¿Qué es un volcán?

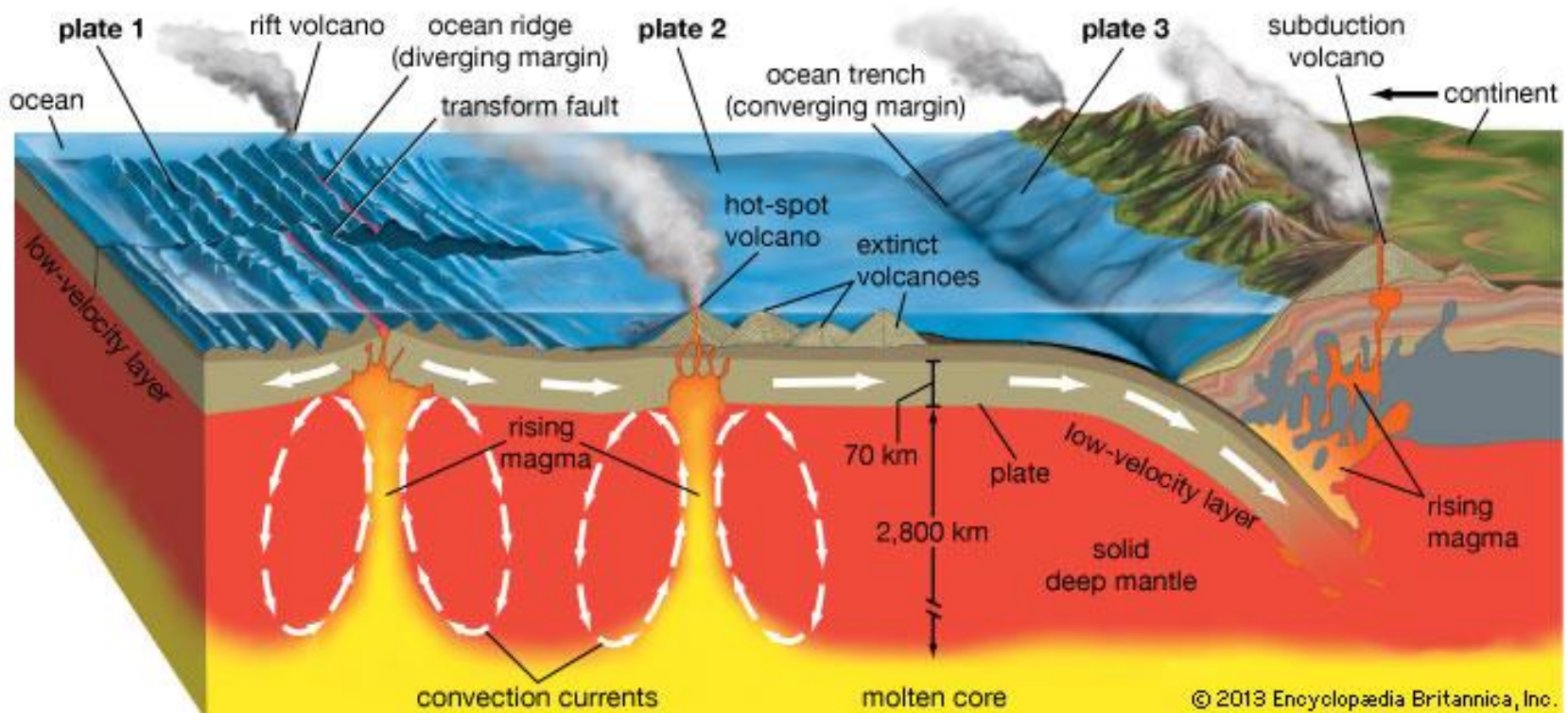
Sitio donde sale material magmático o sus derivados, formando una acumulación que por lo general toma una forma aproximadamente cónica

Comúnmente los volcanes tienen en su cumbre o en sus costados, grandes cavidades de forma aproximadamente circular denominadas ***cráteres***.



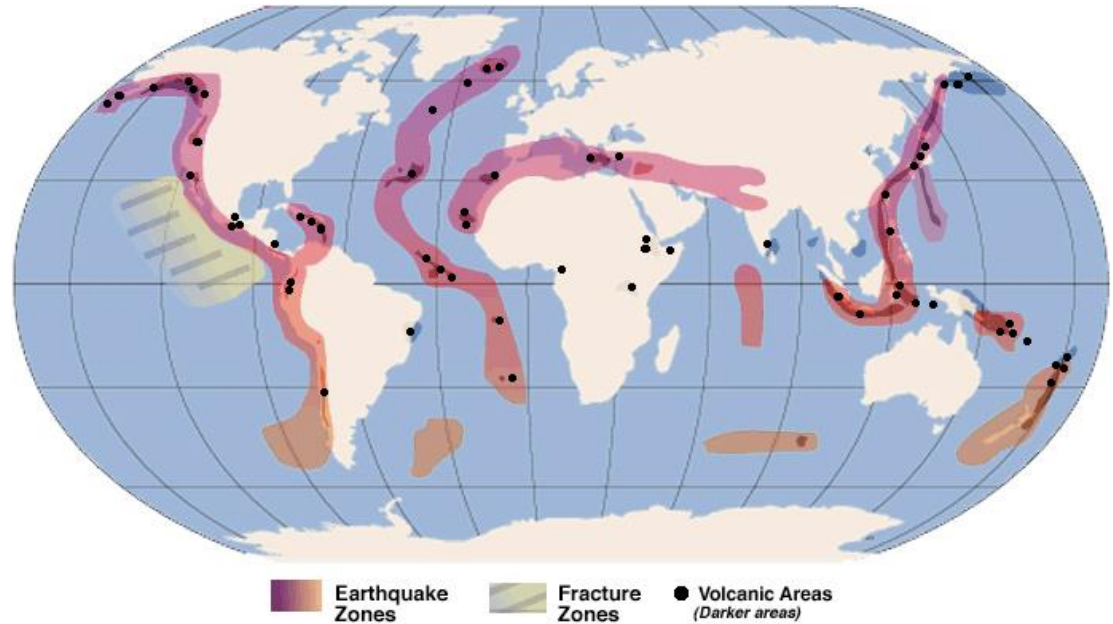
Tectónica y Formación de Volcanes

- Límites de subducción.
- Límites de Extensión
- Puntos calientes: Plumas del manto que ascienden a la superficie.

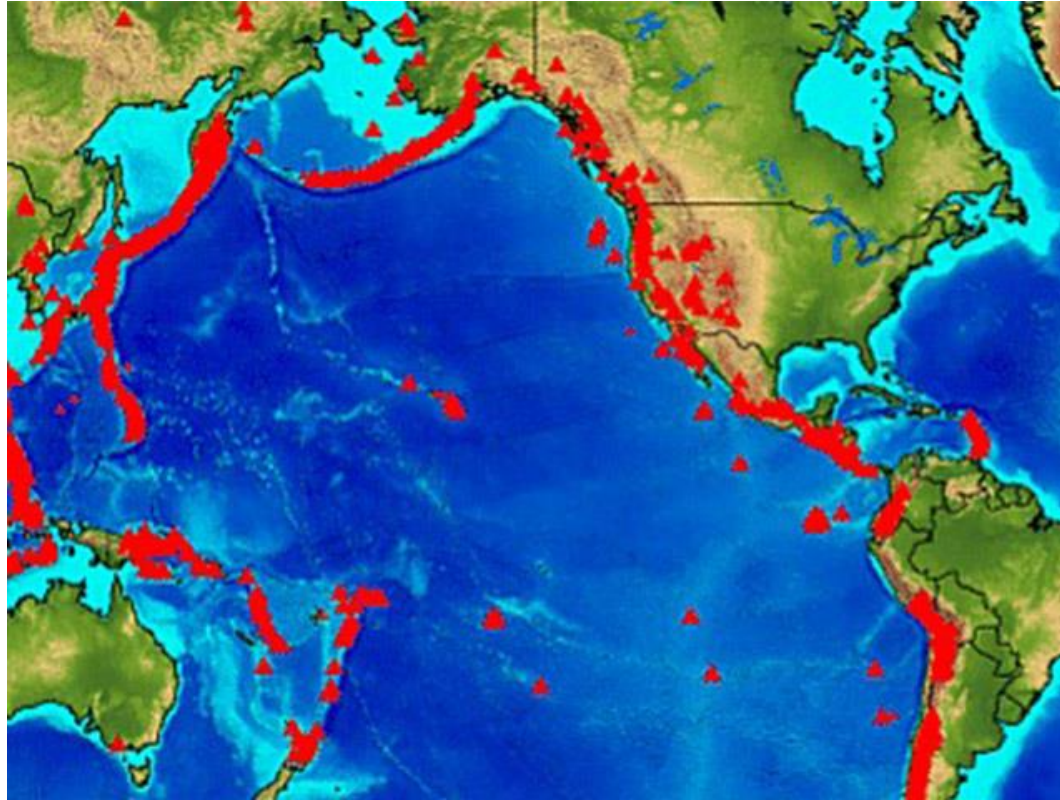


Zonas Volcánicas

1. Zona Circumpacífica: “Cinturón de Fuego”
2. Zona Asiático- Mediterránea
3. Zona Índica
4. Zona Atlántica
5. Zona Africana

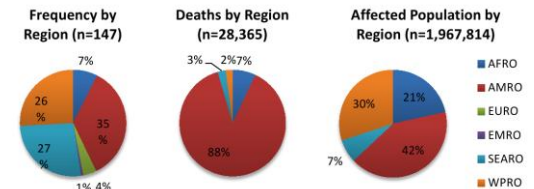
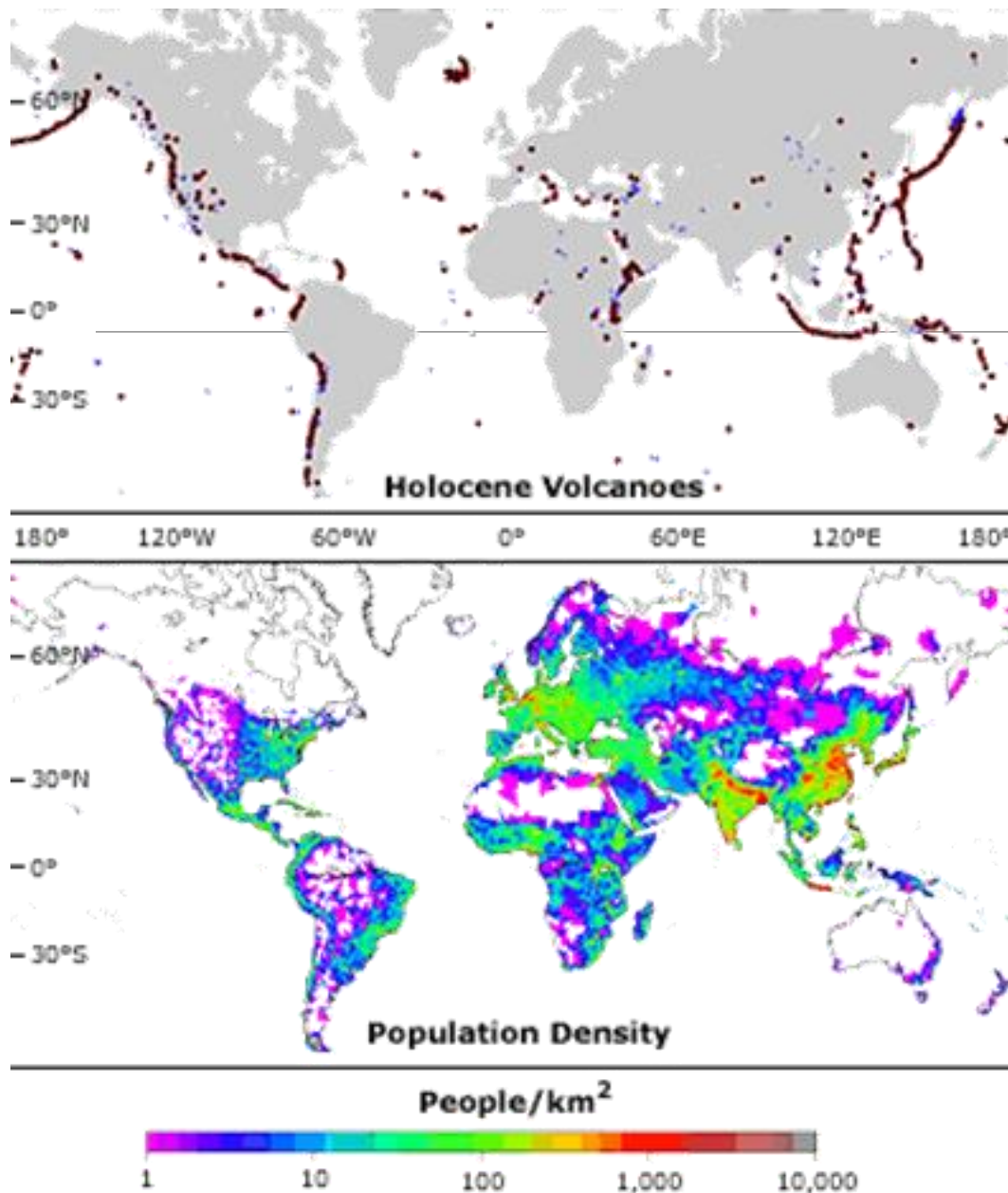


Cinturón de Fuego

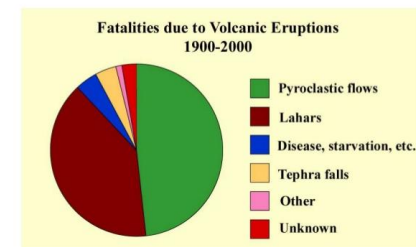


Se extiende alrededor del Océano Pacífico y las costas de América, Asia y Oceanía.

Volcanes y población



Approximately 260,000 people have been killed by volcanoes in historic times...most by a handful of individual eruptions.



Grandes Erupciones Históricas

Lago Toba, Sumatra, Indonesia - hace 75 000 años (2800 km³). La erupción del lago Toba sumió a la Tierra en un invierno volcánico, expulsando ácido sulfúrico a la atmósfera y originando así la denominada Edad de Hielo milenaria, y erradicando cerca del 60% de la población humana de la época.

Caldera de Yellowstone, Wyoming, Estados Unidos - hace 2,2 millones de años (2500 km³) y 640 000 años (1000 km³).

Caldera de La Garita, Colorado, Estados Unidos - hace 27 millones de años (5000 km³). La erupción que creó la Caldera de La Garita es la mayor erupción explosiva conocida en la historia de la Tierra.

Volcán Taupo, Isla Norte de Nueva Zelanda - hace 26 500 años (1170 km³).

Peores en eventos Volcánicos 1900-2009				
	Deaths Reported	Percent	Injured	Total Affected
1. Mount Pelee (Martinique, 1902)	30,000	29.3%	Not reported	Not reported
2. Nevado del Ruiz (Colombia, 1985)	23,080	22.5%	10,000	12,700
3. Santa Maria (Guatemala, 1902)	6,000	5.9%	Not reported	Not reported
4. Semeru (Indonesia, 1909)	5,500	5.4%	Not reported	Not reported
5. Kelut (Indonesia, 1919)	5,110	5.0%	Not reported	Not reported
6. Santa Maria (Guatemala, 1929)	5,000	4.9%	Not reported	Not reported
7. Lamington (Papua New Guinea, 1951)	3,000	2.9%	Not reported	Not reported
8. El Chichon (Mexico, 1982)	1,879	1.8%	500	40,500
9. Oku Volcanic Field (Cameroon, 1986)	1,746	1.7%	437	10,437
10. Soufriere Hills (St Vincent, 1902)	1,680	1.6%	Not reported	Not reported
Total	82,995	81.1%		

Volcán Activo

Magma fundido en su interior.

Actividad eruptiva reciente (10 mil años)

- **1,300** volcanes continentales activos, de éstos, **550** han tenido alguna erupción en tiempos históricos.

.

Las erupciones volcánicas

-
- Las erupciones son emisiones de mezclas de magma (roca fundida rica en materiales volátiles), gases volcánicos que se separan de éste (vapor de agua, bióxido de carbono, bióxido de azufre y otros) y fragmentos de rocas de la corteza
 - Cuando la presión dentro del magma se libera a una tasa similar a la que se acumula, es decir, cuando el magma puede liberar los gases en solución con facilidad, el magma puede salir a la superficie sin explotar y se tiene una **erupción efusiva**.
 - Si el magma acumula más presión de la que puede liberar, las burbujas en su interior crecen hasta tocarse y el magma se fragmenta violentamente, produciendo una **erupción explosiva** (*columnas de ceniza de hasta 20 km*).

Tipos de Erupciones

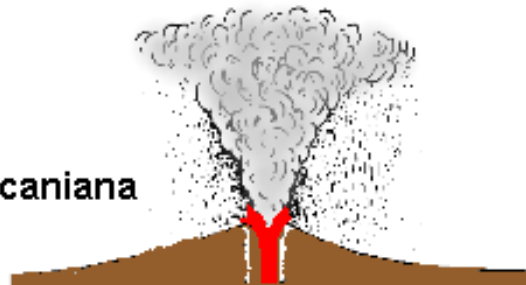
Hawaiiana



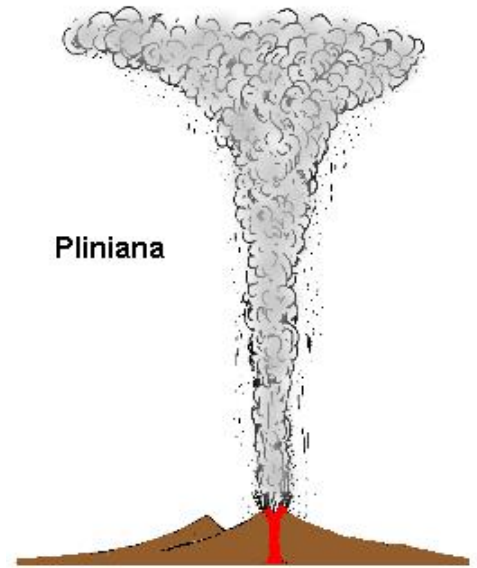
Estromboliana



Vulcaniana



Pliniana



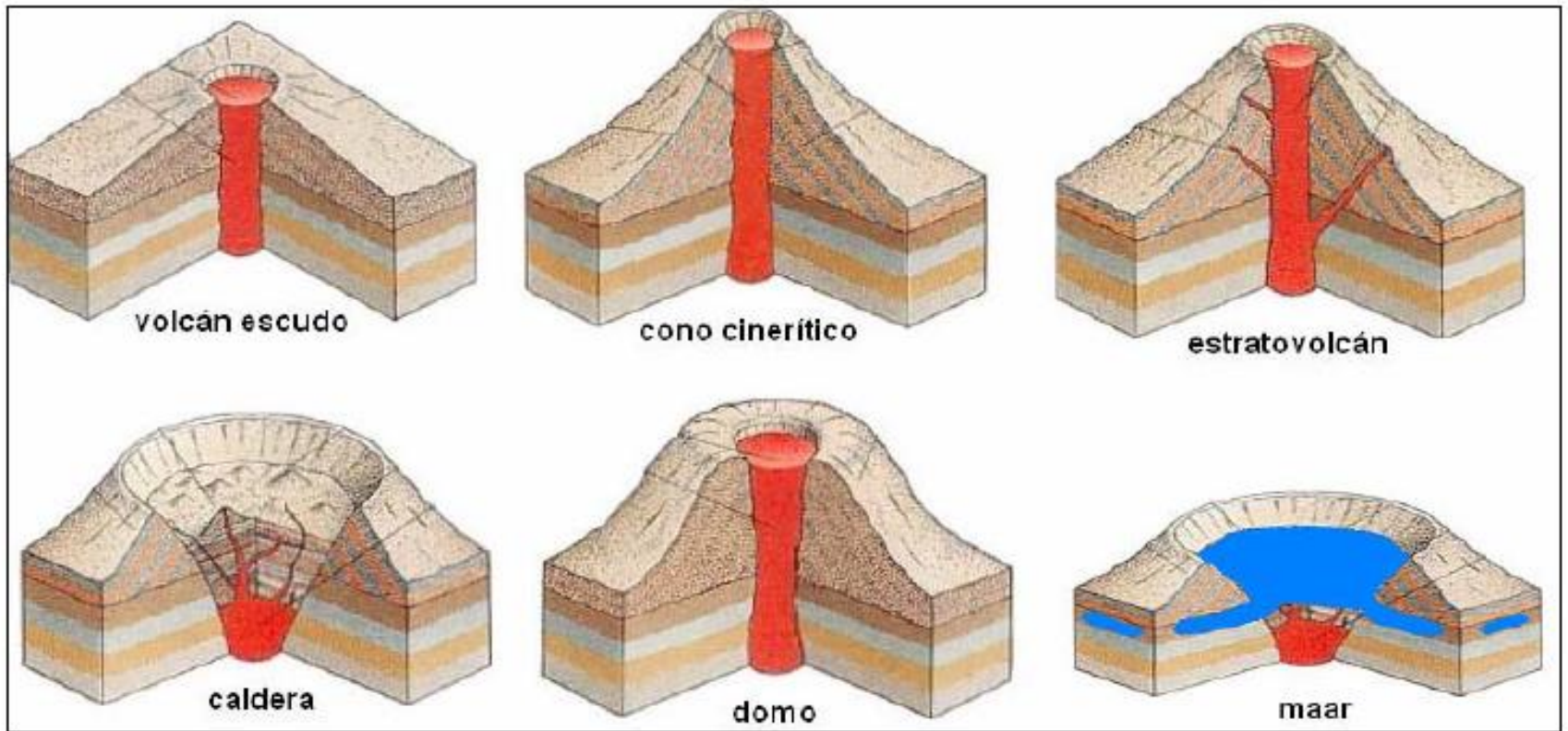
Peleana



Tipos de Erupciones

Tipo de erupción	Ejemplos	Magma	Actividad efusiva	Explosividad	Tipo de volcanes
Hawaiana	Mauna Loa	Caliente (más de 1200°C) baja viscosidad	Lavas extensas a partir de fisuras	Baja	Volcanes escudo, planicies lávicas y erupciones fisurales
Estromboliana	Stromboli y Parícutín	Intermedio, mixto, viscosidad moderada	Lavas escasas, poco extensas	Variable	Conos de lavas y cenizas abruptos
Vulcaniana	Vesubio	Frío (menos de 900°C), viscoso	Lavas escasas, piroclastos abundantes	Moderada a violenta	Estratovolcanes y calderas
Pliniana Y Peleana	Pinatubo y St. Helen	Frío (menos de 900°C), muy viscoso	Piroclastos y domos	Muy violenta	Estratovolcanes y calderas

Tipos de Volcanes



La Isla Tortuga



Volcán escudo

Parícutín



Cono cinerítico



Estratovolcán

Colima

Caldera Aniakchak, Alaska.



Caldera



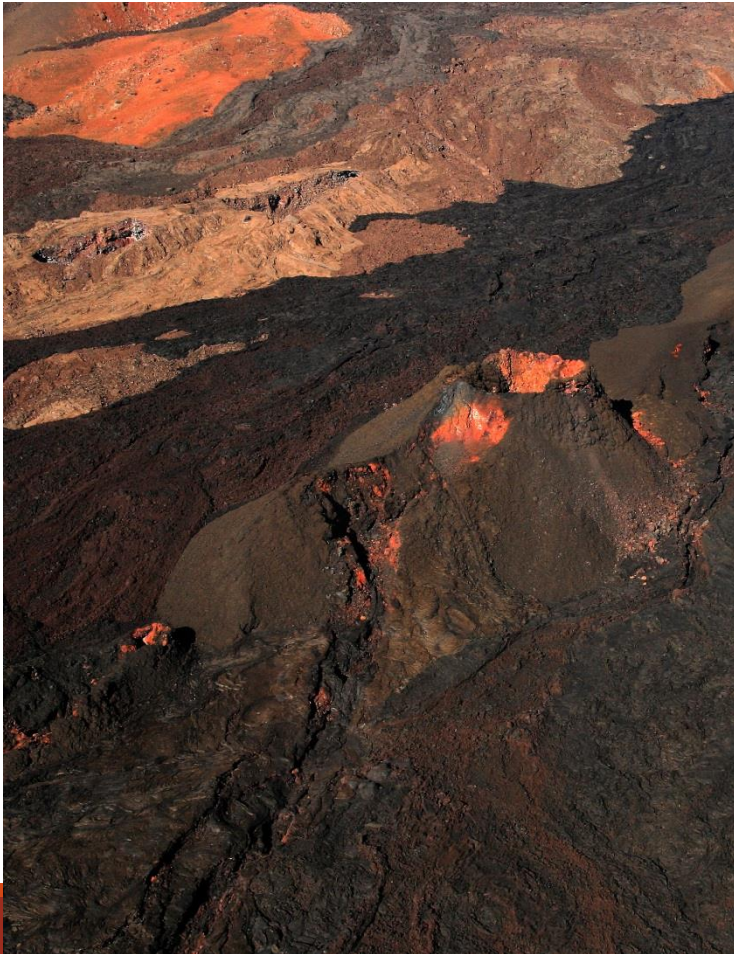
Maar



Domo

Mauna Loa, Hawai

Erupción Hawaiana
Lavas basálticas de baja viscosidad



Estromboliana

Explosiones intermitentes
de lavas basálticas

Parícutín,
México



Estrómboli,
Italia



Erupción explosiva
de lavas viscosas



Vesubio



Plineana y Peleana

Erupción explosiva de
lavas viscosas, tefra y gas

Pinatubo, Filipinas



Santa Helena, USA



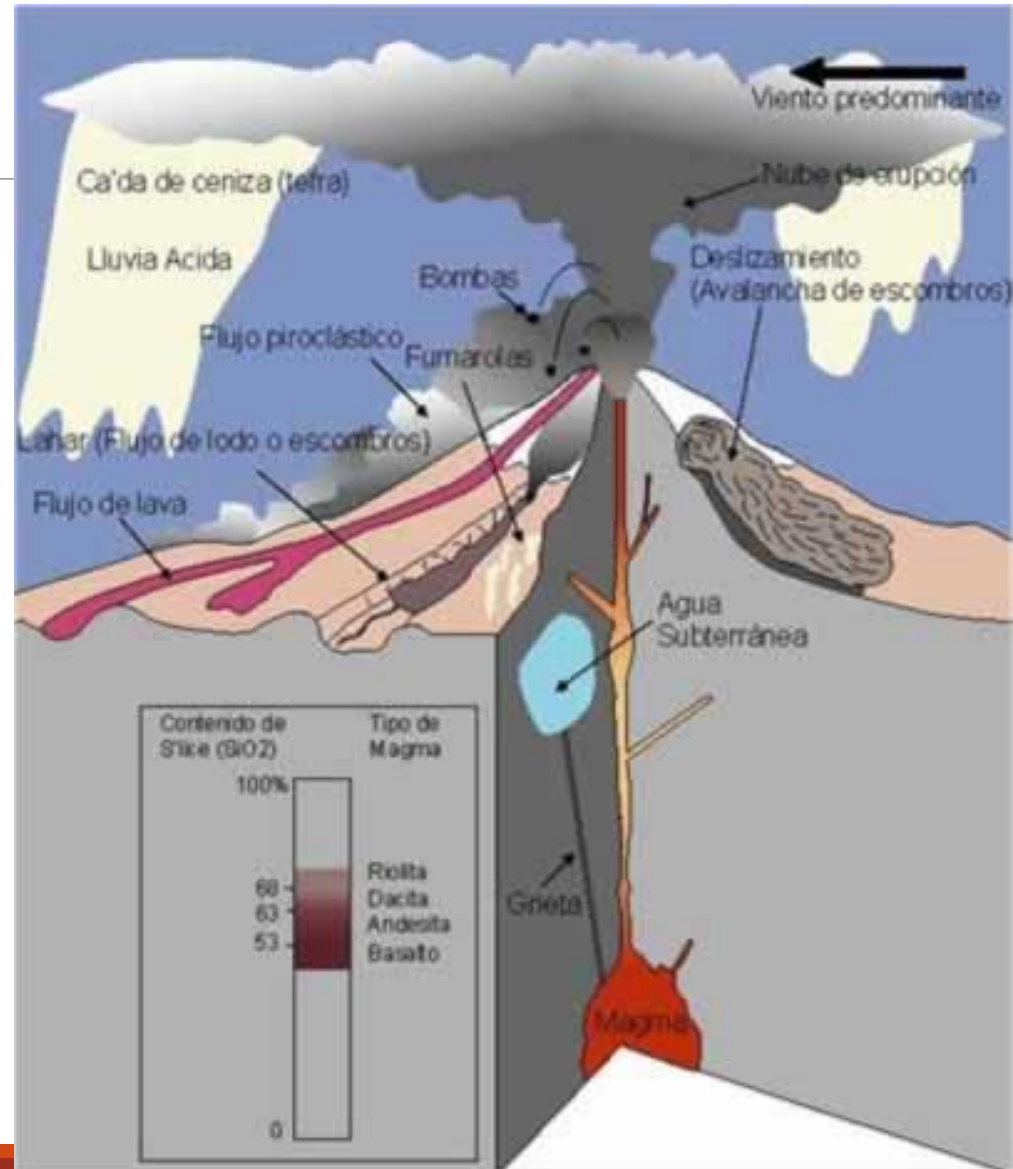
Índice de Explosividad Volcánica

VEI	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Descripción	No explosiva	Pequeña	Moderada	Moderada a grande	Grande	Muy grande	--	--	--
Volumen emitido (m ³)	< 10,000	10,000 – 1,000,000	Uno a diez millones	Diez a cien millones	Cien a mil millones	Uno a diez km ³	Diez a cien km ³	Cien a mil km ³	Más de 1000 km ³
Altura de la columna (km)	0,1	0,1 – 1	1 - 5	3 - 15	10 - 25	Más de 25	--	--	--
Duración en horas	-1	-1	1 - 6	1 - 6	1 - 12	6 - 12	Más de 12	--	--
Inyección a la troposfera	Mínima	Leve	Moderada	Sustancial	Grande	--	--	--	--
Inyección a la estratosfera	Nula	Nula	Nula	Posible	Definida	Significativa	Grande	--	--

Adaptado de: Newhall y Self (1982).

Peligros Volcánicos

- Cenizas volcánicas
- Flujos Piroclásticos
- Lahares
- Ondas de presión o de choque
- Derrumbe y avalanchas
- Flujos de lava
- Gases volcánicos
- Sismos volcánicos
- Tsunamis

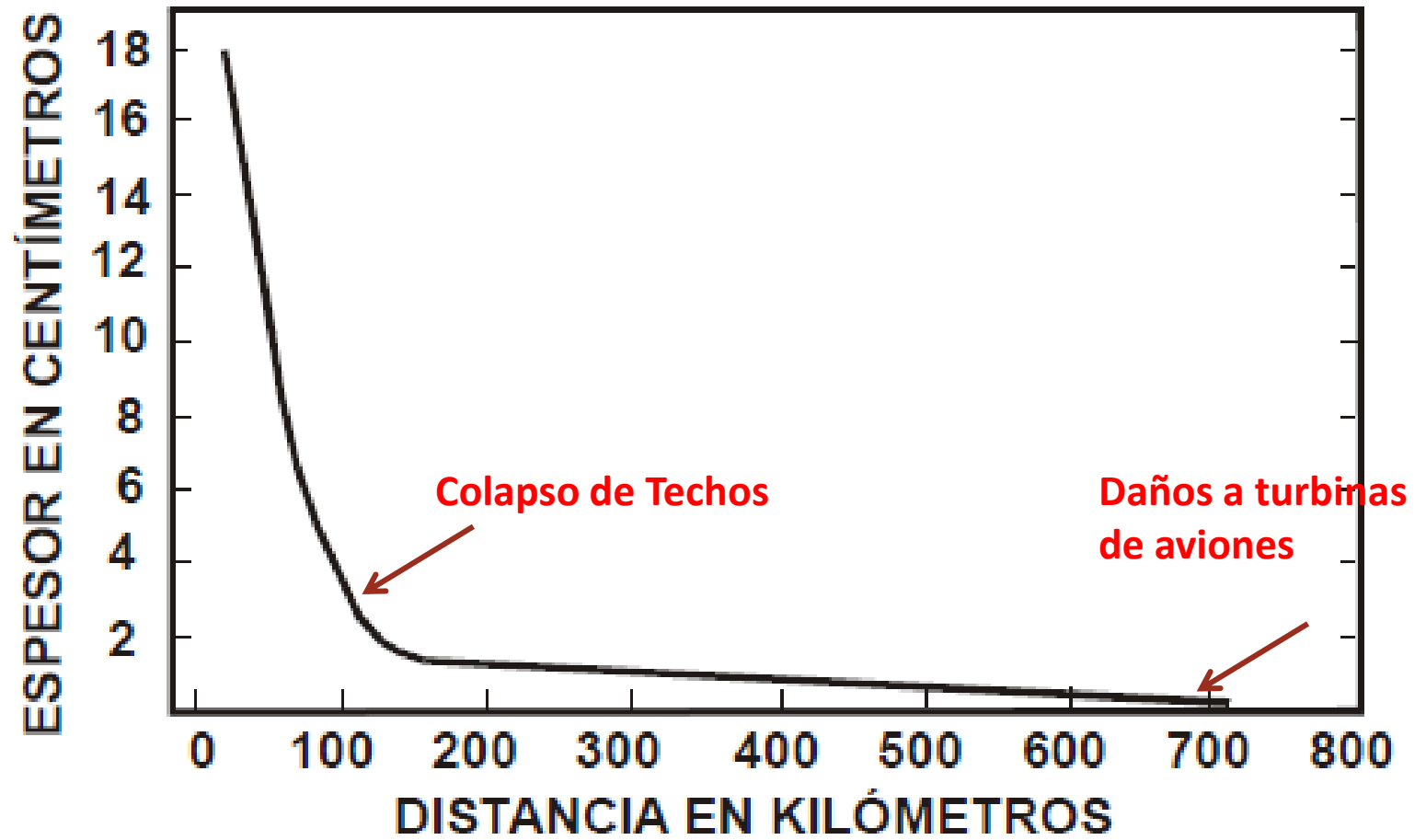


Cenizas volcánicas

Partículas menores de 2 mm se transportan a grandes distancias.

Lava que ha sido molida y convertida en polvo o arena por erupciones volcánicas.





Flujo Piroclástico-Nubes ardientes

- Mezcla de materiales piroclásticos y gases
- Nubes ardientes/avalanchas ardientes
- Flujos calientes, venenosos que destruyen todo lo que encuentran a su paso.



Columna de erupción vertical & flujos piroclásticos, Bulusan, Philippines

Lahares

Mezcla de materiales volcánicos, principalmente cenizas, que avanzan a través de corrientes de agua que se mezclan con el material volcánico suelto y se transforman en un flujo muy denso, capaz de alcanzar velocidades de hasta 100 km/hr y transportar grandes bloques de roca y otros objetos.



Amenaza= Sepultamiento, inundación, destrucción de edificaciones

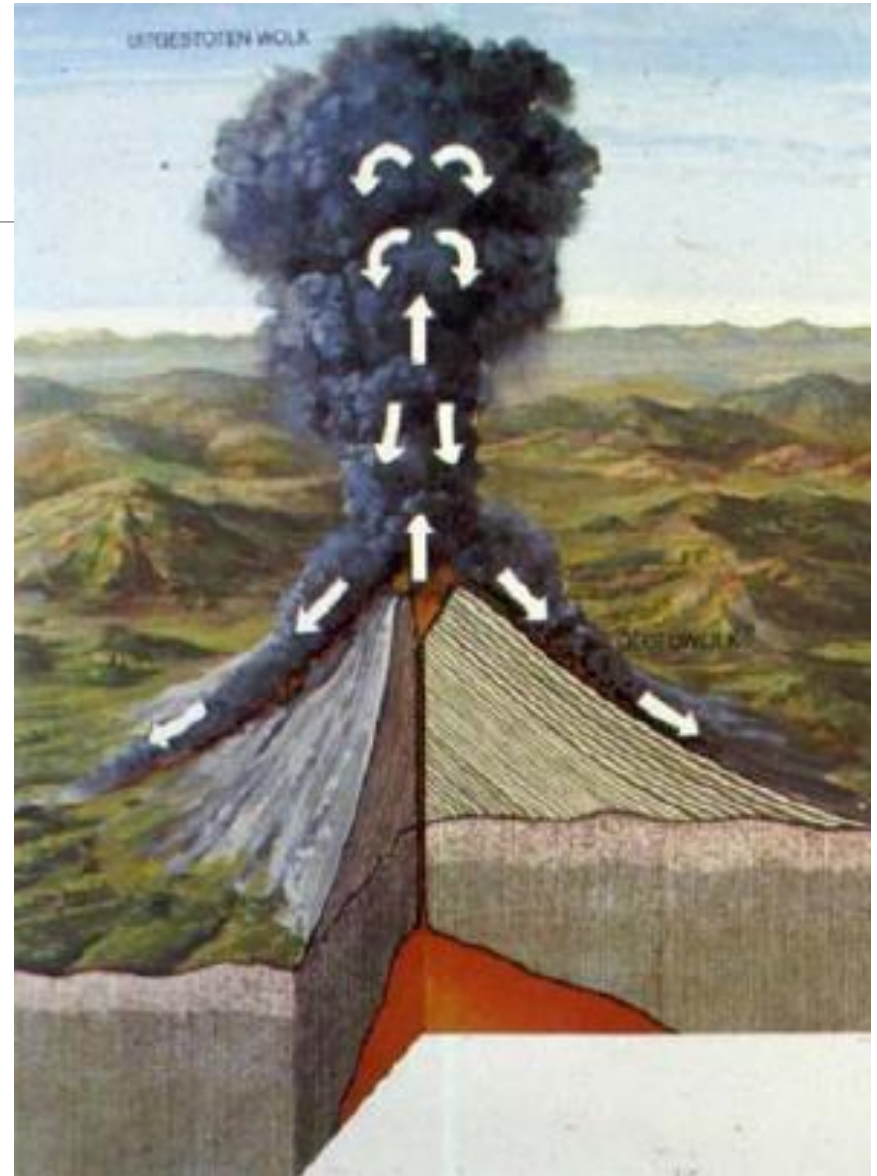
Ondas de Presión

En la erupción del Volcán Tambora en Indonesia, en 1815, se reportó una onda de choque que produjo la ruptura de vidrios de ventanales ubicados a 400 km de distancia.



Derrumbe y avalanchas

- Grandes deslizamientos que pueden ocurrir en un volcán, debido a la inestabilidad de los flancos.
- Puede producirse por una intrusión magmática, un sismo de gran magnitud o el debilitamiento de la estructura del volcán



Flujos de lava

Derrames de roca fundida, originados en un cráter o en fracturas de los flancos del volcán, que descienden por las laderas y las barrancas del mismo a bajas velocidades, por lo que representan poco peligro para las personas.



Gases Volcánicos

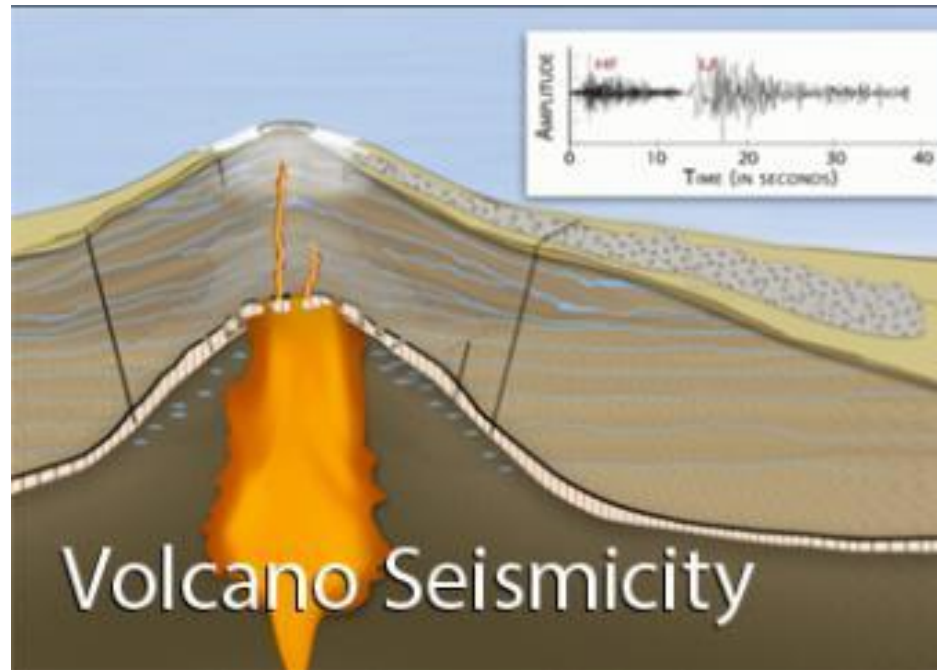
Los volcanes emiten gases durante las erupciones, incluso si el edificio no está en erupción, las grietas del subsuelo facilitan el movimiento de los gases hacia la superficie a través de pequeñas aberturas por medio de las llamadas fumarolas.

Más del 90% de los gases emitidos es vapor de agua, mientras que el 10% restante está representado por bióxido de carbono (CO_2) y bióxido de azufre (SO_2); así como, compuestos de cloro (Cl), flúor (F), monóxido de carbono (CO) y nitrógeno (N).



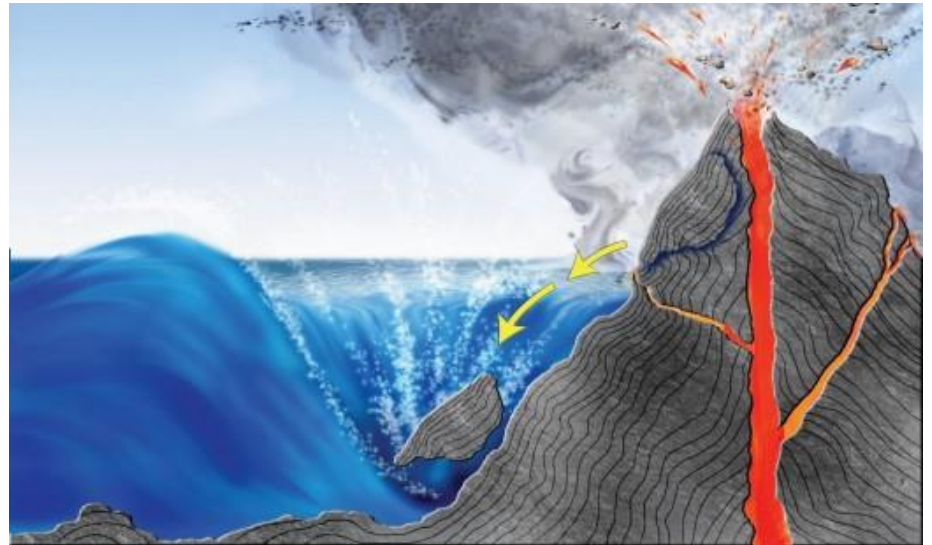
Sismos Volcánicos

Ocurren por movimientos magmáticos en el interior del volcán, sus magnitudes son pequeñas, su movimiento es rápido y los daños son insignificantes.



Tsunamis

Producidos por desplazamiento de masas de agua asociados a sismos volcánicos o caída de materiales al mar



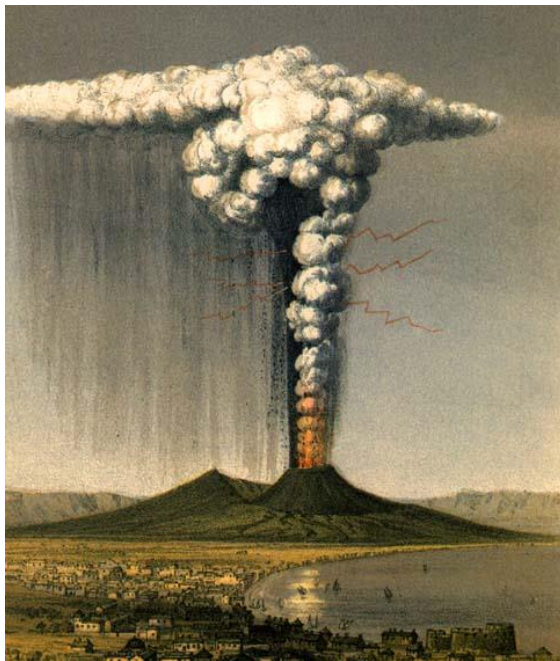
Santorini

Isla de Santorini, Grecia. Su erupción en 1650 a.C. produjo olas superiores a los 200 m que golpearon la costa de Creta, causando una violenta devastación y una gran crisis en la civilización minoica



Vesubio

Italia. En el año 79 d.C., la erupción del Vesubio cubrió de cenizas la ciudad de Pompeya y de fango las de Herculano y Stabias. La lluvia de cenizas húmedas formó un sello hermético sobre la ciudad conservando muchas estructuras públicas, templos, teatros, casas privadas y cadáveres.





Tambora

Indonesia. En abril de 1815 el volcán entró en erupción y sus 4330 m de altura sobre el nivel del mar quedaron reducidos a 2850.

La nube de cenizas se expandió a más de 600 km de distancia, la precipitación de cenizas cubrió zonas en un radio de 500.000 km² con un espesor de 3 m.

El ruido de la explosión se escuchó a más de 1500 km de distancia, los piroclastos y las nubes de ceniza mataron a 12.000 personas y debido a la hambruna provocada por la devastación de las cosechas murieron más de 49000, en las islas cercanas.



Krakatoa

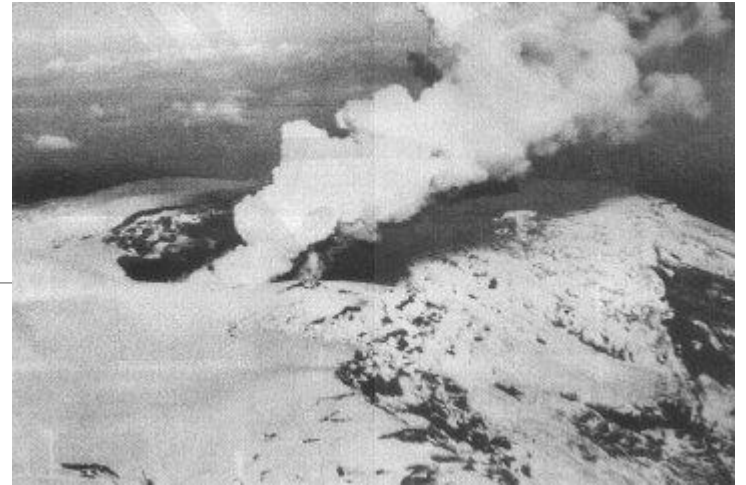
Sumatra, Indonesia. El 27 de agosto de 1883, el volcán Krakatoa entra en erupción, provocando la desaparición casi total de la isla situada en el estrecho de Java y Sumatra. El ruido provocado por la explosión se pudo oír a unos 4800 km de distancia. Murieron más de 40.000 personas por los tsunamis de hasta 35 m de altura provocados por la erupción, levanto una columna eruptiva de 40 km, cuyas cenizas giraron varios años en torno a la Tierra.



Armero Colombia

En noviembre de 1985 tuvo lugar la erupción del volcán Nevado del Ruíz, provocando una avalancha de lahar (fango volcánico) pues se derritieron las nieves eternas que había en su cumbre. Causó 23.000 víctimas y la desaparición total de la población de Armero arrasada por la avalancha y el desborde de las cuencas del río Lagunillas..

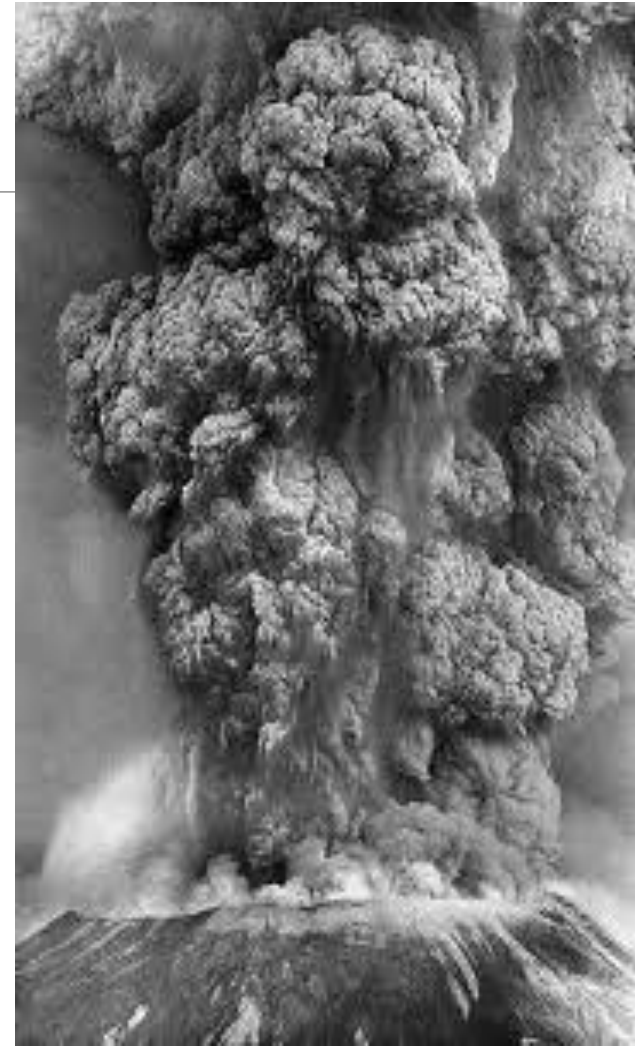




Mt. Santa Helena

Washington, EUA, 19 de Mayo de 1980. Una gigantesca explosión arrancó parte de la cumbre de la montaña reduciéndola a fragmentos; la energía liberada fue igual a la de 27.000 bombas nucleares como la de Hiroshima. Al hacer erupción toda la tierra y nieve que había en gran parte de el se deslizó hasta llegar al lago Spirit y causo un megatsunami de 250 metros de altura, fue el deslizamiento mas grande registrado en la historia.





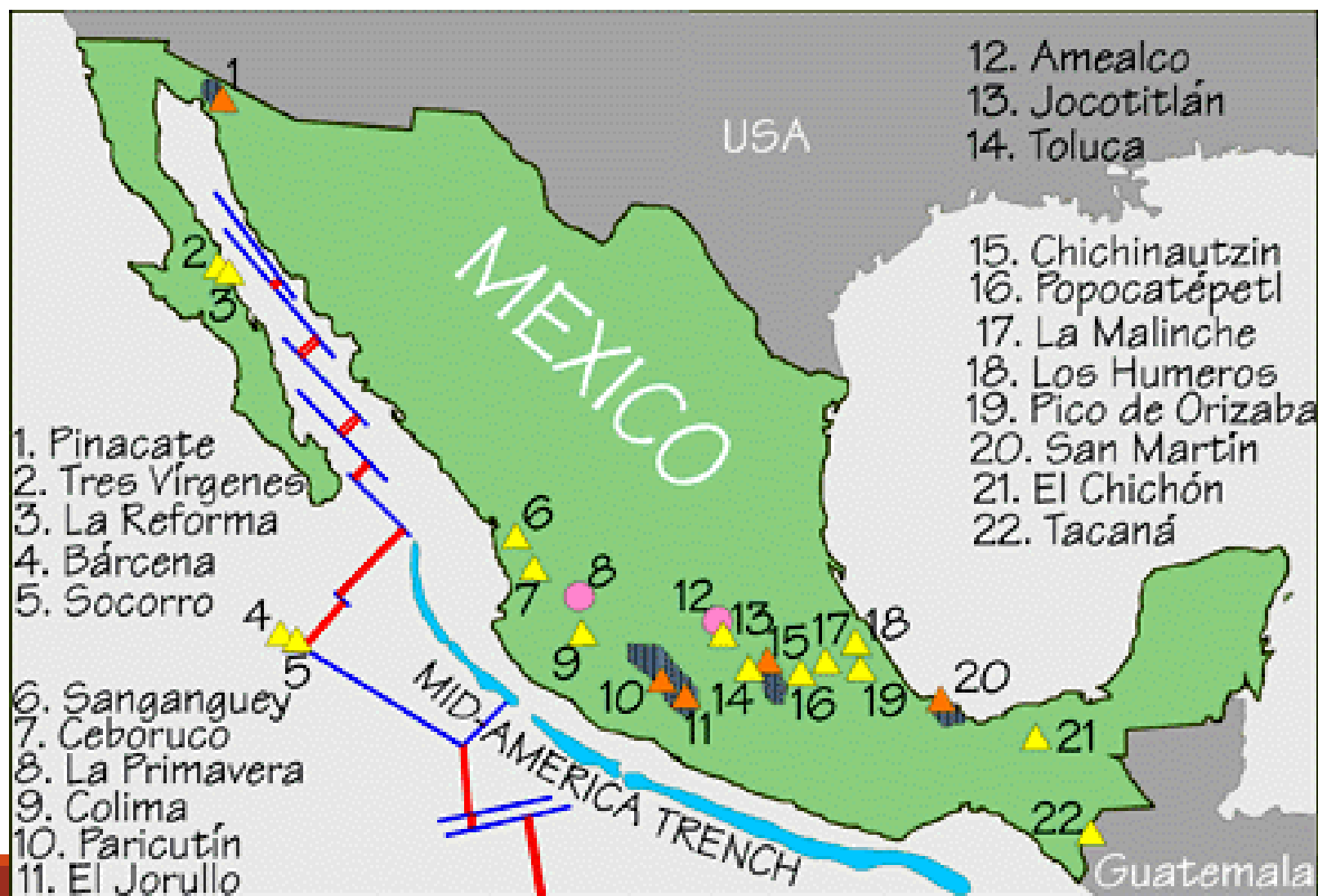
Pinatubo

Monte Pinatubo Filipinas, junio de 1991. Una nube ardiente viajó a gran velocidad, con una enorme fuerza destructiva y temperaturas entre 350 C° y 1000 C° arrasó todo lo que encontraba a su paso. Gases venenosos con ondas expansivas de trayectoria y flujos piroclásticos de trayectoria balística que junto a coladas de barro, con temperaturas de 8,000 °C crearon un paisaje. El flujo piroclástico, las cenizas y los deslizamientos de tierra y lava provocaron cuantiosos daños materiales y económicos. Aumento del nivel del mar y cambios de temperatura.





Principales Volcanes en México



Popocatépetl

- Desde 1354 se han registrado 18 erupciones.
- En 1947 ocurrió una erupción de consideración, para iniciar así un periodo de actividad.
- El 21 de diciembre de 1994 registró una explosión que produjo gas y cenizas que fueron transportados por los vientos dominantes a más de 25 km de distancia.
- La última erupción violenta del volcán se registró en diciembre de 2000.
- El 25 de diciembre de 2005 se produjo en el cráter del volcán una nueva explosión, que provocó una columna de humo y cenizas de tres kilómetros de altura y la expulsión de lava.





Popocatépetl



Volcán de fuego

Colima. A lo largo de 500 años el volcán ha tenido más de 40 explosiones desde 1576, de las cuales destacan las de 1585, 1606, 1622, 1690, 1818, 1890, 1903, la más violenta la de 1913, febrero de 1999, 6 de junio del 2005, se produjo una columna eruptiva que alcanzó 4 km sobre el volcán, arrojando cenizas de roca y piroclásticos.

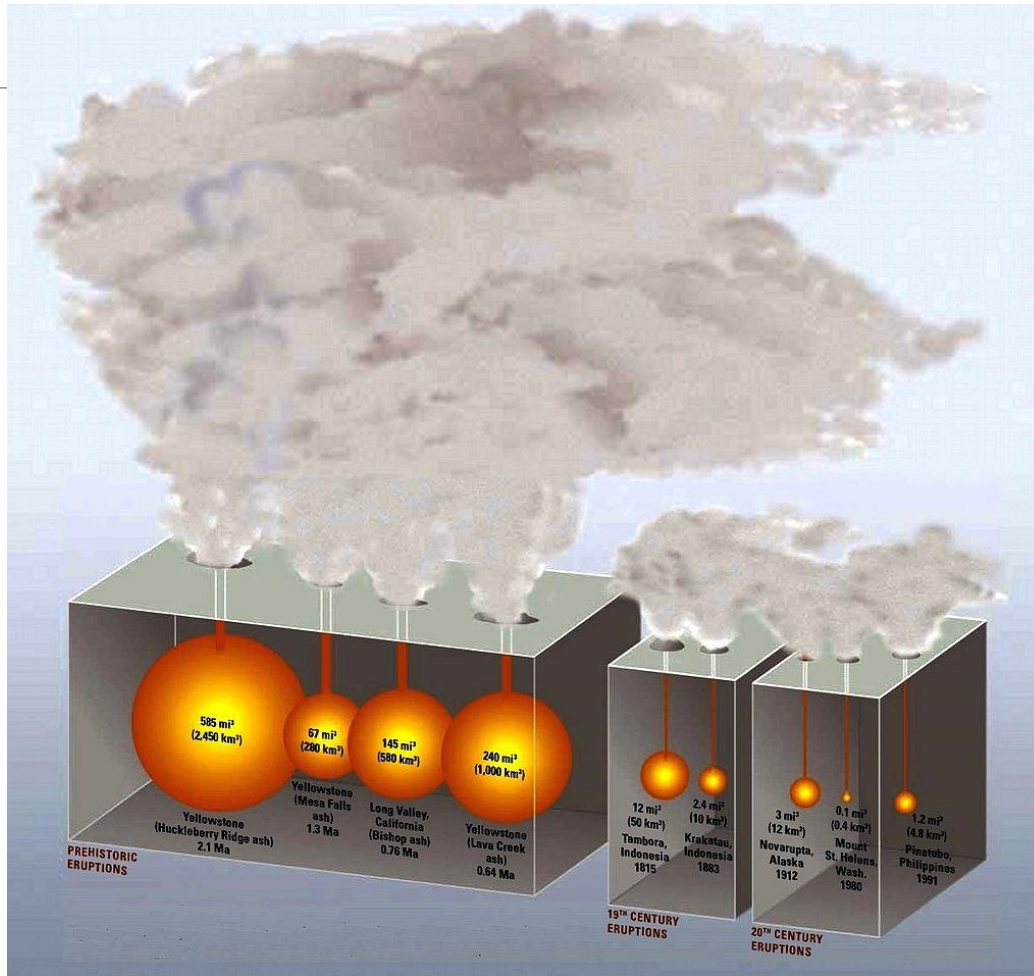


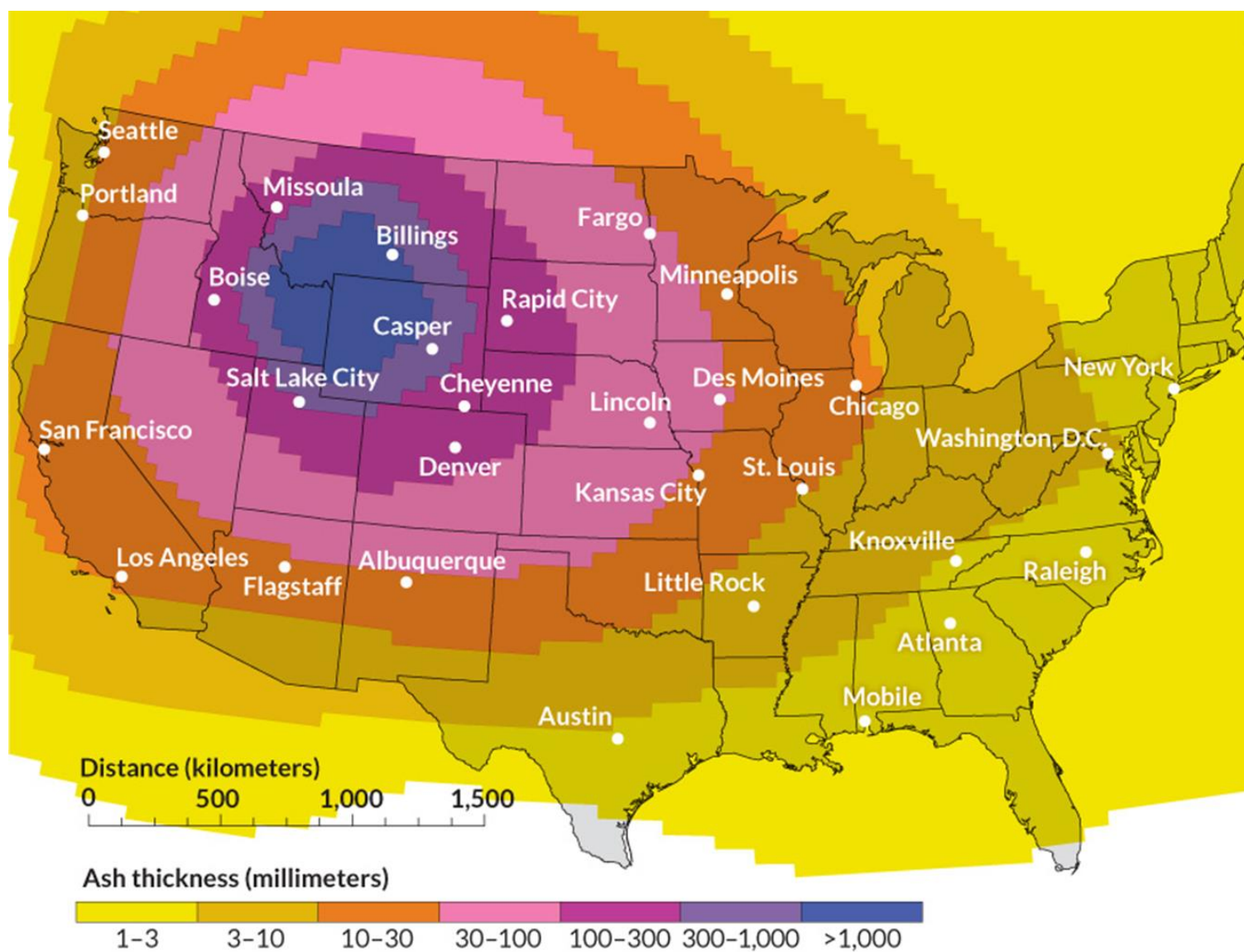


Volcán de fuego



Riesgo de Yellowstone





Preguntas ??





Geología Ambiental

Semestre 2019-2



Fenómenos Químico Tecnológicos

Fenómenos Químico Tecnológico: **Explosiones**



Explosiones

Una explosión es la liberación en forma violenta de energía, normalmente acompañada de altas temperaturas y de la liberación de gases.

El efecto destructivo de una explosión produce destrucción de edificaciones y la muerte de personas en forma inmediata.





Fenómenos Químico Tecnológico: **Incendios**



Incendios

Un incendio es un fuego no controlado que puede ser extremadamente peligroso para los seres vivos y las estructuras.

La exposición a un incendio puede producir la muerte, generalmente por inhalación de humos, por desvanecimiento por asfixia o por quemaduras graves.



Fenómenos Químico Tecnológico: Fuga de materiales peligrosos



Materiales Peligrosos

Aquel que, durante su normal manejo, transporte y almacenamiento, puede representar un peligro para la integridad de los seres humanos, animales y medio ambiente.



RIESGO QUIMICO

Es aquel riesgo susceptible de ser producido por una exposición no controlada a agentes químicos la cual puede producir efectos agudos o crónicos y la aparición de enfermedades.

Los productos químicos tóxicos también pueden provocar consecuencias locales y sistémicas según la naturaleza del producto y la vía de exposición.



Tabla 1. Principales accidentes químicos a nivel mundial

País	Tipo de Evento	Consecuencias
Oppau (Alemania) 1921	Explosión de 4,500 toneladas de sulfato de amonio y nitrato de amonio.	La explosión forma un cráter de 105 metros de diámetro y 14 metros de profundidad. 561 muertos
Cleveland, Ohio (USA) 1929	Incendio en un hospital al quemarse placas de rayos X de nitrocelulosa.	125 muertos. La mayoría de las muertes por la inhalación de vapores tóxicos.
Lakehurst, New Jersey (USA), 1937	Incendio de 198,221 metros cúbicos de hidrógeno en el zepelín Hindenburg.	35 muertos
Lagunillas (Venezuela), 1939	Incendio en una refinería.	Destrucción de una población 500 muertos
Bombay Harbor (India), 1944	Explosión en un almacén de municiones.	700 muertos 1,000 a 2,000 afectados
Cleveland, Ohio (USA), 1944	Explosión e incendio en una planta de Gas LP.	135 muertos 200 a 400 afectados
Texas City, Texas (USA), 1947	Explosión de 50 contenedores con nitrato de amonio.	561 muertos 3,000 afectados
Ludwigshafen (Alemania), 1948	Fuga de dimetil éter de un carro tanque de ferrocarril.	Explosión de una nube de vapor 245 muertos 2,500 afectados
New York City (USA), 1949	Fuga y explosión de disulfuro de carbono en un paso a desnivel.	23 autos destruidos Destrucción en 150 metros a la redonda
Cali (Colombia), 1956	Explosión de un camión militar con dinamita.	1,100 muertos 2,000 edificios destruidos
Habana (Cuba), 1960	Explosión de un barco con dinamita.	100 muertos
Islas Cornwall (Inglaterra), 1967	Derrame al mar de 120,000 toneladas de crudo del buque Torrey Canyon.	Contaminación a flora y fauna marina 20,000 aves muertas Mancha de 70 km x 40 km
Staten Island, New York (USA), 1973	Explosión en almacén de Gas LP.	40 muertos
Flixborough (Inglaterra), 1974	Explosión por fuga de 38 toneladas de ciclohexano.	28 muertos y cientos de heridos Destrucción completa de las instalaciones
Cubatão (Brasil), 1974	Bola de fuego de gasolina por fuga de un ducto.	Al menos 500 muertos Graves daños al medio ambiente
Estrecho de Magallanes (Chile), 1974	Derrame al mar de 53,000 toneladas de crudo del buque tanque metula.	Contaminación de flora y fauna marina
Beek (Países Bajos), 1975	Explosión de una nube de vapor con 5.5 toneladas de propileno.	14 muertos
Seveso (Italia), 1976	Reacción química fuera de control que provoca el venteo de un reactor. Liberación de dioxina a la atmósfera.	Más de 1,000 evacuados Abortos espontáneos Contaminación de suelo
Coruña (España), 1976	Derrame al mar de 100,000 toneladas de crudo del buque Urquiola.	Daños a la flora y fauna marina
San Carlos de la Rápita (España), 1978	Explosión BLEVE de un camión cargado con 42 metros cúbicos de propileno al chocar contra un campamento.	215 muertos Cráter de 20 metros Destrucción completa del campamento

País	Tipo de Evento	Consecuencias
Portsall (Canal de la Mancha), 1978	Derrame al mar de 200,000 toneladas de crudo por el buque Amoco Cádiz.	Daños a la flora y fauna marina
Campeche (México), 1979	Derrame al mar de 530,000 toneladas de hidrocarburos de la plataforma marina Ixtoc I.	Daños severos a la flora y fauna marina
Ortuela (España), 1980	Fuga de gas en una escuela.	64 niños muertos
Salang Pass (Afganistán), 1982	Choque y explosión de un contenedor militar en un túnel de 2.5 km.	1,000 a 2,500 muertos
Cubatão, Sao Paulo (Brasil), 1984	Derrame de 700 toneladas de gasolina de un ducto de 24 pulgadas.	508 muertos
San Juan Ixhuatepec (México), 1984.	Numerosas explosiones (15 BLEVE's) de esferas y tanques de Gas L.P.	Más de 500 muertos Más de 4,500 heridos Más de 1,000 desaparecidos Destrucción masiva de viviendas
Bhopal (India), 1984	Escape de isocianato de metilo en una planta de fabricación de insecticidas.	3,500 muertos 3,500 afectados 150,000 personas requirieron tratamiento médico Efectos a largo plazo
Basel (Suiza), 1986	Incendio de una planta química y contaminación del Río Rhine con insecticidas y dioxinas.	Contaminación del Río Rhine Miles de peces muertos Afectación a los ecosistemas
Alpha Plataforma (Mar del Norte), 1988	Fuego y explosión en plataforma marina.	165 muertes
Pasadena Texas (USA), 1989	Fuego y explosión en una refinería de Phillips Petroleum.	Escape de 39 toneladas de isocetileno 23 muertos
Ufa (Rusia), 1989	Explosión de un gasoducto.	650 muertos
Alaska (USA), 1989	Derrame al mar de 41,600 toneladas de hidrocarburos del buquetanque Exxon Valdez.	Daños graves a la flora y fauna marina 2,000 Km. de costa dañada
Galvestone (USA), 1990	Derrame al mar de 20.5 millones de litros de crudo del buque tanque Mega Borg.	Graves daños a la flora y fauna marina
Guadalajara (México), 1992	Serie de explosiones en la red de alcantarillado de la ciudad de Guadalajara por vertidos incontrolados de combustible procedente de la planta de Petróleos Mexicanos, PEMEX.	190 muertos 470 heridos 6,500 damnificados 1,547 edificios dañados 600 vehículos dañados 13 kilómetros de calles destruidas
Coruña (España), 1992	Derrame al mar de 80,000 toneladas de crudo del buque tanque Mar Egeo.	Graves daños a la flora y fauna marina
Baku (Azerbaijan), 1994	Incendio de un tren con sustancias químicas en un túnel.	300 muertos 200 afectados
Taege (Sur Corea), 1995	Explosión de gas en tren.	110 muertos
Hyderabad (India), 1997	Incendio y explosión en una refinería.	28 muertos 100 afectados
Lagos (Nigeria), 1998	Ruptura y explosión de un gasoducto.	500 muertos
San Cristóbal (Islas Galápagos), 2001	Derrame al mar de 919,828 litros de combustible del buque-tanque Jessica.	Graves daños a flora y fauna marina
Galicia (España), 2002	Derrame al mar de 77,127 toneladas de crudo del buque tanque Prestige.	Graves daños a flora y fauna marina 115,000 aves muertas

Fuente: Dennis P. Nolan y PNUMA



Sustancia:

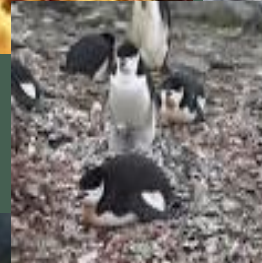
se entiende por sustancia: "los elementos químicos y sus compuestos en estado natural o los obtenidos mediante cualquier procedimiento de producción incluidos los aditivos necesarios para conservar la estabilidad del

producto.
Los productos químicos peligrosos son aquellos que pueden producir un daño a la salud de las personas o un perjuicio al medio ambiente.



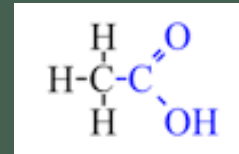
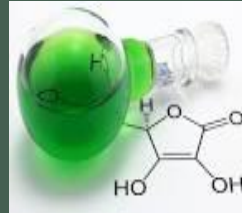
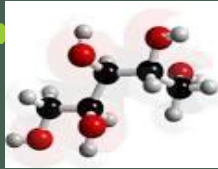
En todos los lugares encontramos sustancias químicas, ya sea en productos de uso habitual (como productos de limpieza o fumigación, colas, pinturas, disolventes, tintas), o en forma de humos, vapores, residuos o líquidos residuales, e incluso como componentes o contaminantes de los bienes fabricados.

Contaminan ríos, lagos, suelo, aire y mares.



Factores que determinan el tipo de efecto tóxico que puede provocar un producto químico.

- La composición química de la sustancia.



- La forma física del producto.



- La vía de penetración del producto químico en el organismo.



TIPOS DE PRODUCTOS QUÍMICOS

- Sólidos
- Polvos
- Líquidos
- Vapores
- Gases



- Explosivos
- Inflamables
- Extremadamente inflamable
- Comburentes
- Corrosivos
- Irritantes
- Nocivos
- Tóxicos
- Radioactivos
- Contaminante biológico
- Peligroso para el medio ambiente



Afectación por productos químicos

- Efectos agudos y crónicos
 - Efectos locales y sistémicos
 - Reacciones alérgicas
 - Interacciones
-
- 100 mil sustancias de uso global
 - 1000 nuevas cada año
 - Una misma sustancia puede estar en distintas clases, según presentación, concentración

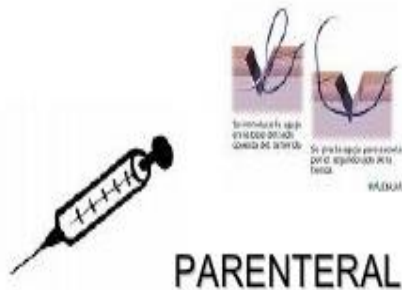
Vías de Entrada Contaminantes

RESPIRACIÓN



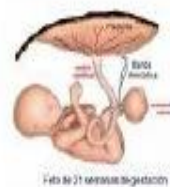
CUTÁNEA

DIGESTIVA



PARENTERAL

OTROS: VISUAL / OCULAR / CORDÓN





TIPOS DE EFECTOS TÓXICOS PROVOCADOS POR SUSTANCIAS QUÍMICAS.

Propiedad tóxica	Parte del cuerpo afectada	Tiempo en aparecer	Efecto	Ejemplo producto químico
Irritante o corrosiva.	Los ojos, los pulmones y la piel.	De unos minutos a varios días.	Inflamación, quemaduras y ampollas de la zona expuesta. La exposición crónica puede provocar daños permanentes.	Amoníaco, ácido sulfúrico, óxido de nitrógeno, soda cáustica.
Alérgica.	Los pulmones y la piel	De días a años.	En los pulmones puede provocar enfermedades crónicas similares al asma e incapacidad permanente.	Disocianato de tolueno (DIT), endurecedores por aminas para resinas epoxido.
Dermatítica.	Según la piel.	De días a años.	Sarpullidos con inflamación y escamación de la piel. Puede proceder de una exposición crónica a productos irritantes.	Ácidos muy ionizados, álcalis, detergentes.

Desastres químicos

Emergencias con
materiales
peligrosos

Emergencias
tecnológicas

Emergencias
ambientales



Desastres tecnológicos

- Comprende un gran número de tipos
- Los factores humanos juegan un papel importante
- La vulnerabilidad y la exposición al peligro reflejan cambios en la Sociedad
 - Urbanización
 - Industrialización Global

Actuación Lenta

- Contaminación de suelo y agua
- Contaminación de aire
- Afectación ocupacional
- Afectación por estilo de



Bisinosis (inhalacion de fibra de algodón) , Greenville SC



Envenenamiento por arsénico



Arsénico



Londres Smog Nov 1952



Bangkok smog



Tanques de combustible



Rio Sonora, derrame de sulfato de cobre acidulado





De actuación Rápida

- Incendios
 - Fallos de estructuras
 - Accidentes de Transporte
 - Accidentes industriales
- 

Grandes Incendios

- 1666 Gran incendio en Londres: 13,200 casas destruidas
- 1871 Incendio en Chicago: 18,000 casas destruidas



Amazonas, 2019



Guardería ABC, Hermosillo, 2009

49 niños muertos,
heridos



Derrames de petróleo

Exxon Valdez, Alaska



- Golfo de Mexico, 2010,
- Derrame de petroleo Deep Horizon



Fotografía: <https://bit.ly/2K18cO>



Explosiones

San Juanico, MEXICO DF /

MEXICO - 1984

- Central de distribución de GLP (gas licuado de petróleo)
- Rotura de un caño entre tanques
- Incendio
- Explosiones de vapores expandidos (BLEVE)
- Falta de preparación y equipamiento

Mexico, 19 Nov 1984

- San Juanico, Explosión de planta de Gas
- 452 muertos, 31,000 sin casa, 300,000 evacuados



Explosion de ducto de gas, Guadalajara, 1992



BHOPAL - INDIA - 1984

- Almacenamiento de una cantidad muy grande de Isocianato de Metilo (MIC)
- Introducción de agua en el tanque de MIC (operación no autorizada)
- Escape descontrolado de MIC luego de la reacción exotérmica con el agua
- Falta de equipamientos para la respuesta y de cooperación con autoridades
- 2.000 muertos al año y 200.000 heridos. 34.000 quedaron incapacitados







Copyright © 1996 EarthBase/Liaison Agency. All rights reserved.
Photo by Pablo Bartholomew

Fumigación con DDT , 1948



Pesticidas en Singapur



Avion fumigador, Valle del Yaqui



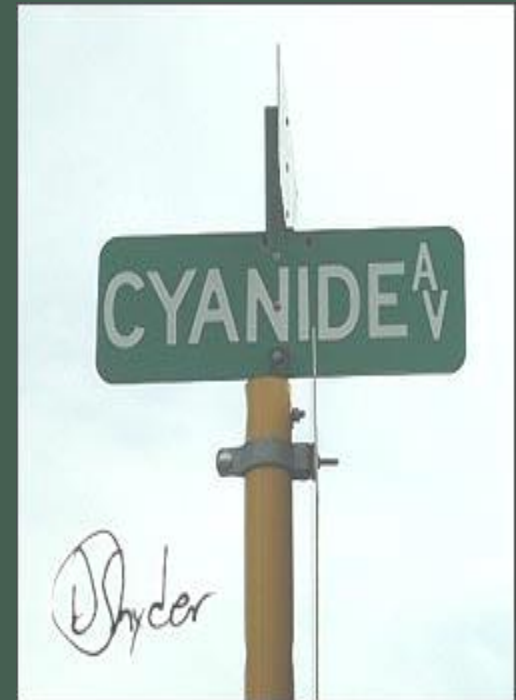
Algunas conclusiones:

Túnel de Mont
Blanc
Incendio 39
muertos



Globalización de la tecnología

- Globalización de plantas químicas
- Agroquímicos
- Minería
- Derivados del petróleo



La Exposición se ha incrementado

- Mas población vive en áreas urbanas densas y estan expuestas al peligro
- Nuevas y más ponderosas tecnologías (raticidas, detergents, insecticidas)
- Nuevos y desconocidos peliaros tecnológicos (electrónicos, nuevas susto... ados.





son
previsibles

Dormagen / Alemania, 1999
Explosión al cargar 2000 ton de gasolina
3 Heridos



Los riesgos
no fueron
debidamen
te
identificado
s



Pérdida en cañerías
Nigeria, 1998
Explosión
650 personas muertas



Los
riesgos no
fueron
tomados
con
seriedad

Tauern Tunnel, 1999
14 personas muertas

Déficit en la capacidad de respuesta (infraestructura, organización; capacitación)



Wuppertal, Alemania, 1999
Explosión en una planta química
94 personas lesionadas
Daños por US\$ 35 millones

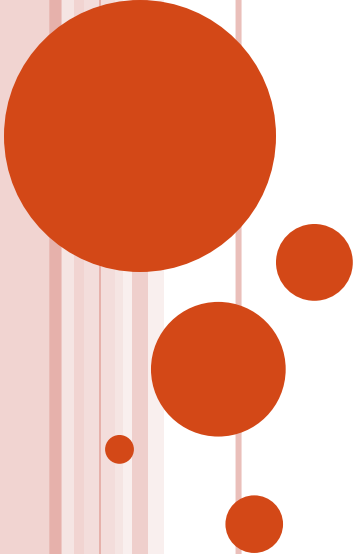


Bhopal, India, 1984

La población
afectada no era
consciente de los
riesgos ni sabía
cómo reaccionar

Preguntas





GEOLOGÍA AMBIENTAL

Semestre 2019-2

TIPOS DE DESASTRES



Naturales
Humanos

Con influencia humana

Meteorológicos	Geológicos- Geomorfológicos	Ecológicos	Tecnológicos	Globales- Ambientales	Extra- terrestres
Sequía Tormentas de polvo Inundación Tormentas eléctricas Tormentas de viento Tornados Huracanes Ciclones	Terremotos Tsunamis Erupciones volcánicas Deslizamiento Avalanchas de nieve Hundimientos Colapsos Contaminación de agua subterránea Quema de carbón Erosión costera	Enfermedades de cultivos Plagas de insectos Incendios forestales Declive de manglares Declive de arrecifes de coral	Conflictos armados Minas terrestres Accidentes químicos y nucleares Derrames de petróleo Contaminación de agua-suelo-aire Pesticidas Incendios Accidentes de tráfico	Lluvia ácida Contaminación atmosférica Efecto invernadero Aumento del nivel del mar El Niño Reducción del Ozono	Impacto de asteroides Aurora boreal

LA AMENAZA DE IMPACTOS EXTRATERRESTRES

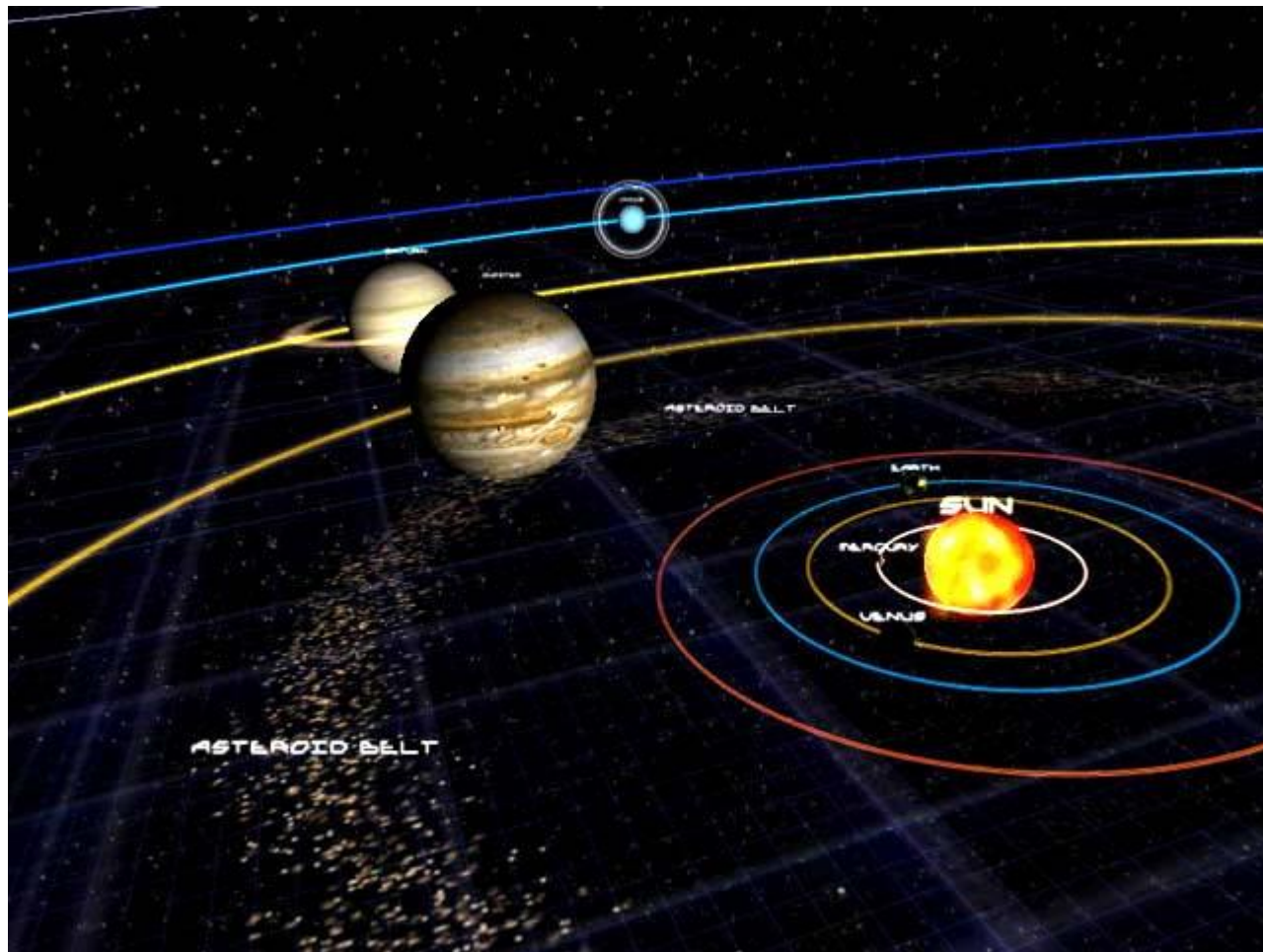


El proceso que formó a los planetas formó asimismo asteroides y cometas.

Ocasionalmente estos atraviesan la órbita terrestre y pueden golpear a la Tierra.



EL SISTEMA SOLAR



Theia and Earth



<http://www.astrosurf.com/luxorion/sysol-lune4.htm>



IMPACTOS EXTRATERRESTRES

- Cada año existe una probabilidad de 1 en 200,000 de que un asteroide o cometa de mas de un kilómetro de ancho golpee la Tierra.
- 40 % de estos objetos no se han descubierto y pueden golpear sin aviso amenazando el futuro de la civilización.
- Este es un ejemplo extremo de un desastres natural con poca probabilidad de ocurrir pero con consecuencias mayores.

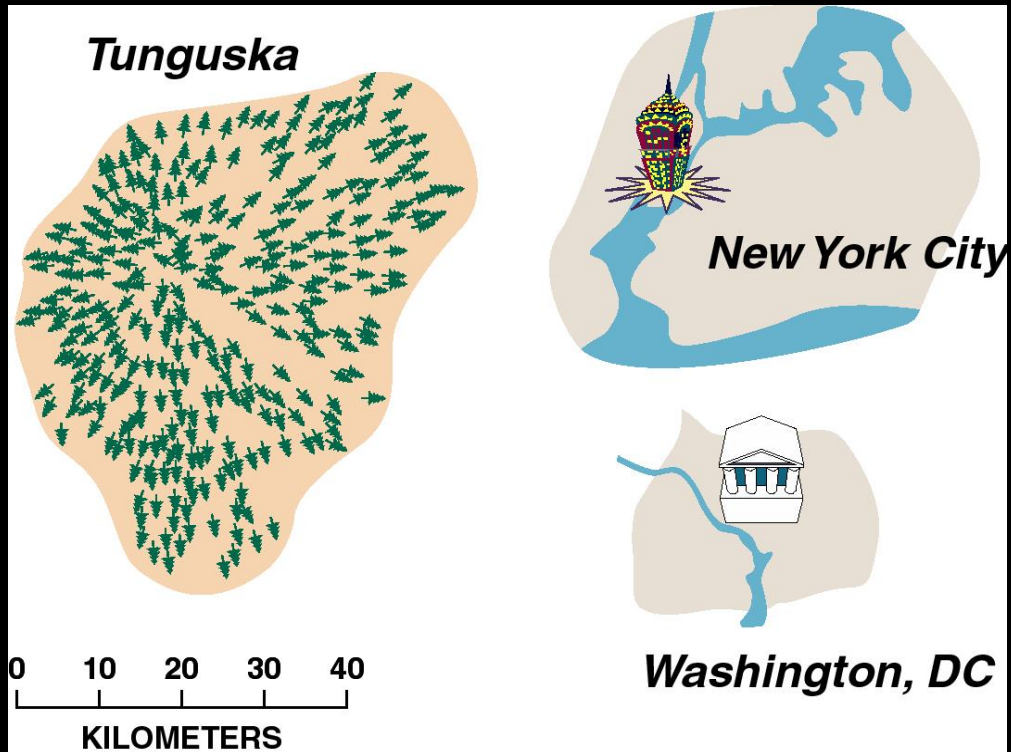


PEQUEÑOS IMPACTOS OCURREN FRECUENTEMENTE

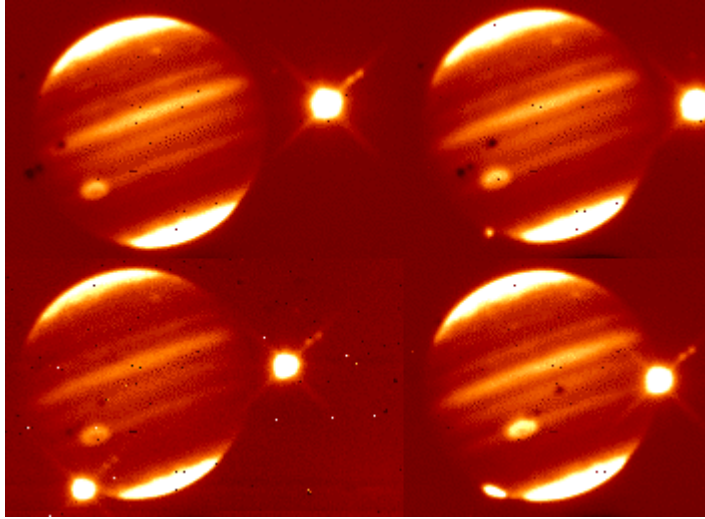


IMPACTOS MAYORES OCURREN RARAMENTE EN LA HISTORIA HUMANA

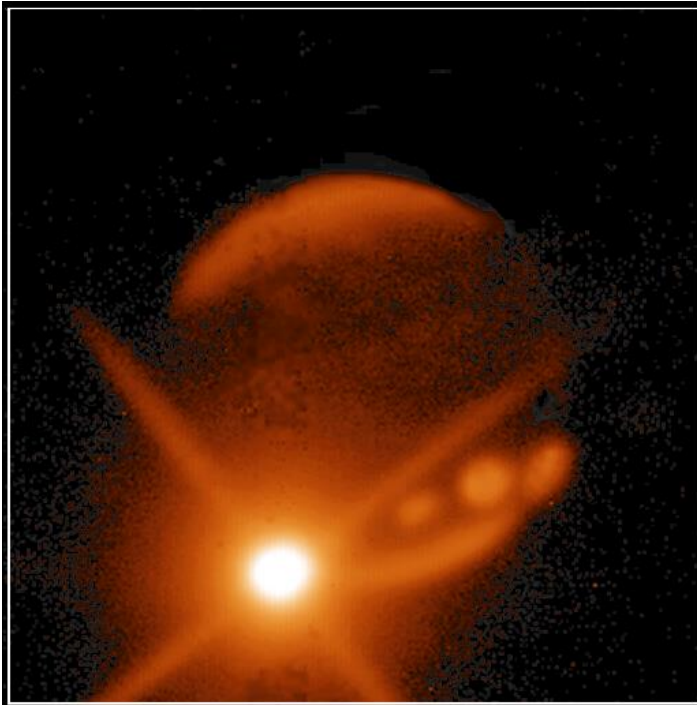
**Ejemplo Tunguska en Siberia
en 1915.**



IMPACTOS TODAVÍA MAYORES SON MUCHO MÁS RAROS



- El Cometa Shoemaker-Levy 9 golpeo Jupiter en 1994, Las huellas del impacto son del tamaño de la Tierra,

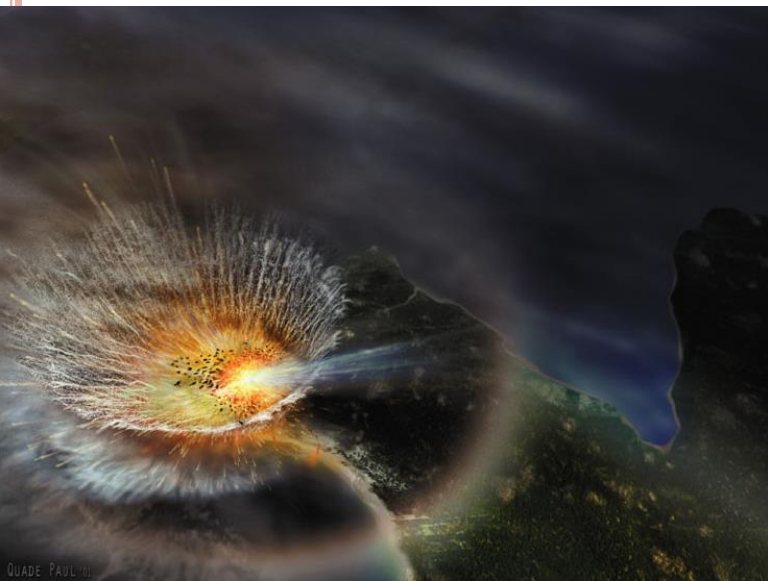
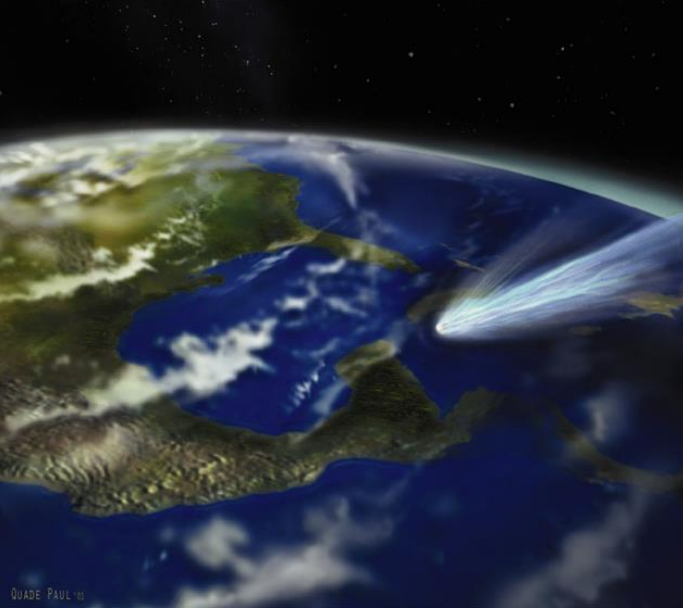


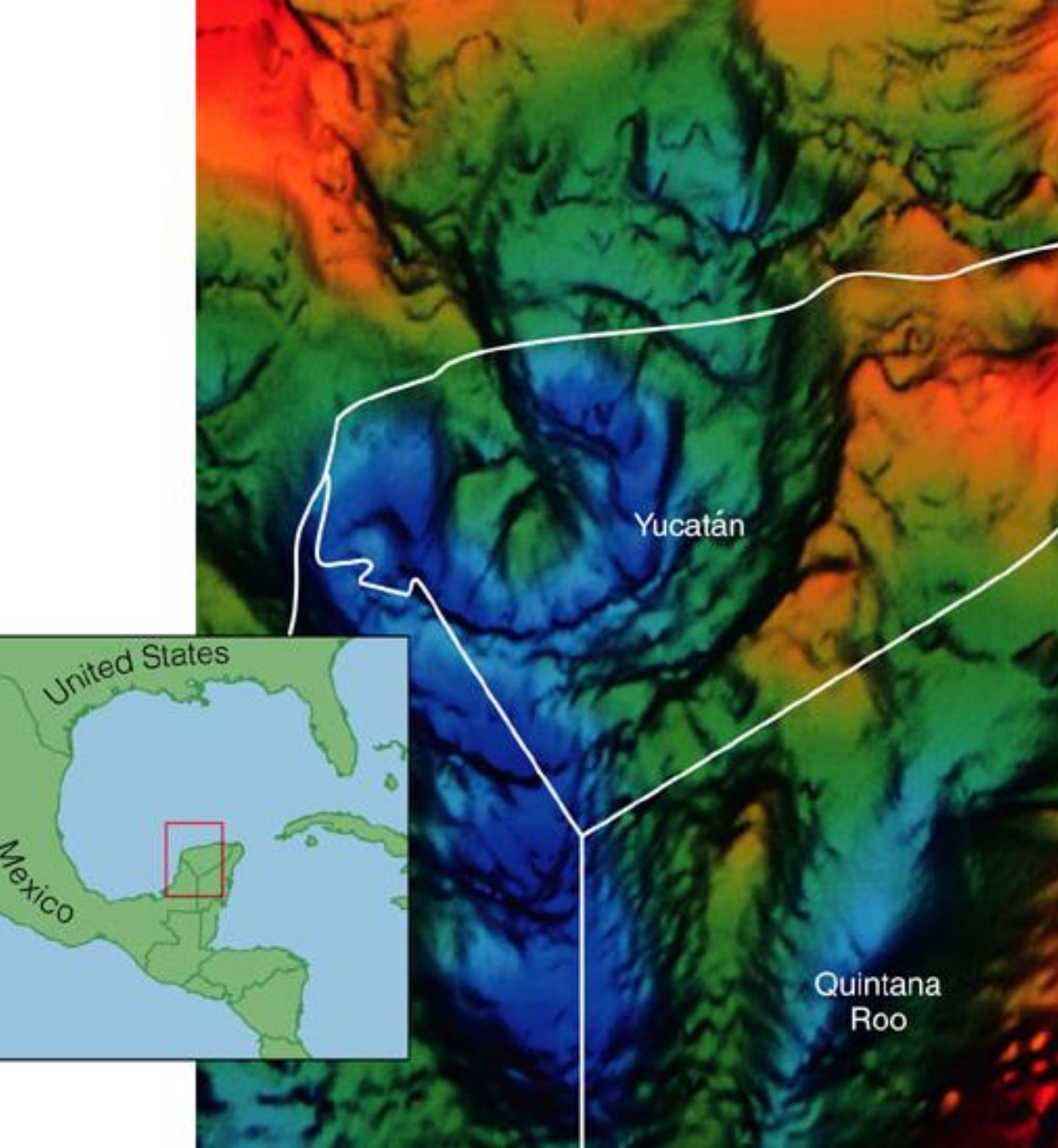
- Grandes impactos con influencia global afectan a la Tierra cada millón de años.



IMPACTOS EXTRAORDINARIOS OCURRIERON POR EJEMPLO
HACE 65 MILLONES DE AÑOS



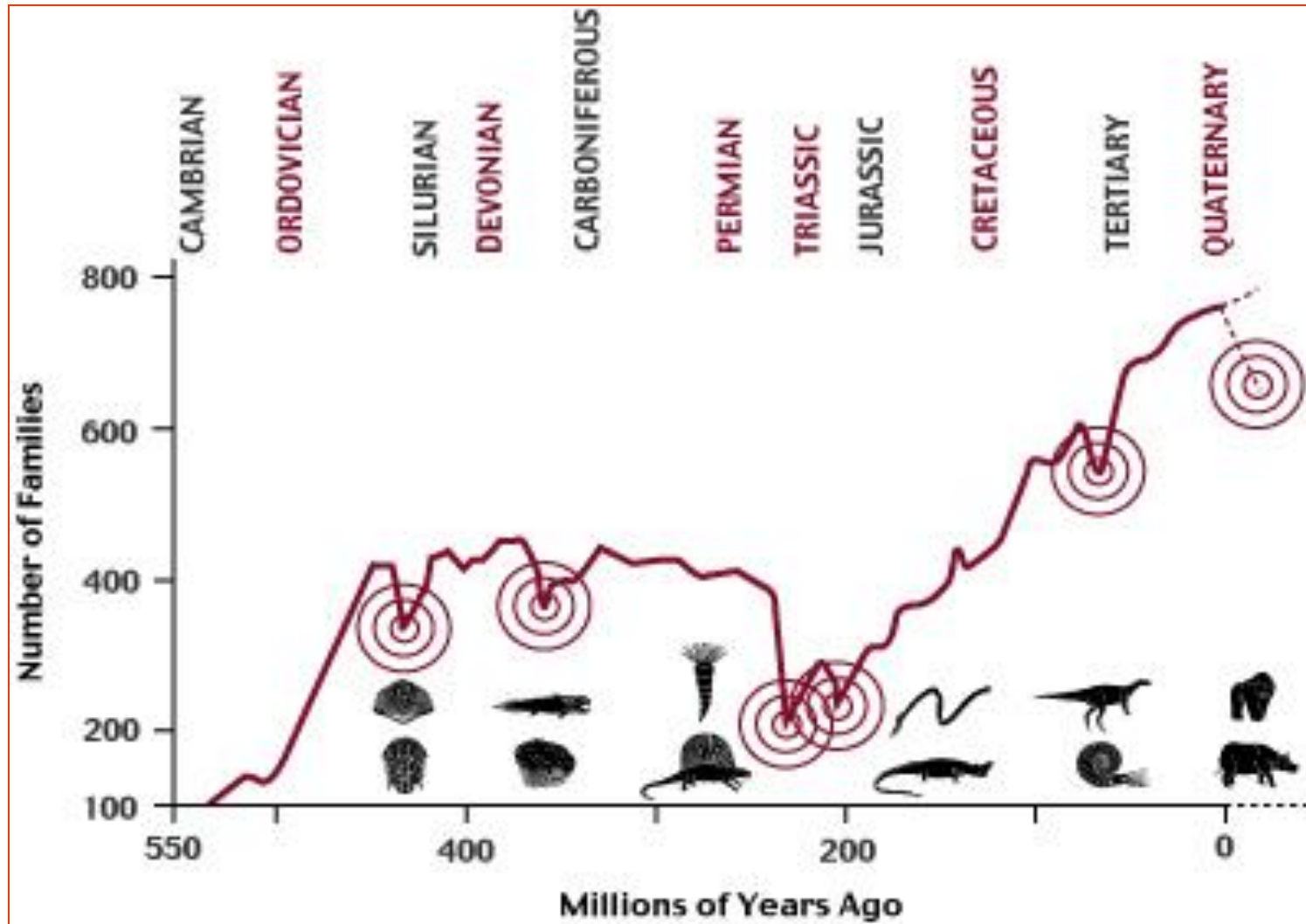




Evidencia una capa
rica en iridio, un
mineral común solo
en cuerpos
extraterrestres



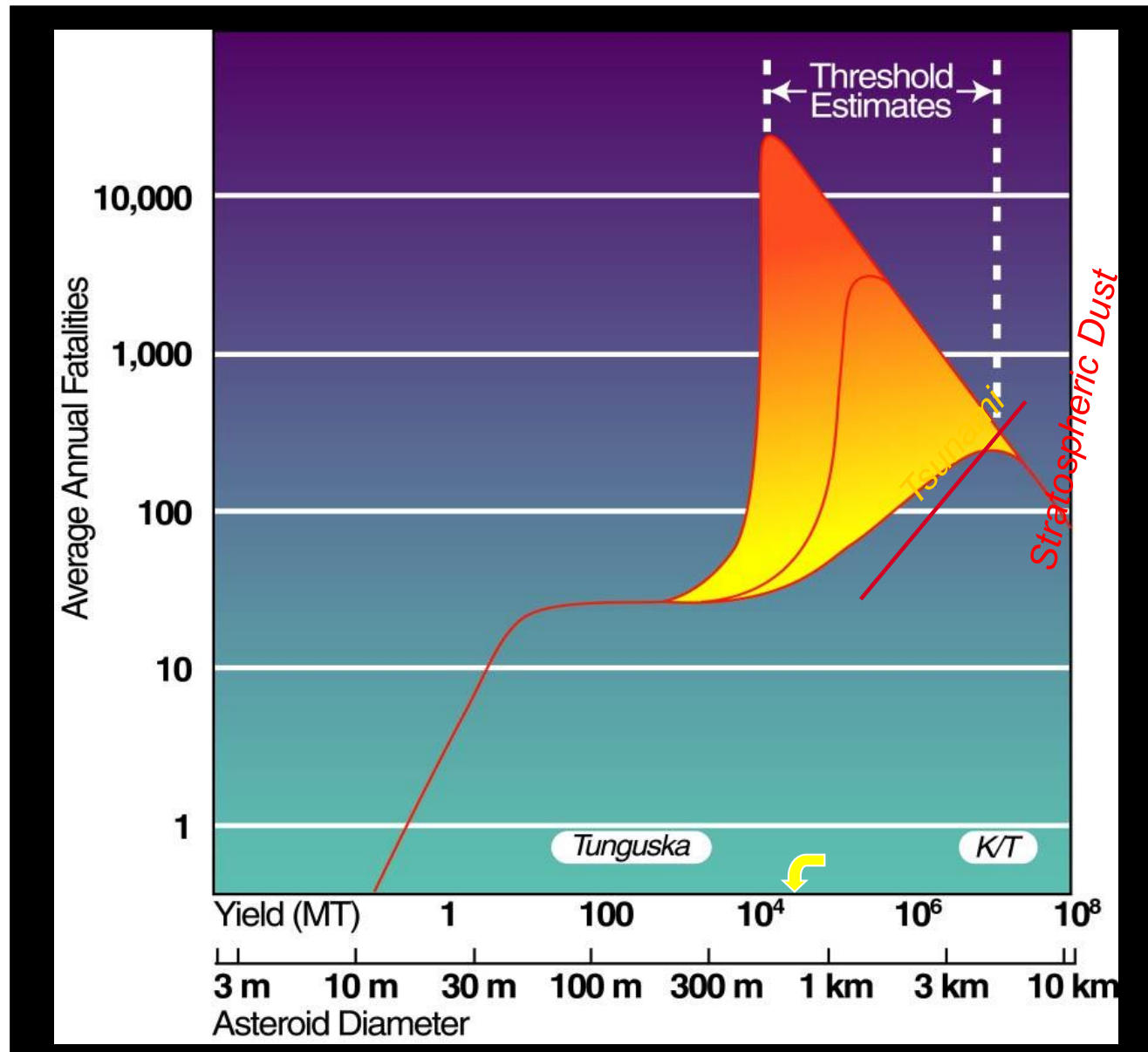
EXTINCCIONES MASIVAS

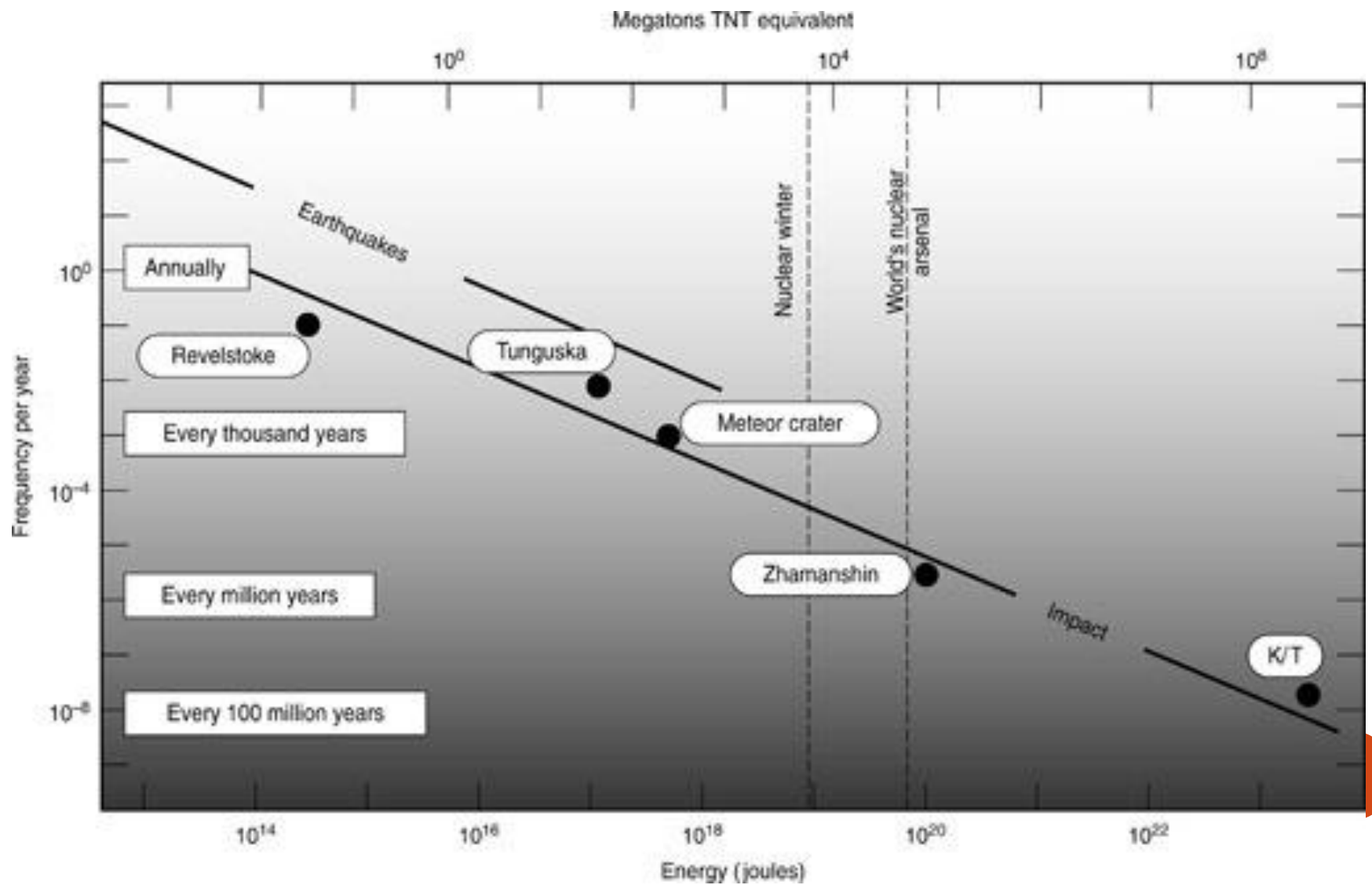


CLASIFICACIÓN DE AMENAZAS

Periodicidad	Impacto	Efecto	Riesgo
Decada	Desintegración en la atmósfera	Proyectiles de dispersan a altura mayores de 40 km	Daño despreciable en la superficie
Milenio	Efectos regionales (impacto, Tsunami)	Proyectile crean cráteres o explotan cerca de la superficie	Daño severo localizado por inundación o Tsunami
Un Millon de años	Daño global	Cambio climático global de corta duración	Pérdidas globales de la agricultura e impacto en la civilización
Cientos de Millones de años	Extinción masiva	Destrucción ambiental severa	Muchas especies desaparecen. Extinción de raza humana

PERDIDAS VS TAMAÑO





METEORITO
PEEKSKILL, NY
1992



CARANGAS, PERU, 2007



SIKHOTE-ALIN
FEBRERO 12, 1947

$M_{ASA} = 100,000$
KG



CRATER SKHOTE-ALIN EN 1947



RETRONO AL ESPACIO





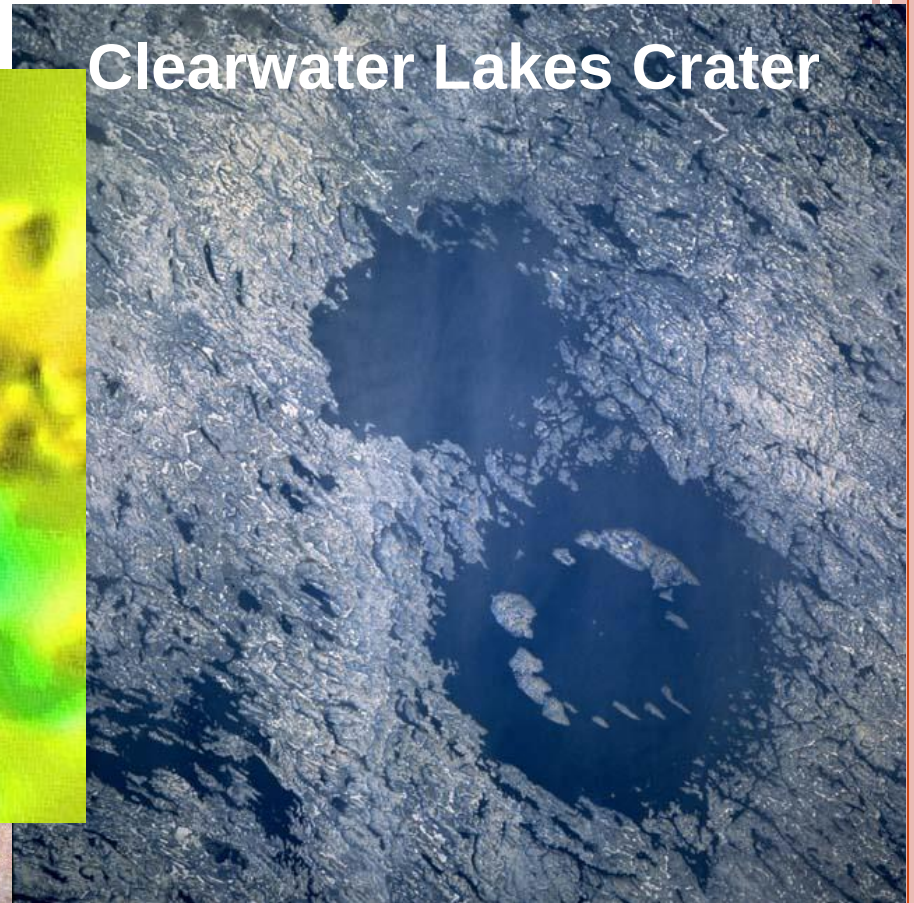
Meteor Crater, Arizona: hace 50,000 (meteorito de 50 metros)



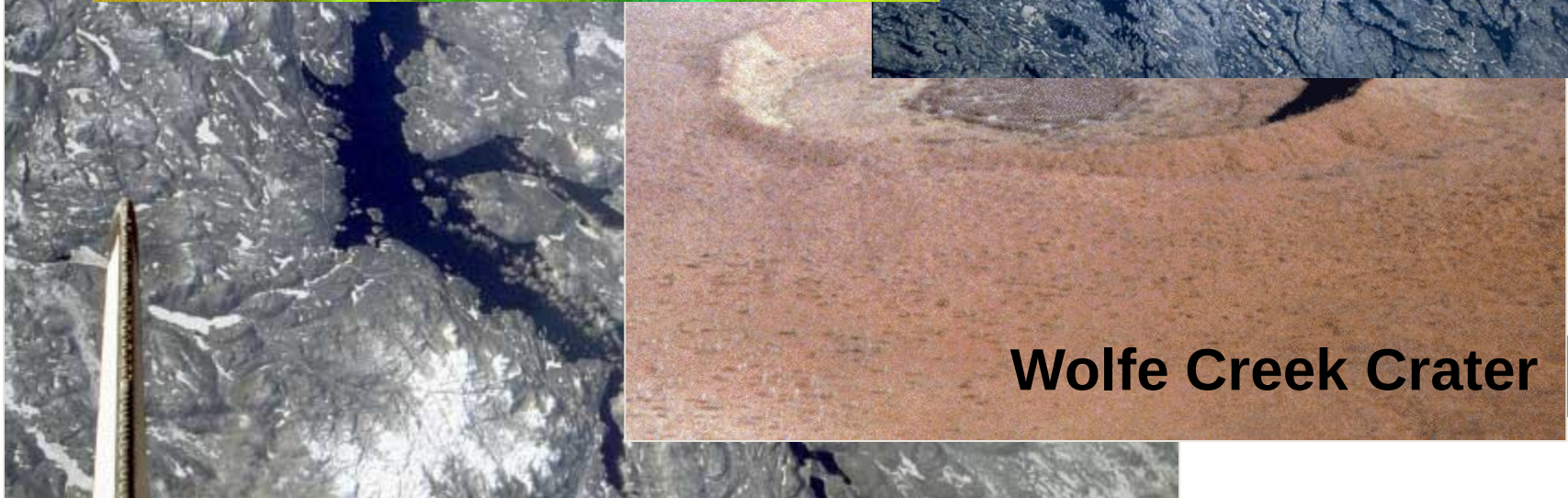
Mjolnir Crater



Clearwater Lakes Crater



Wolfe Creek Crater



CONDRLTA



METEORITO FERRO PÉTREO



QUE TAN FRECUENTES SON LAS MUERTES POR
IMPACTOS?



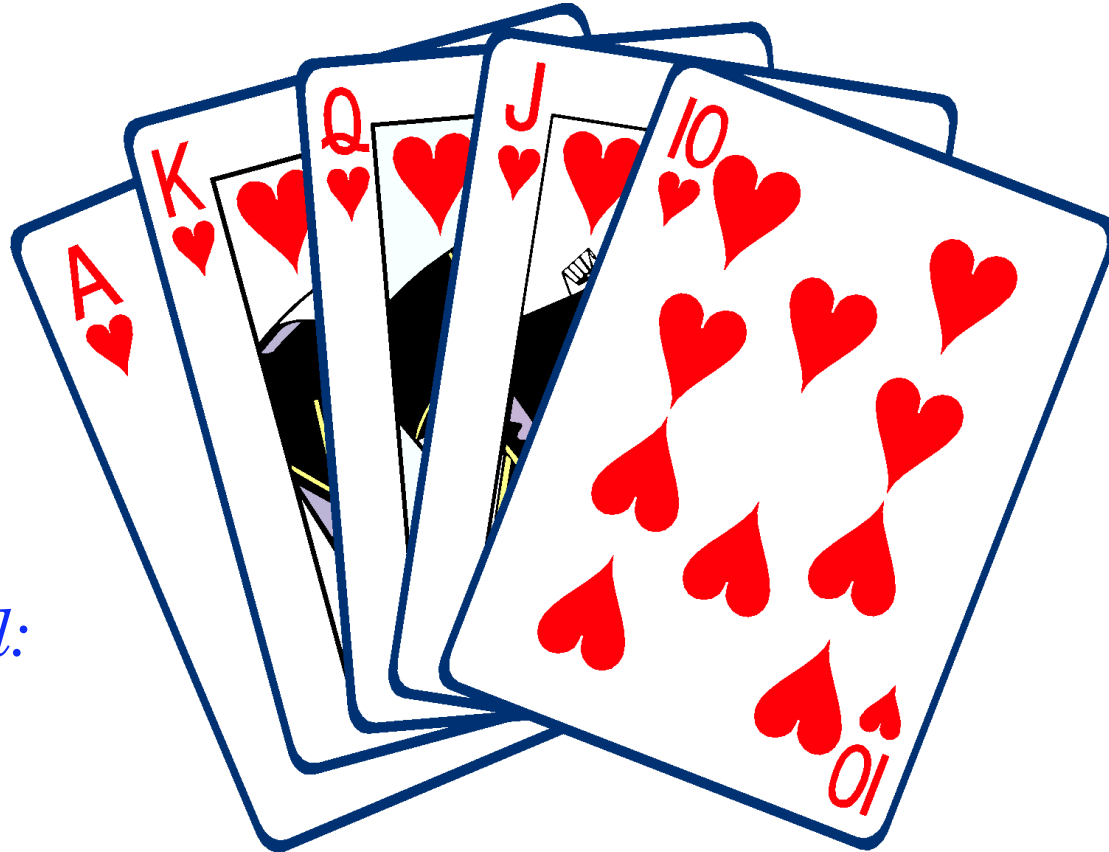
PROBABILIDADES DE MUERTE EN USA

Cause of death	Chances
Motor vehicle accident	1 in 100
Murder	1 in 300
Fire	1 in 800
Firearms accident	1 in 2,500
Asteroid/comet impact (lower limit)	1 in 3,000
Electrocution	1 in 5,000
ASTEROID/COMET IMPACT	1 in 20,000
Passenger aircraft crash	1 in 20,000
Flood	1 in 30,000
Tornado	1 in 60,000
Venomous bite or sting	1 in 100,000
Asteroid/comet impact (upper limit)	1 in 250,000
Fireworks accident	1 in 1 million
Food poisoning by botulism	1 in 3 million
Drinking water with EPA limit of TCE*	1 in 10 million

* EPA, Environmental Protection Agency; TCE, trichloroethylene.



FLOR IMPERIAL

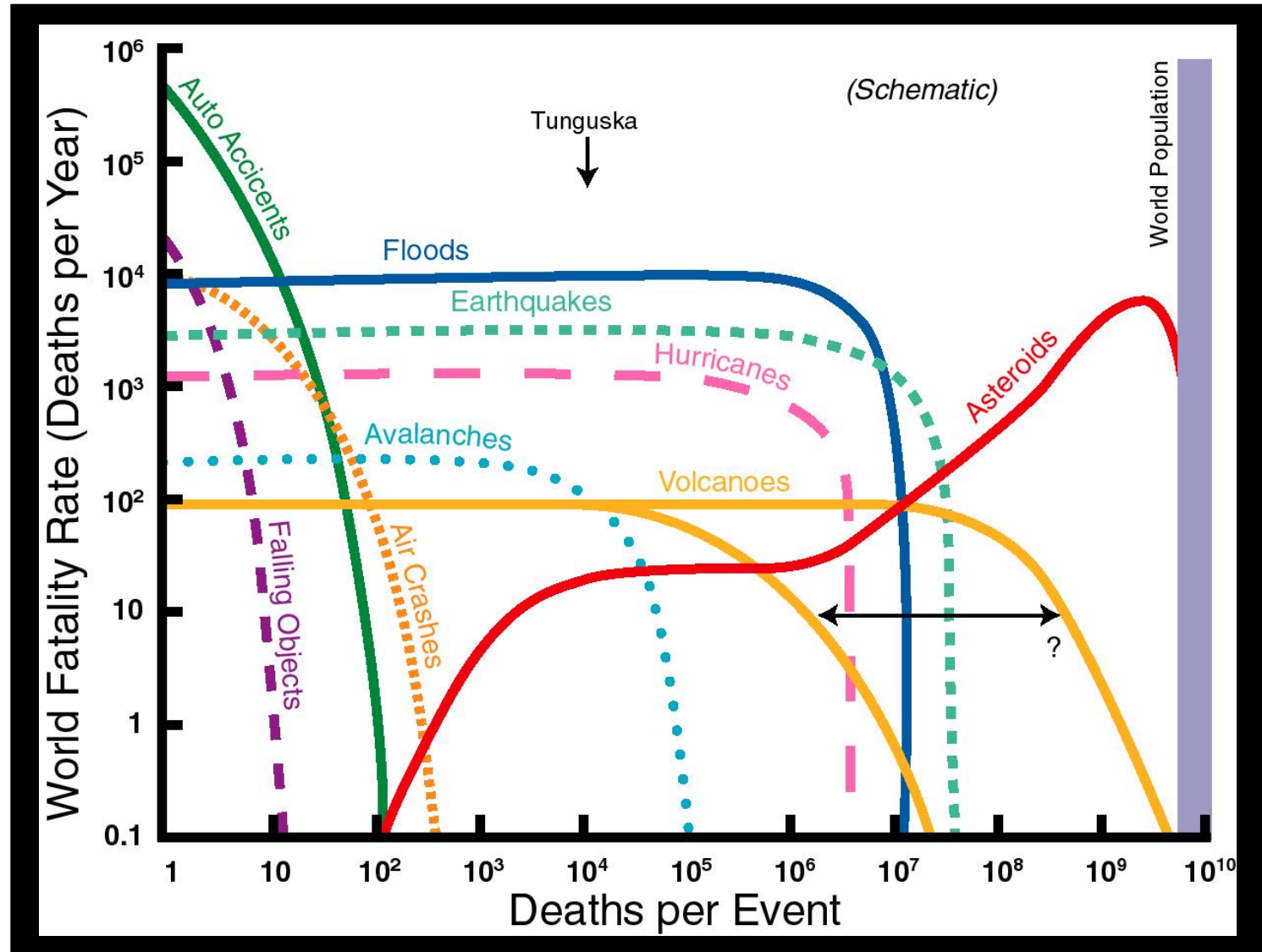


*Probabilidad:
1 to 649,739*

- ◆ Es más posible que te golpee un meteorito que te salga una flor imperial en tu próxima partida de pokar



MUERTES COMPARADAS POR TIPO DE EVENTO



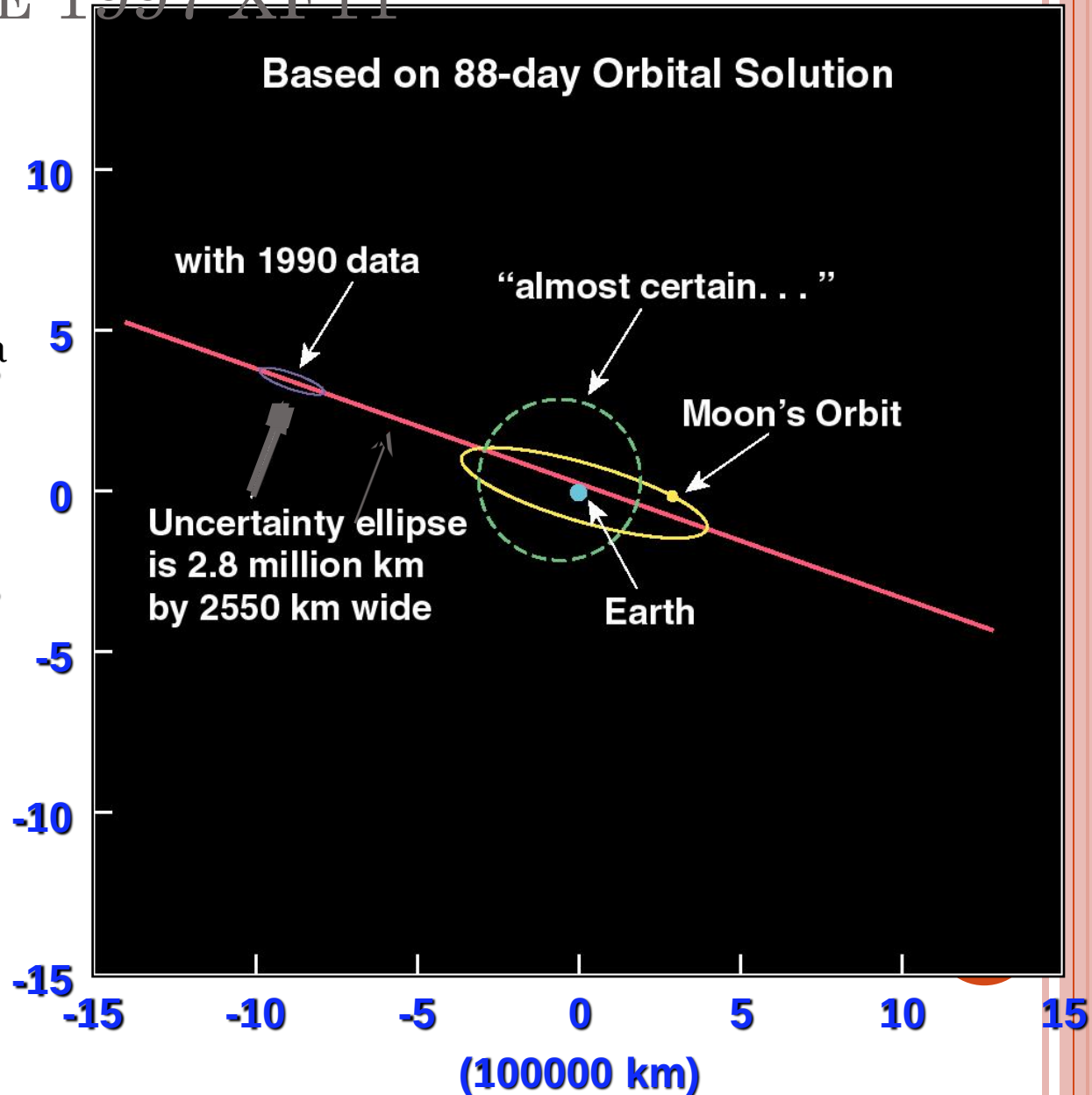
QUE SE HACE PARA EVITARLAS?



EL CASO DE 1997 XF11

- En marzo de 1998, se pronosticó la posibilidad de un impacto en el 2028. **10**
- Con nuevos datos al día siguiente se desechó el pronóstico, sin embargo la idea quedó en la prensa.

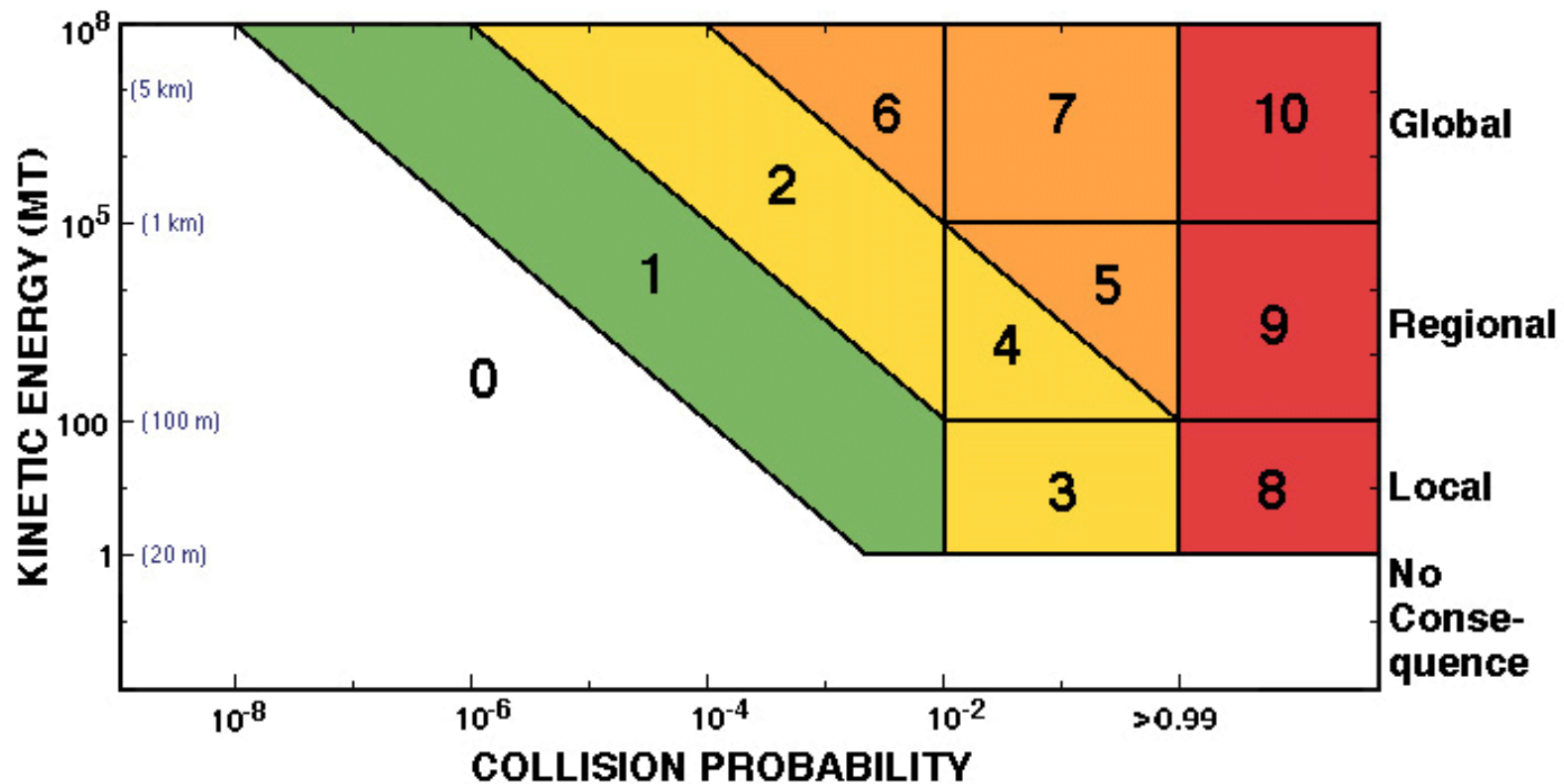
(100000 km)



NEW YORK POST
METRO EDITION



How the Torino Scale is Calculated: From the Probability of Impact and Size



Events having
no likely
consequences.



Events
meriting careful
monitoring.



Potentially
hazardous
events.



Threatening
events.



Certain
collisions.

Version 2.02A



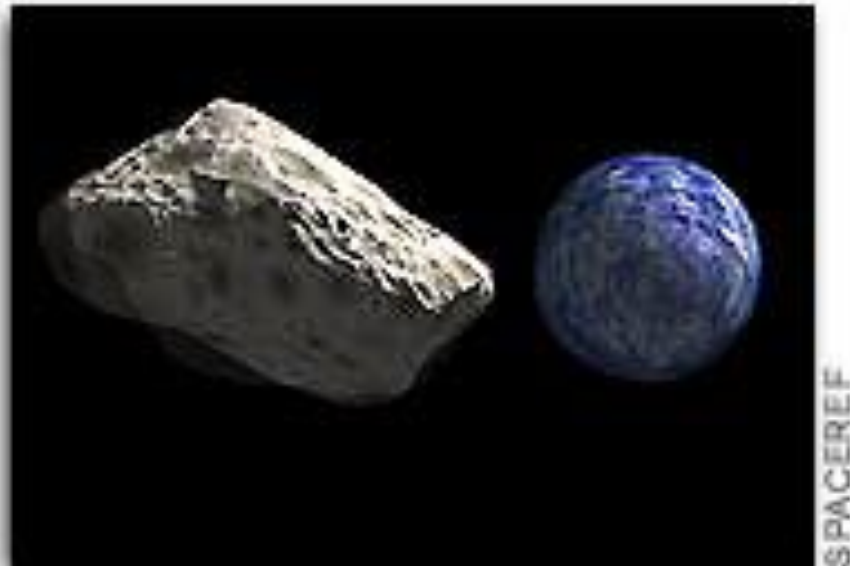
OBJETOS CERCANOS A LA TIERRA (NEA) A VIGILARSE

- NEA 2004 VD17
- ASTEROIDE 99942
APOPHIS
- ASTEROIDE 1950 DA



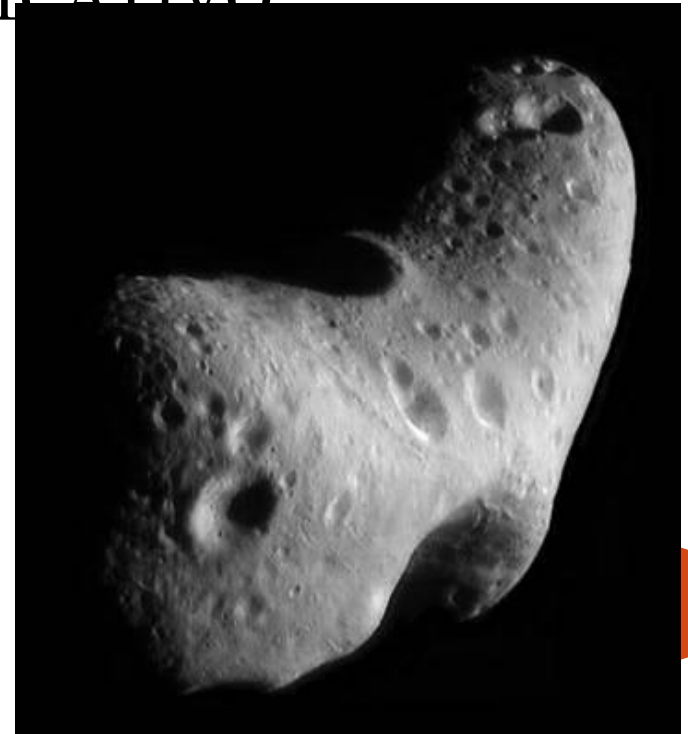
NEA 2004 VD17

- ESCALA TORINO 2, EL MÁS ALTO
- POSIBLE IMPACTO EN EL 2102
- 1 EN 1000 DE PROBABILIDAD DE IMPACTO
- ES UN ASTEROIDE DE 500 MTS QUE PUEDE GENERAR UN IMPACTO DE 10,000 MEGATONES



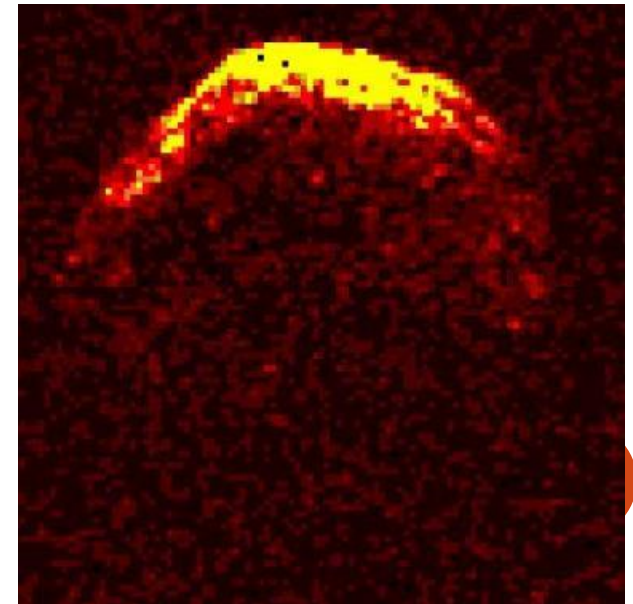
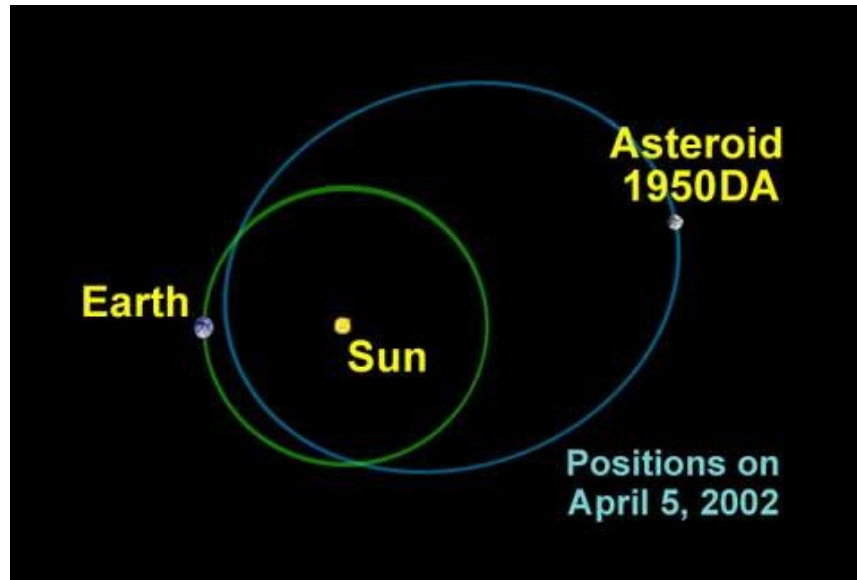
ASTEROIDE 99942 APOPHIS

- VALOR DE TORINO DE 1
- POSIBLE IMPACTO EN EL 2036
- 1 EN 5000 DE PROBABILIDAD DE IMPACTO
- ASTEROIDE DE 320 MTS PUEDE CAUSAR DAÑO LOCAL Y REGIONAL SIGNIFICATIVO



ASTEROIDE 1950 DA

- SIN DATO EN ESCALA DE TORINO POR LO ALEJADO EN EL FUTURO DEL POSIBLE IMPACTO.
- POSIBLE IMPACTO EN 2880
- PROBABILIDAD 1 EN 300 DE IMPACTO
- ASTEROIDE DE 1100 MTS QUE PUEDE CAUSAR DAÑO SIGNIFICATIVO.

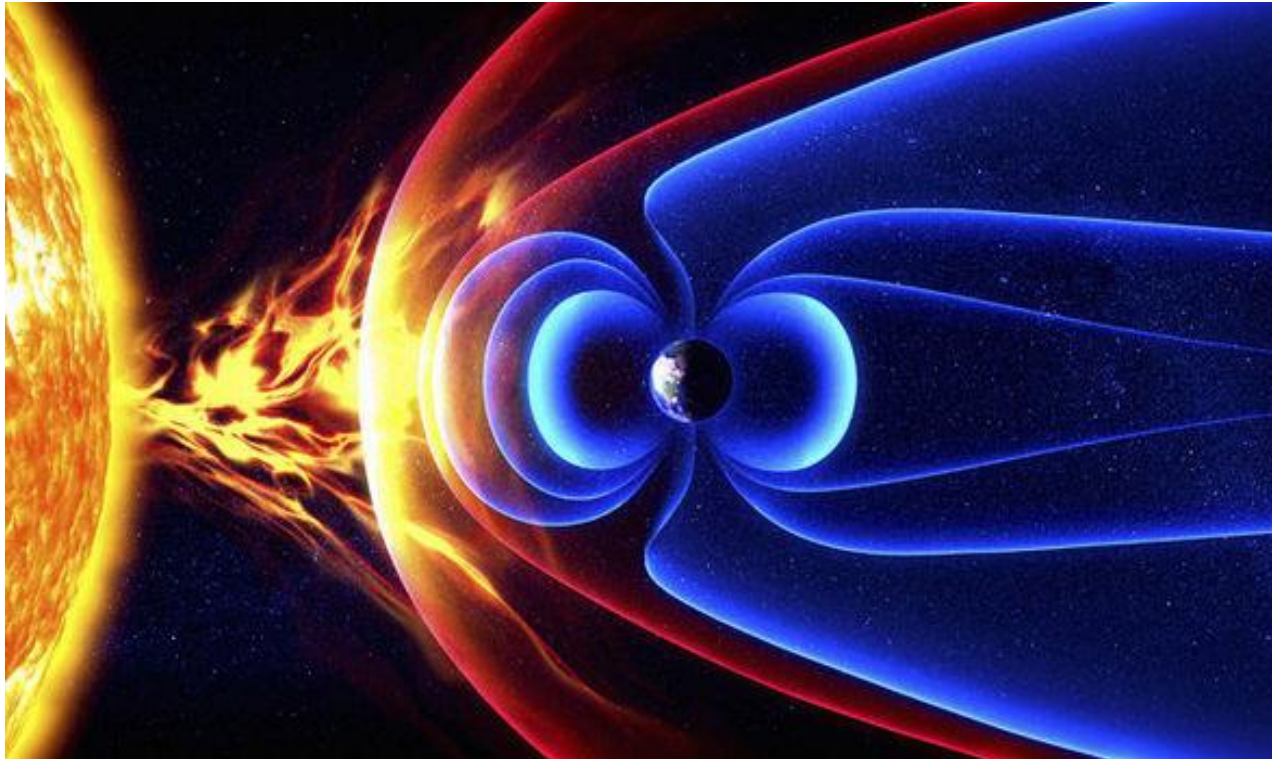


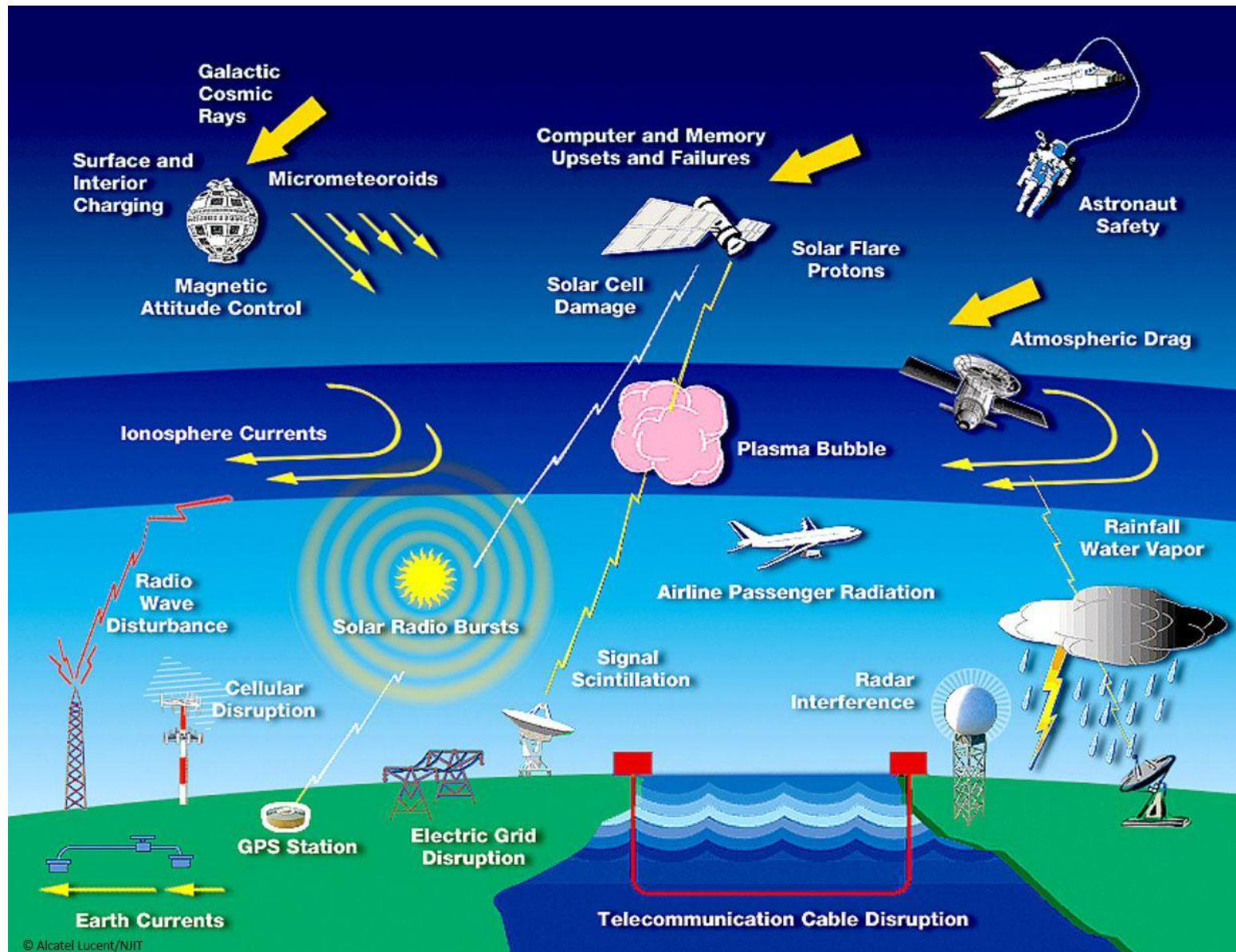
POSIBLES PLANES DE DEFENSA

- La mejor defensa es la detección temprana
- Una vez detectados habría que buscar como cambiar su trayectoria:
 - Armas nucleares
 - Tractor gravitatorio
 - Naves espaciales que desvíen su trayectoria

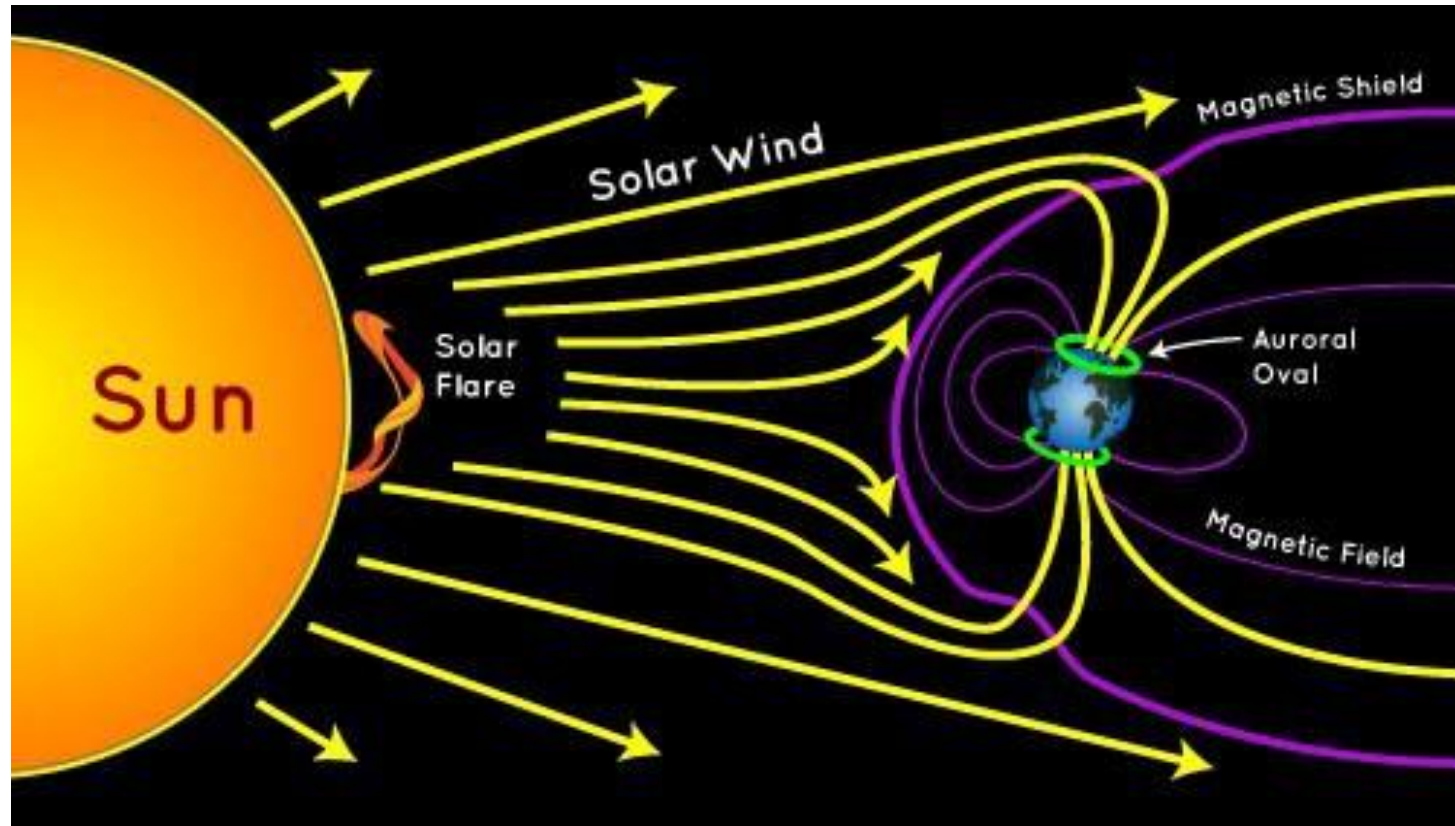


TORMENTAS SOLARES





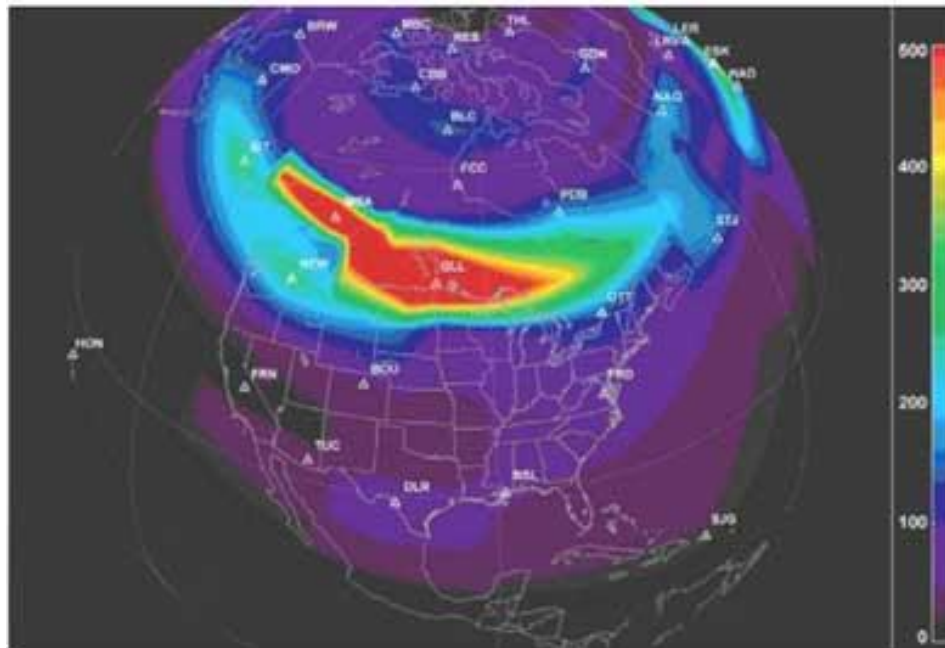
TORMENTAS GEOMAGNÉTICAS



AURORAS BOREALES



MARZO 1989, QUEBEC, TORMENTA GEOMAGNÉTICA QUE INTERRUMPIÓ EL SERVICIOS ELÉCTRICO



PREGUNTAS



The background of the slide is a light gray gradient. In the top-left and bottom-right corners, there are several realistic-looking water droplets of various sizes, rendered with soft shadows and highlights to give them a three-dimensional appearance. The title 'GEOLOGÍA AMBIENTAL' is centered in the upper half of the slide in a large, bold, black, sans-serif font.

GEOLOGÍA AMBIENTAL

SEMESTRE 209-2

PLANTAS NUCLEARES Y SUS RIESGOS



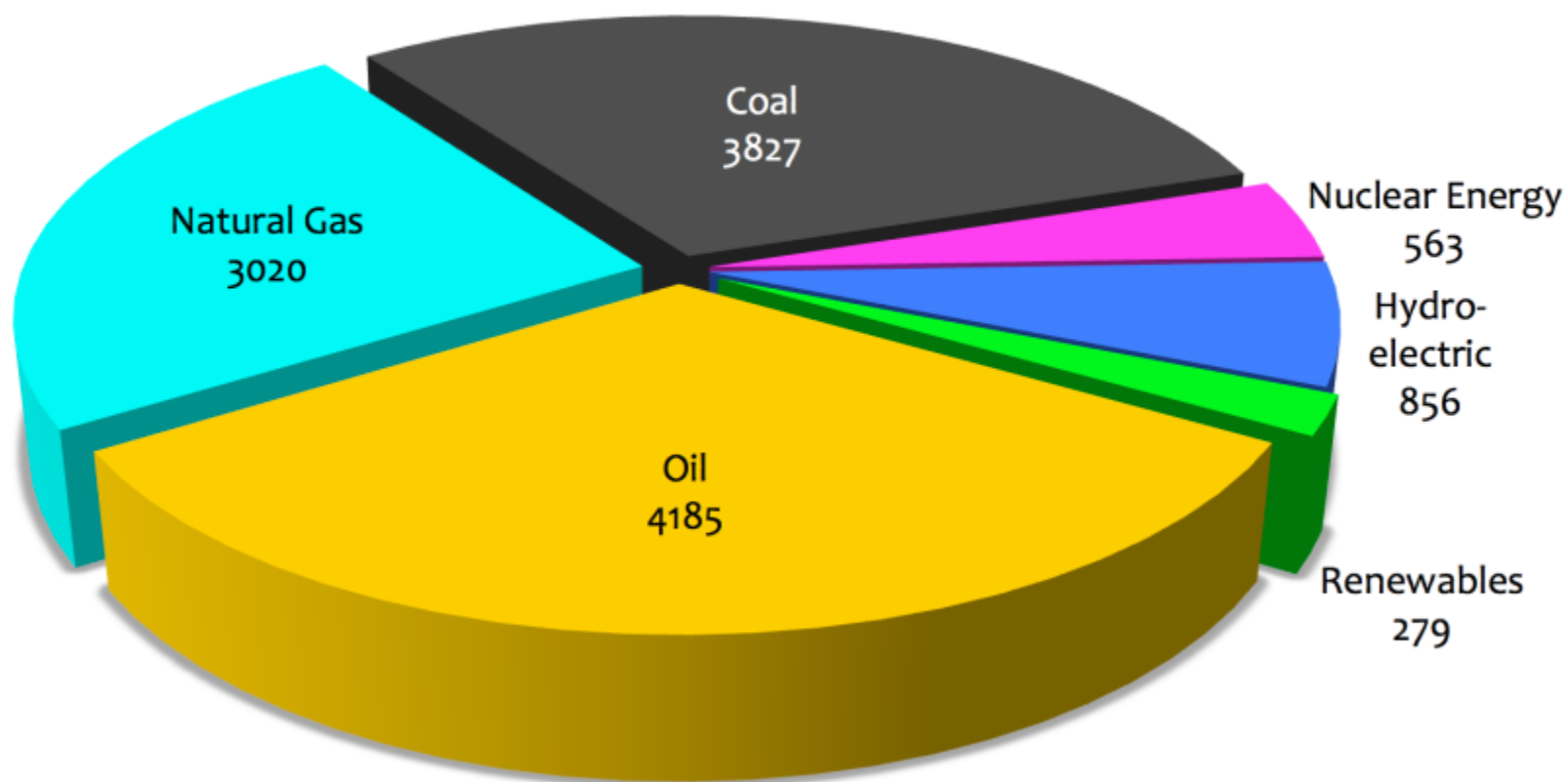


EL PROBLEMA DE LA ENERGÍA EN EL MUNDO

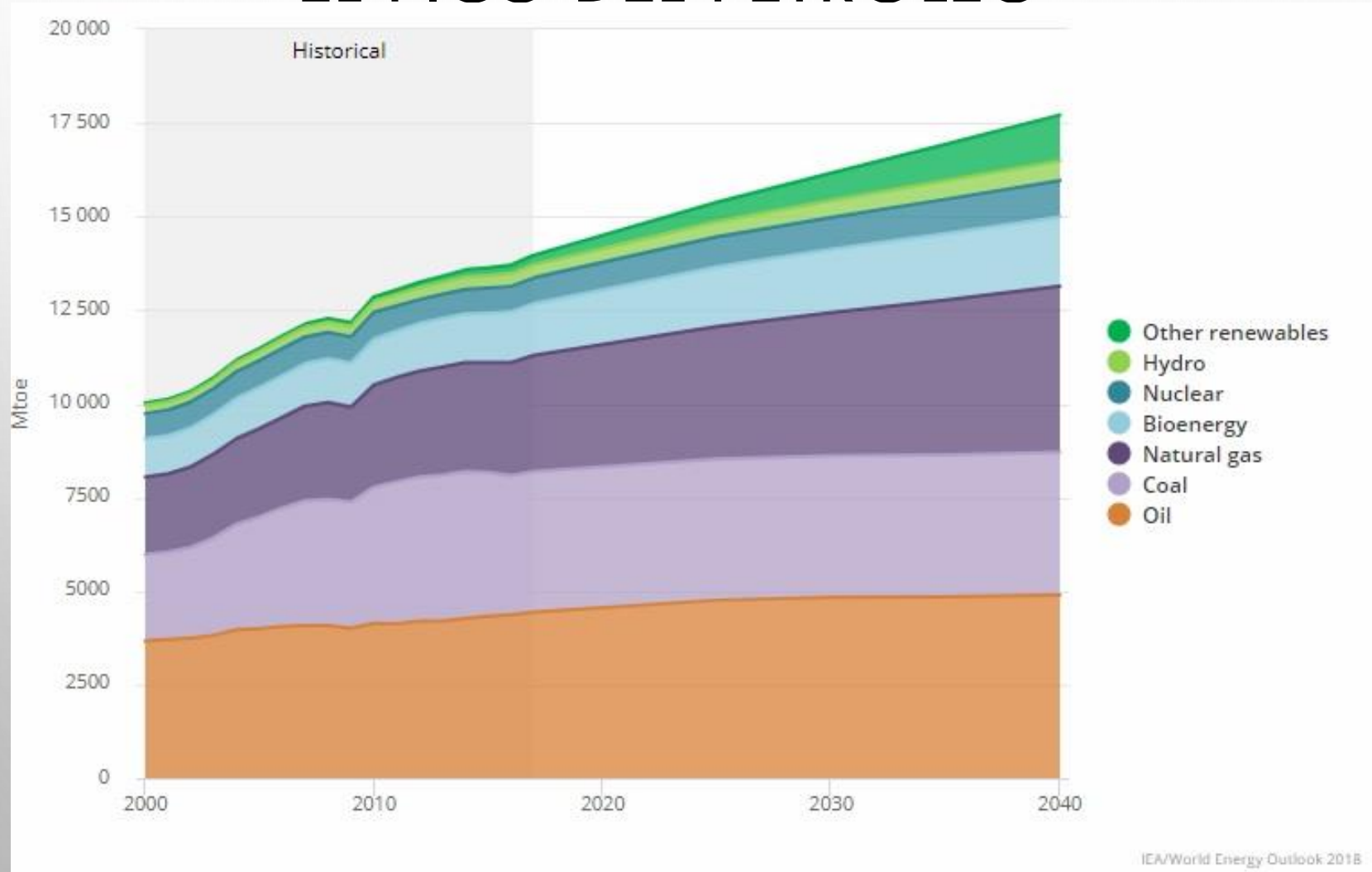
FUENTES DE ENERGÍA EN EL MUNDO

World Energy Sources, nameplate capacity 2013

Million tonnes oil equivalent

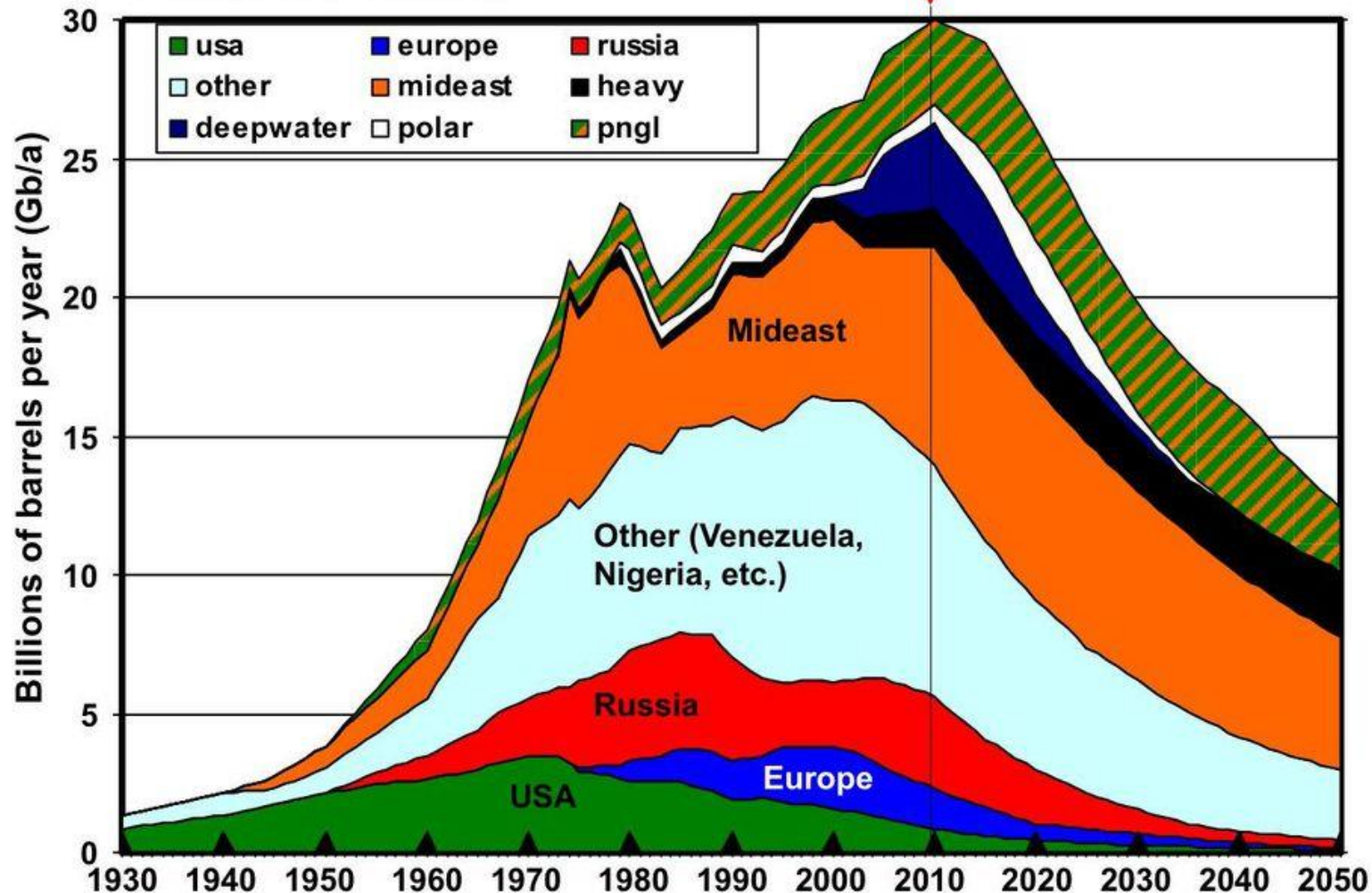


EL PICO DEL PETROLEO



EL PICO DEL PETROLEO

Petroleum Geologists Predict
Peak Oil Soon!

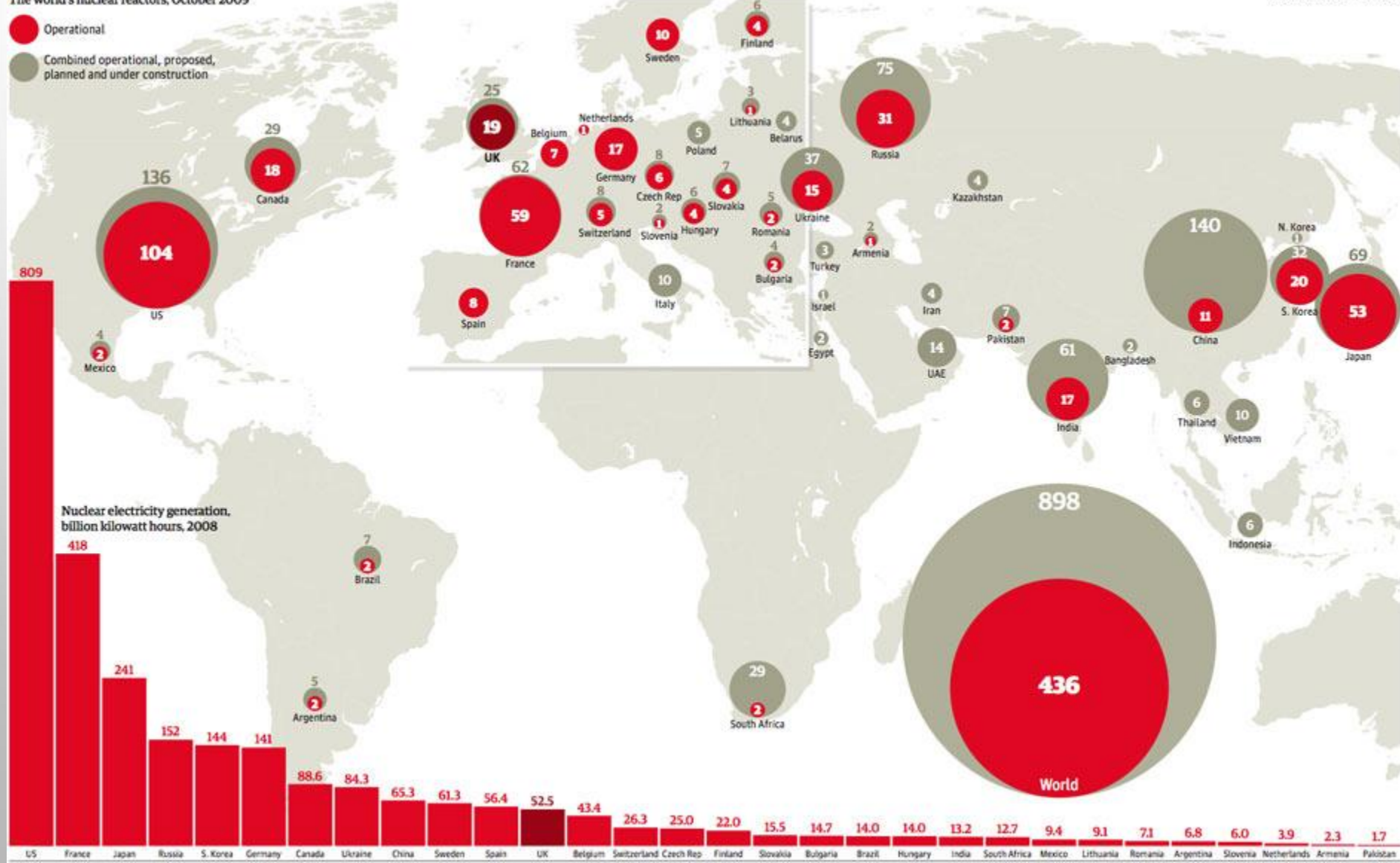


PLANTAS NUCLEARES EN EL MUNDO

How the UK compares

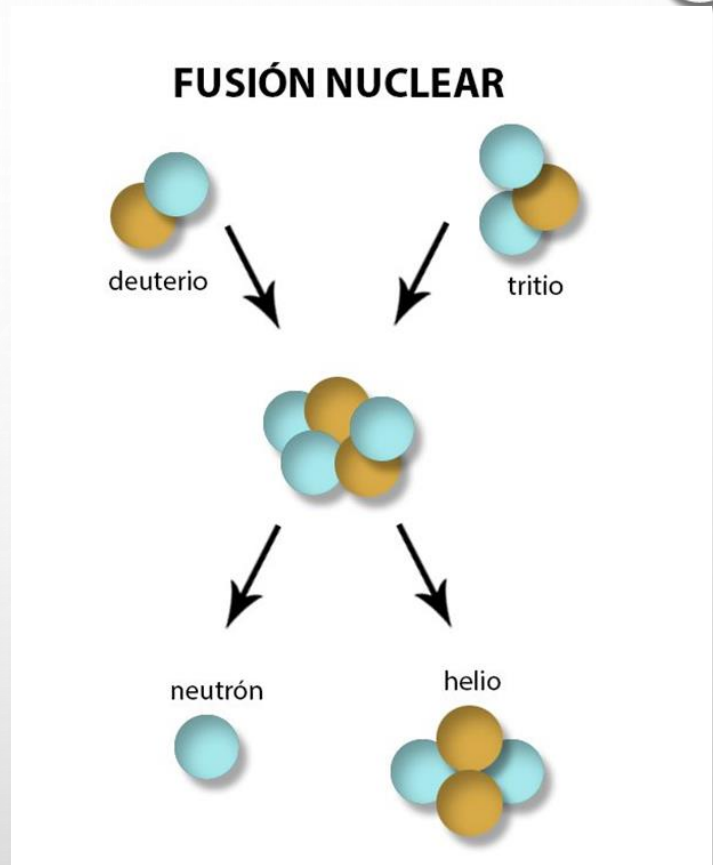
The world's nuclear reactors, October 2009

SOURCE: WORLD NUCLEAR ASSOCIATION



FUSION

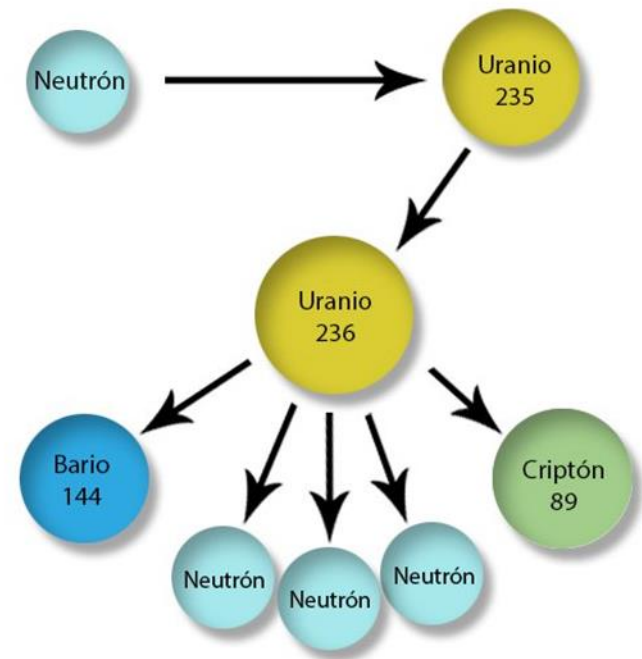
- ENERGÍA DEL SOL
- SE COMBINAN DOS ÁTOMOS Y SE LIBERA ENERGÍA
- LA FORMA MÁS SIMPLE ES HACERLO CON H O SUS ISÓTOPOS
- LAS MÁS COMÚN ES USAR DEUTERIO Y TRITIO, PARA CREAR HE.
- SE REQUIEREN ALTAS TEMPERATURAS
- PARA LA DT REACCION, $T = 40 \times 10^6 \text{ K}$
- PARA LA DD REACCION, $T = 100 \times 10^6 \text{ K}$



FISION

- SE ENVÍAN NEUTRONES A UN NÚCLEO PESADO
- ESTE SE DIVIDE EN DOS NÚCLEOS Y LIBERA UNA GRAN CANTIDAD DE ENERGÍA
- TAMBIÉN LIBERA OTROS NEUTRONES.

FISIÓN NUCLEAR

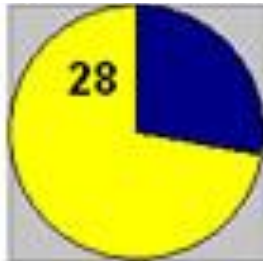


Fuentes de alta radiación

Fuentes naturales

Rayos cósmicos
(radiación del sol y del espacio exterior)

Dosis anual
(mrem/año)



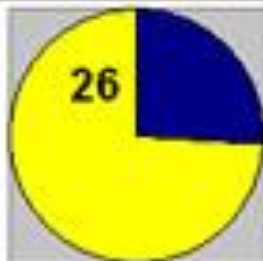
Materiales de construcción



El cuerpo humano



La tierra



Fuentes hechas por el hombre

Médico
(diagnóstico por rayos X)



Bombas atómicas



Producción de energía nuclear



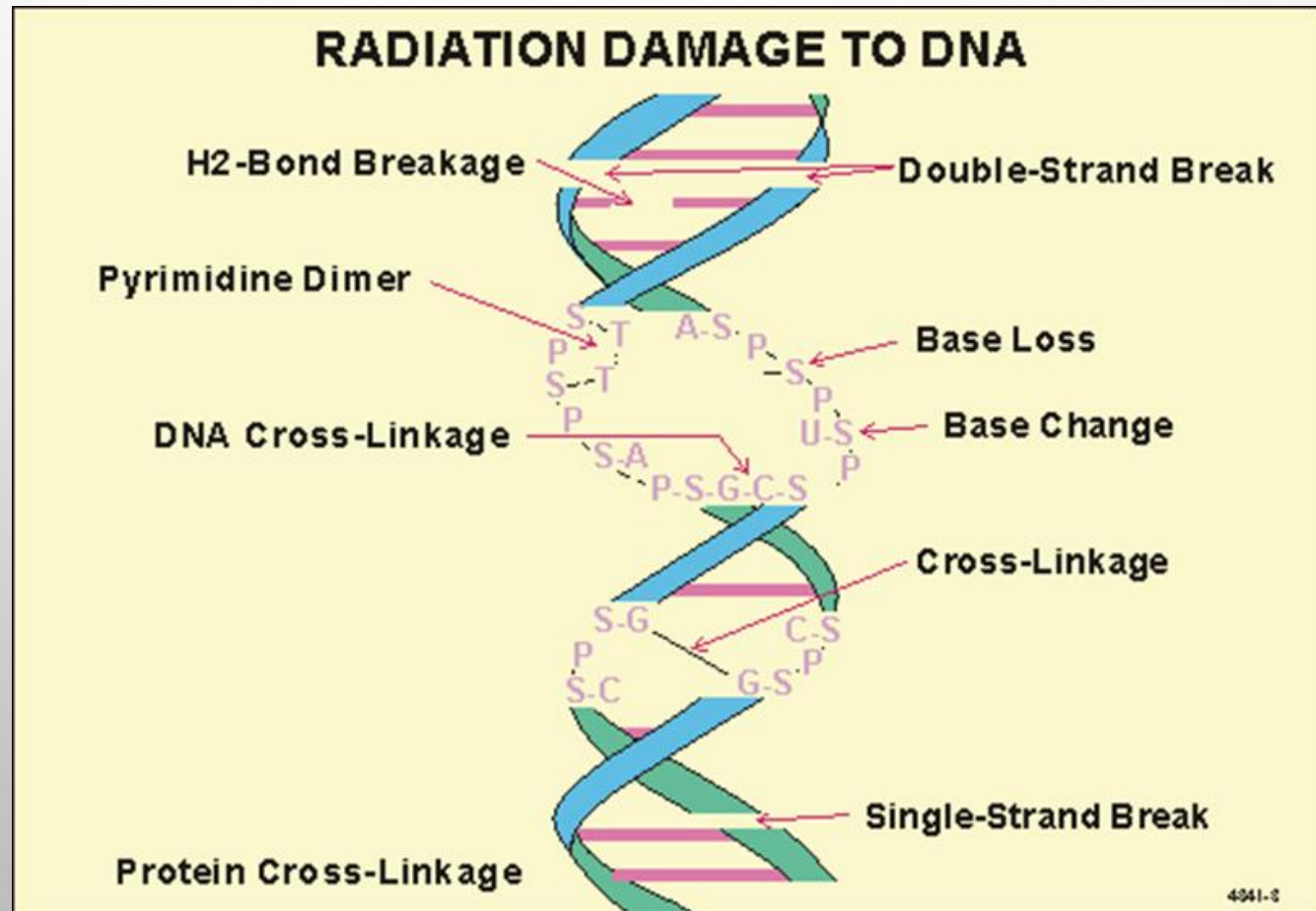
Productos, televisores a color



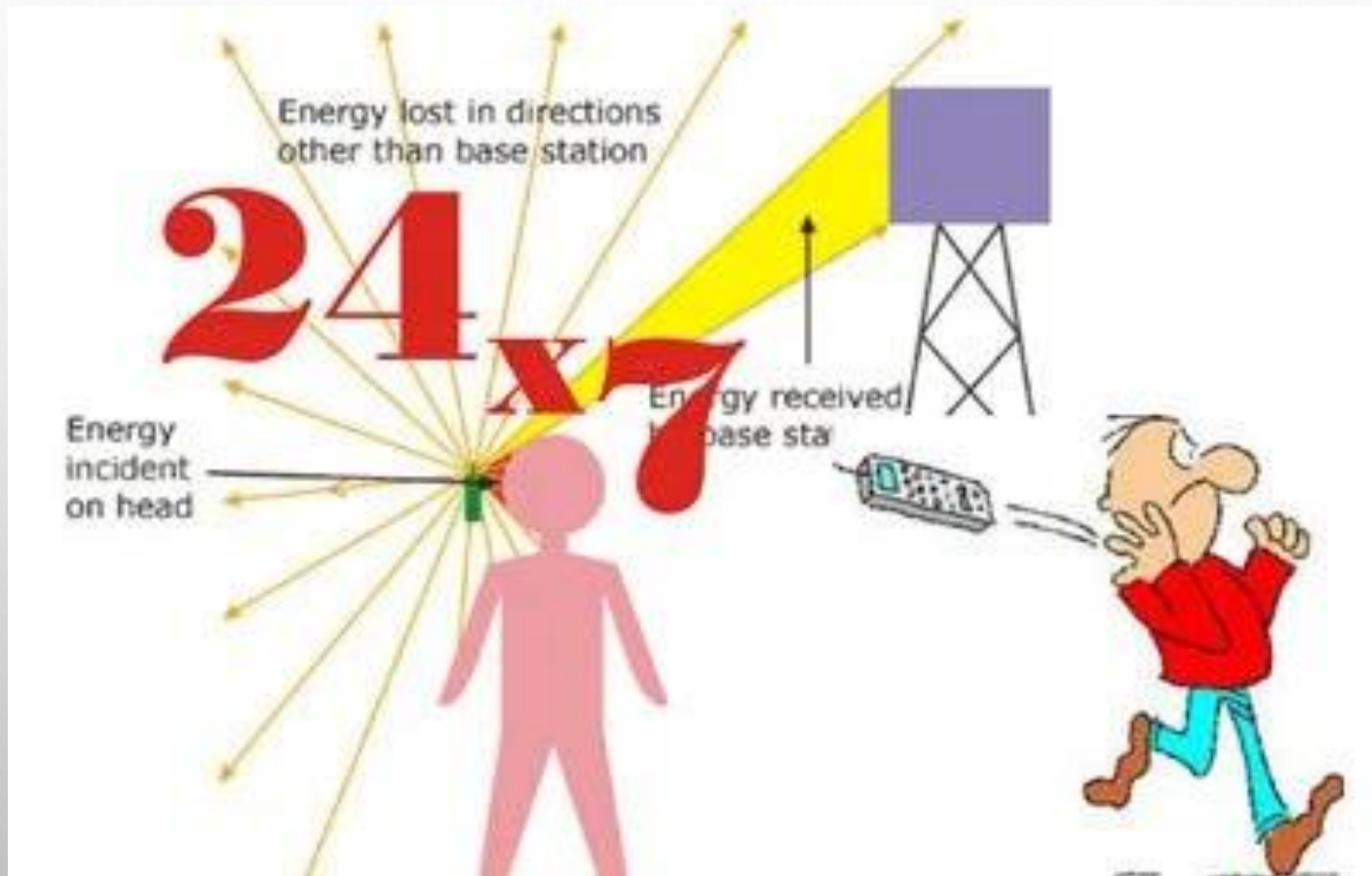
Dosis anual
(mrem/año)



LA RADIACIÓN DAÑA A LA VIDA



LOS CELULARES



EFECTOS EN LOS SERES HUMANOS

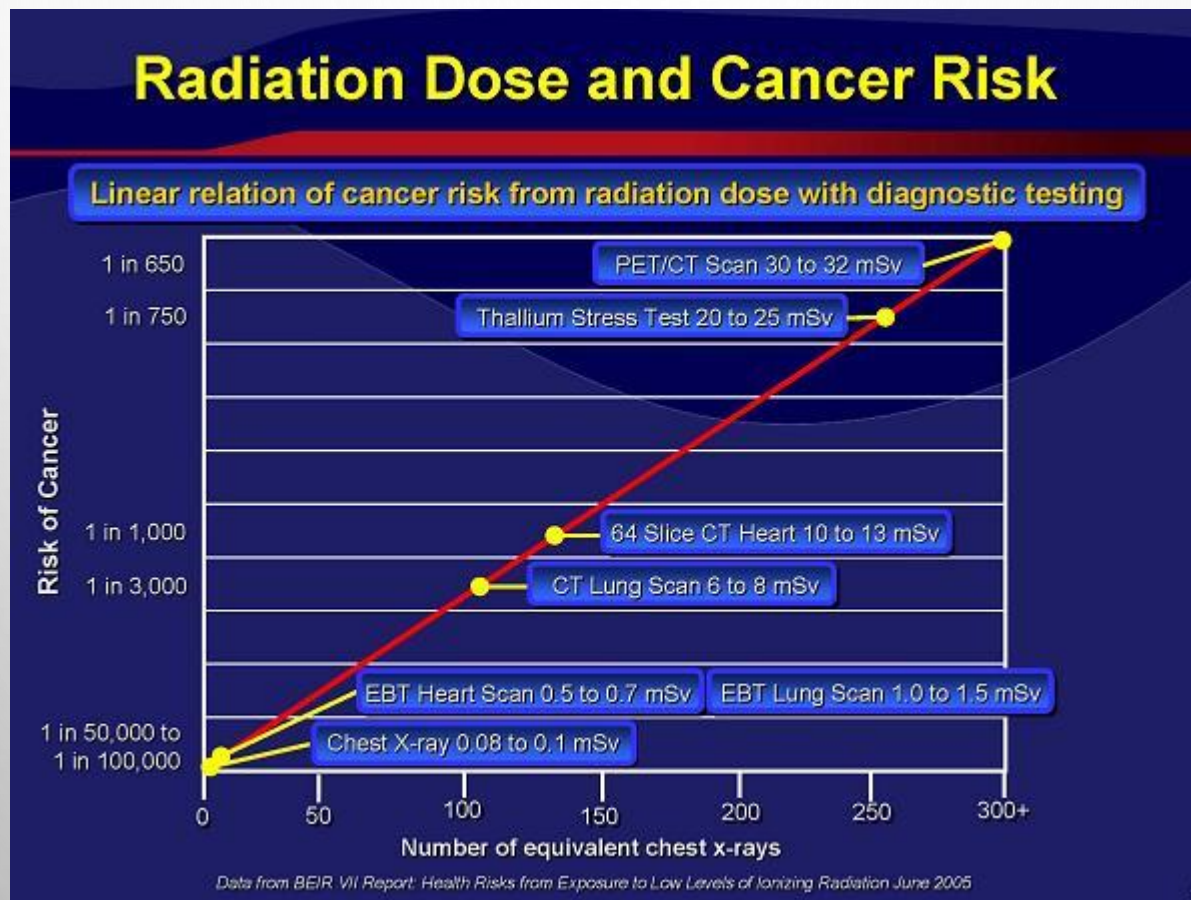
Dosis	Efectos
0-250 mSv	Ninguno
250-1000	Algunas personas sienten náuseas y pérdida de apetito, y pueden sufrir daños en la médula osea, ganglios linfáticos o el bazo.
1000-3000	náuseas entre leves y agudas, pérdida de apetito, infección , pérdida de médula ósea más severa, así como daños en ganglios linfáticos , bazo, con recuperación solo probable
3000-6000	náusea severa, pérdida de apetito, hemorragias, infección, diarrea, descamación, esterilidad, y muerte si no se trata.
6000-10000	Mismos síntomas, más deterioro del sistema nervioso central. Muerte probable
Mas de 10000	parálisis y muerte.

2.5 mSv: Radiación media anual global.

5.5 a 10.2 mSv radiación en [Guarapari] (Brasil) y en [Ramsar] (Iran) . Sin efectos nocivos.

Sv Sievert.- medida de radiación recibida que causa daño. 1 rem es .01 Sv

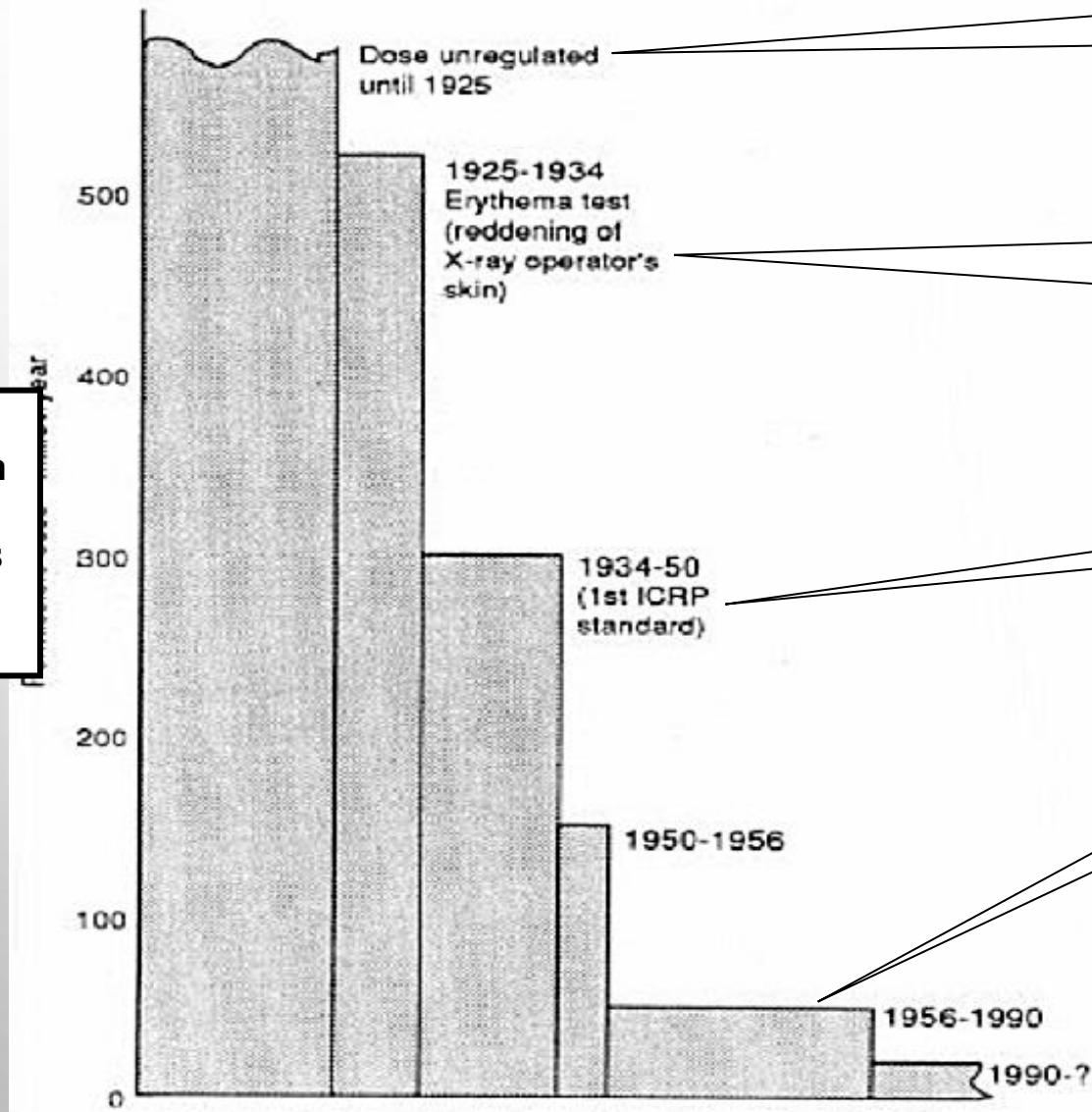
1 RADIOGRAFÍA ES EQUIVALENTE A 1 MSV



RADIACION

- LA DOSIS TOTAL ABSORBIDA ES MÁS IMPORTANTE QUE EL PERIODO DE TIEMPO DURANTE LA CUAL FUE RECIBIDA.
- EL CÁNCER ES EL EFECTO MÁS USUAL.
LA SEVERIDAD DE LA RESPUESTA ES INDEPENDIENTE DE LA DOSIS.
- NO EXISTE DOSIS DE SEGURIDAD EN EL CASO DE EFECTOS DE RADIACIONES IONIZANTES SOBRE LA SALUD.

Las dosis de radiación permitida.



Dosis permitida en Milisivers por año.

Hasta el 1925 no existen regulaciones en las dosis de radiación.

Entre 1925 y 1934 empiezan a detectarse casos de enfermedades entre los operadores de raigs X.

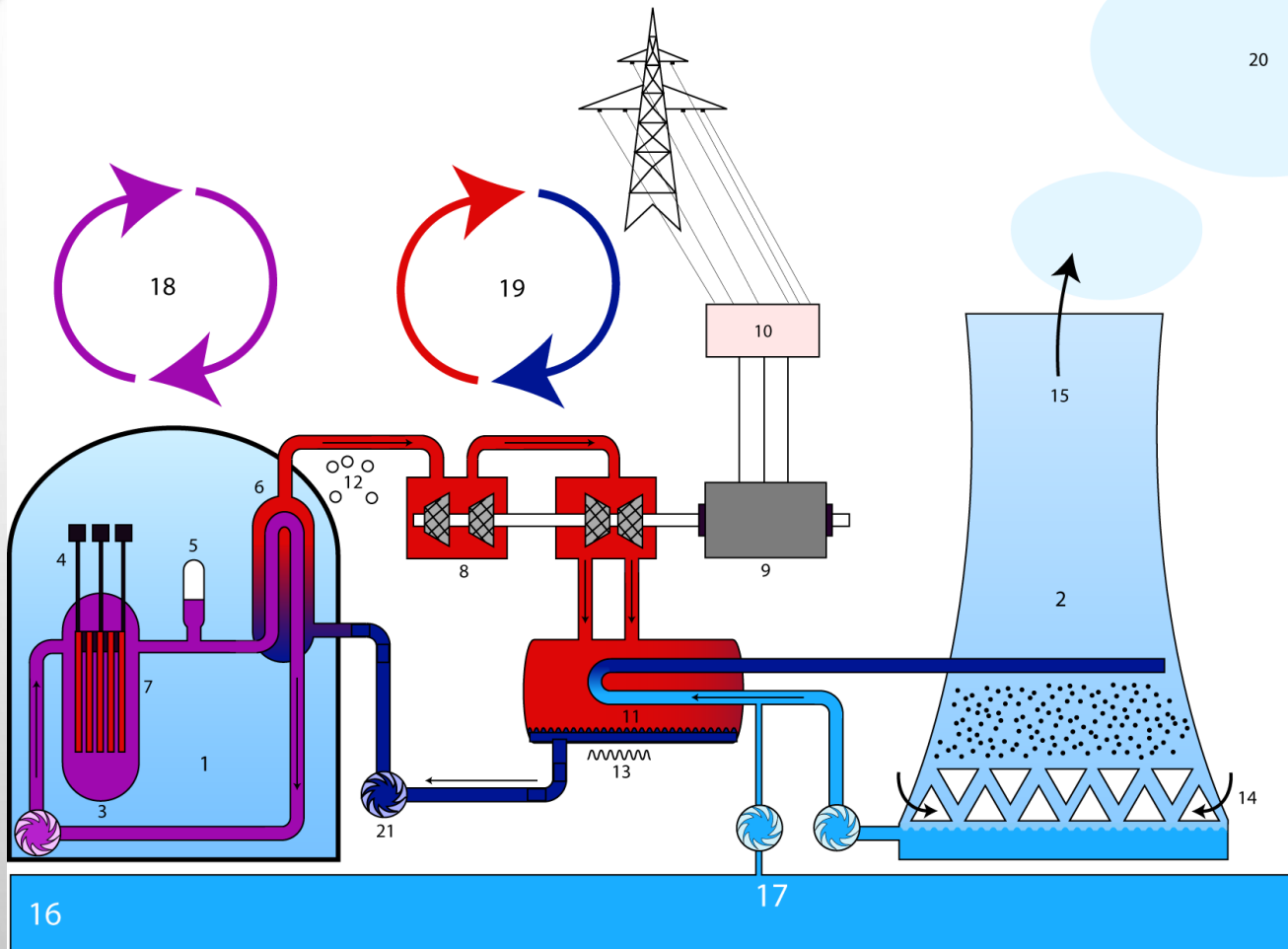
Primeras regulaciones internacionales.

Revisiones de las regulaciones internacionales.

A medida que ha aumentado el conocimiento ha ido disminuyendo la cantidad de radiación aceptada, lo que confirma el principio de que la única radiación aceptable es la radiación natural.

Vida media de elementos

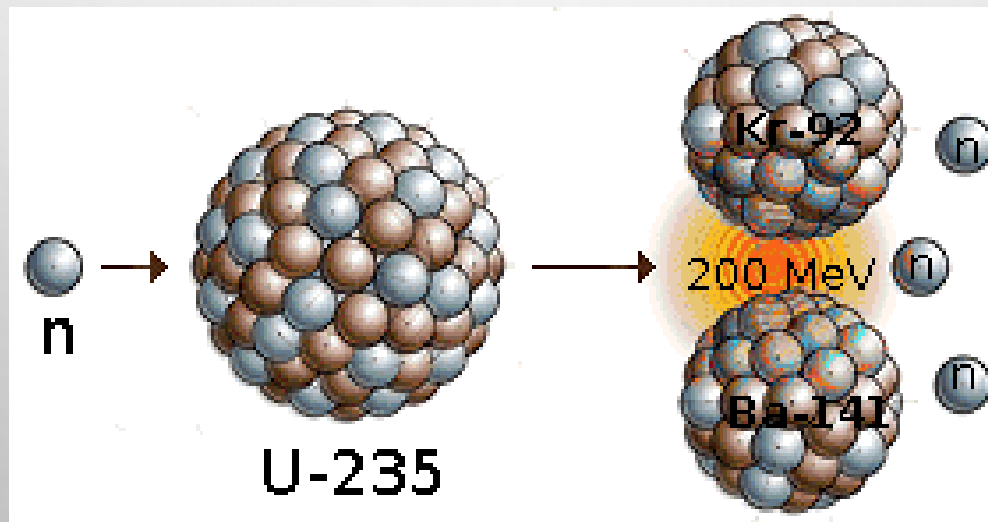
Radioelemento	Periodo físico	Período biológico	Período efectivo para el órgano considerado	Tipo de radiación		
				ALFA	BETA	GAMMA
Tritio (H3)	12,3 años	12 días	12 días (cuerpo entero)		+	
Carbono - 14	5.500 años	10 días	10 días (cuerpo entero)		+	
Sodio - 24	0,63 días	11 días	0,6 días (cuerpo entero)		+	
Fósforo - 32	14,3 días	257 días	13,5 días (cuerpo entero)		+	
Azufre - 35	87,1 días	90 días	44,3 días (cuerpo entero)		+	
Calcio - 45	164 días	50 años	162 días (hueso)		+	
Cobalto - 60	5,2 años	9,5 días	9,5 días (cuerpo entero)			
Estroncio - 90	28 años	50 años	18 años (hueso)		+	
Yodo - 131	8 días	138 días	7,6 días (tiroides)		+	+
Polonio - 210	138,4 días	60 días	42 días (bazo)	+		
Radio - 226	1.622 años	45 años	44 años (hueso)	+		
Plutonio - 239	24.000 años	200 años	200 años (hueso)	+		



FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA NUCLEAR

LA CENTRAL NUCLEAR

UNA CENTRAL NUCLEAR FUNCIONA COMO UNA CENTRAL DE GAS O DE CARBÓN: PRODUCE CALOR, CALIENTA AGUA, Y SU VAPOR ALIMENTA LAS TURBINAS QUE PRODUCEN ELECTRICIDAD. LA DIFERENCIA ESTÁ EN CÓMO LO HACE. EN UNA CENTRAL NUCLEAR, SE LANZAN NEUTRONES CONTRA ÁTOMOS DE URANIO. CADA ÁTOMO SE SEPARA EN DOS TROZOS (QUE FORMAN LOS FAMOSOS RESIDUOS RADIATIVOS) Y PRODUCE ENERGÍA.



DIFERENCIAS ENTRE UN REACTOR NUCLEAR Y UNA BOMBA ATÓMICA.

En ambos se produce la misma reacción nuclear de fisión pero:

EN UN REACTOR SE
PRODUCE UNA
REACCIÓN

CONTROLADA (DE LOS
TRES NEUTRONES QUE
SE PRODUCEN EN CADA
PASO ATRAPAMOS DOS
Y SOLO DEJAMOS
SEGUIR A UNO)

UN REACTOR **NUNCA**
PUEDE EXPLOTAR EN
UN ESTALLIDO NUCLEAR.
ESTO ES DEBIDO A QUE
EL URANIO (O
PLUTONIO) QUE
CONTIENE NO ESTÁ
BASTANTE ENRIQUECIDO
(CONCENTRADO).

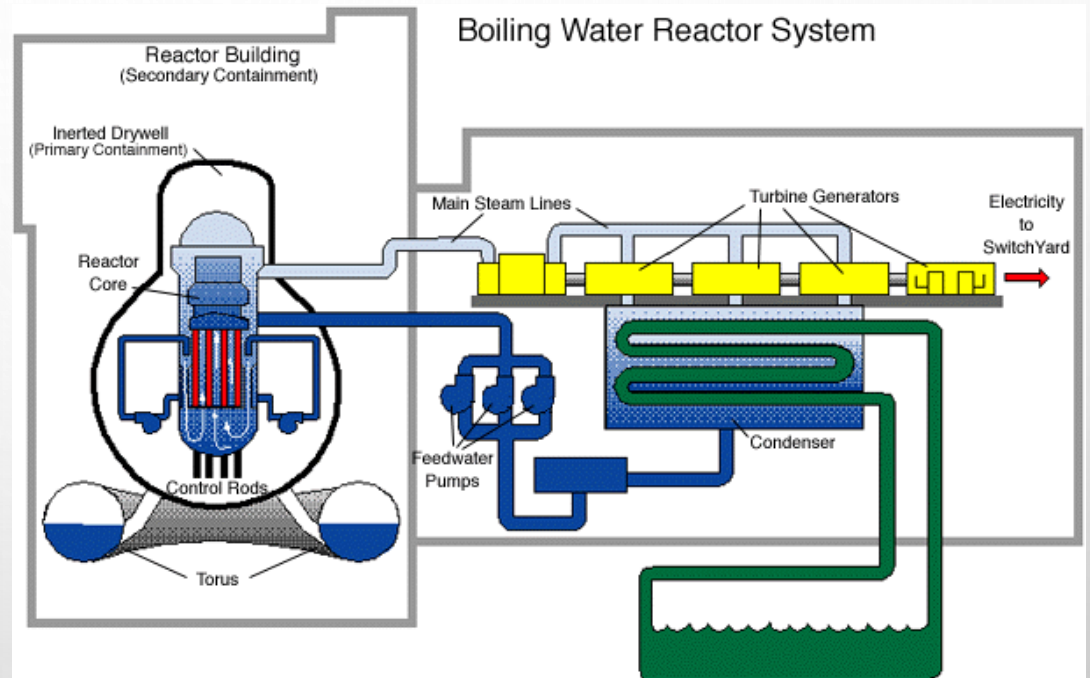
EL REACTOR

PARTES DEL REACTOR

NÚCLEO DEL REACTOR. AHÍ SE ALBERGA EL COMBUSTIBLE, HECHO POR PEQUEÑAS PASTILLAS DE ÓXIDO DE URANIO ENCAPSULADAS EN BARRAS. LAS BARRAS ESTÁN RODEADAS POR EL REFRIGERANTE (EN ESTE CASO AGUA), QUE SE LLEVA EL CALOR PARA TRANSFERIRLO A LOS GENERADORES DE ELECTRICIDAD.

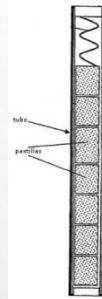
SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN, UN CONJUNTO DE BOMBAS HIDRÁULICAS.

Este es un reactor tipo Reactor de Agua en Ebullición (BWR)

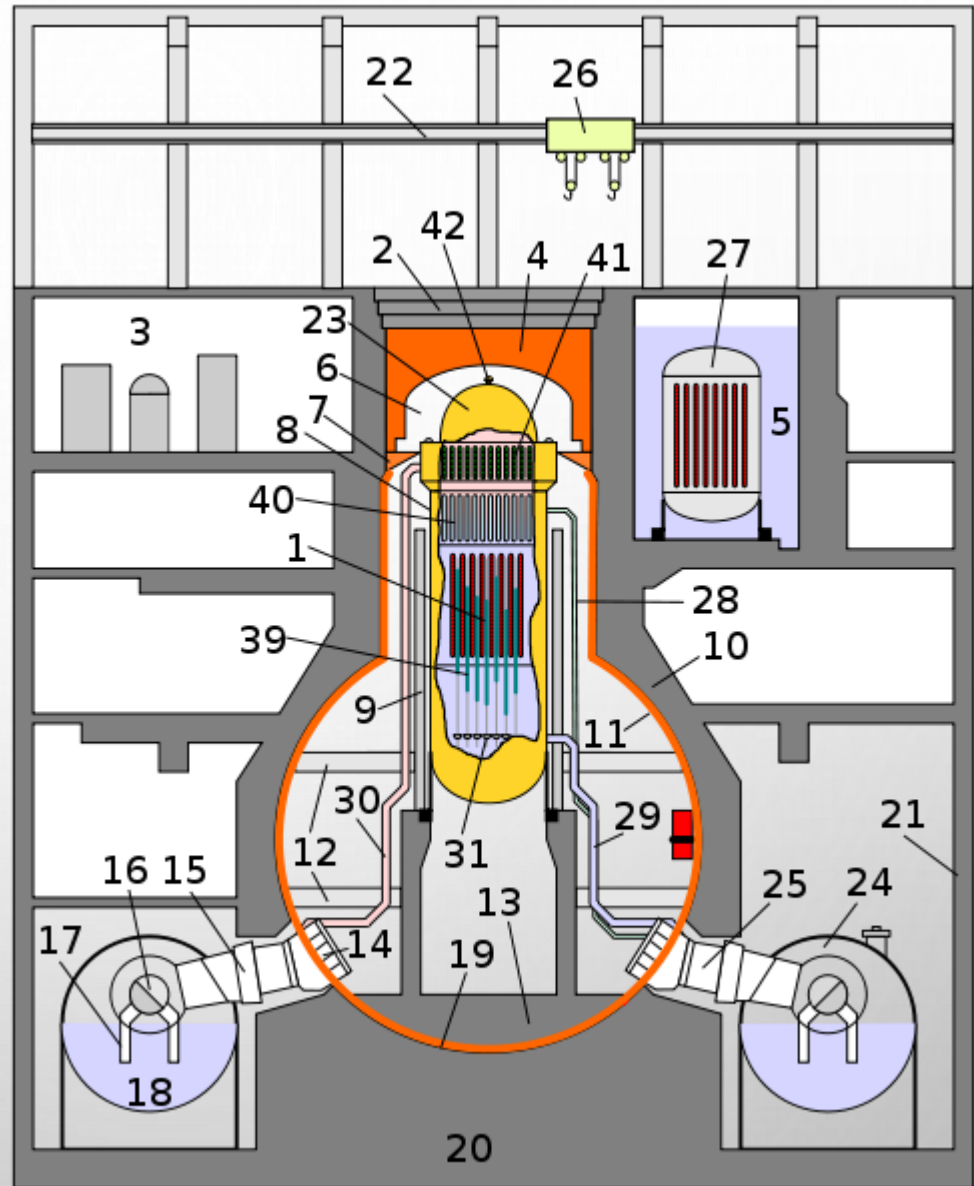


EL NÚCLEO DEL REACTOR

COMBUSTIBLE NUCLEAR (NÚMERO 1). **PASTILLAS**, DEL TAMAÑO DE UNA MONEDA, DE ÓXIDO DE URANIO (TEMPERATURA DE FUSIÓN 2.800°C) SELLADAS DENTRO DE **TUBOS DE ZIRCALOY** (ALEACIÓN DE CIRCONIO CAPAZ DE SOPORTAR TEMPERATURAS DE HASTA 1.200°C .)



BARRAS DE CONTROL (NÚMERO 39), QUE SE USAN PARA DETENER LA REACCIÓN NUCLEAR CUANDO SEA NECESARIO.

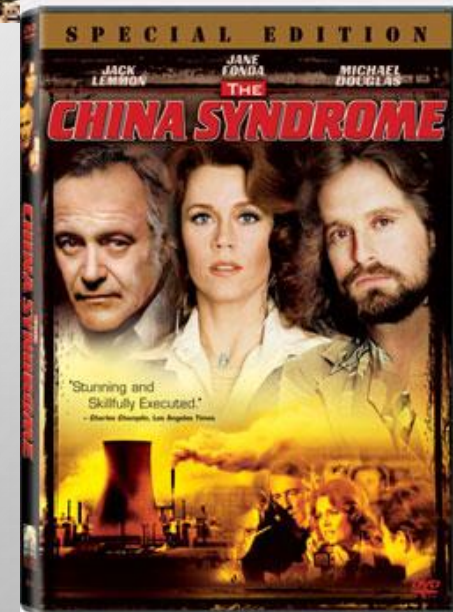


LOS PELIGROS Y RIESGOS ASOCIADOS A PLANTAS NUCLEARES

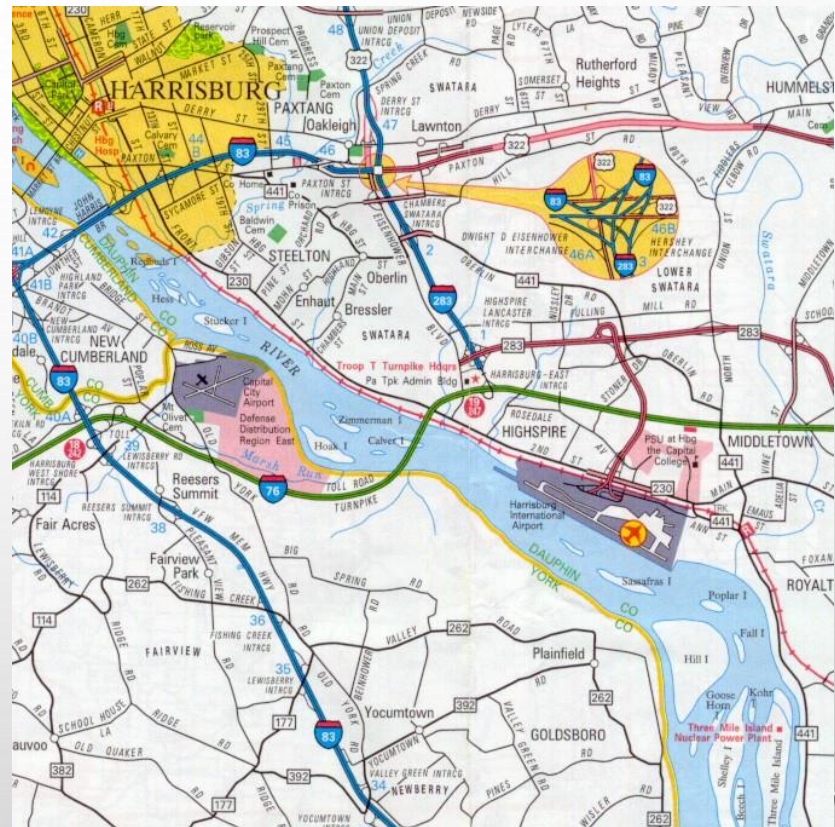


THREE MILE ISLAND

- EL MÁS CONOCIDO ACCIDENTE NUCLEAR EN ESTADOS UNIDOS.
- MARZO 28 1979, EN HARRISBURG , PENSILVANIA.
- EL SÍNDROME DE CHINA



LOCALIZACIÓN

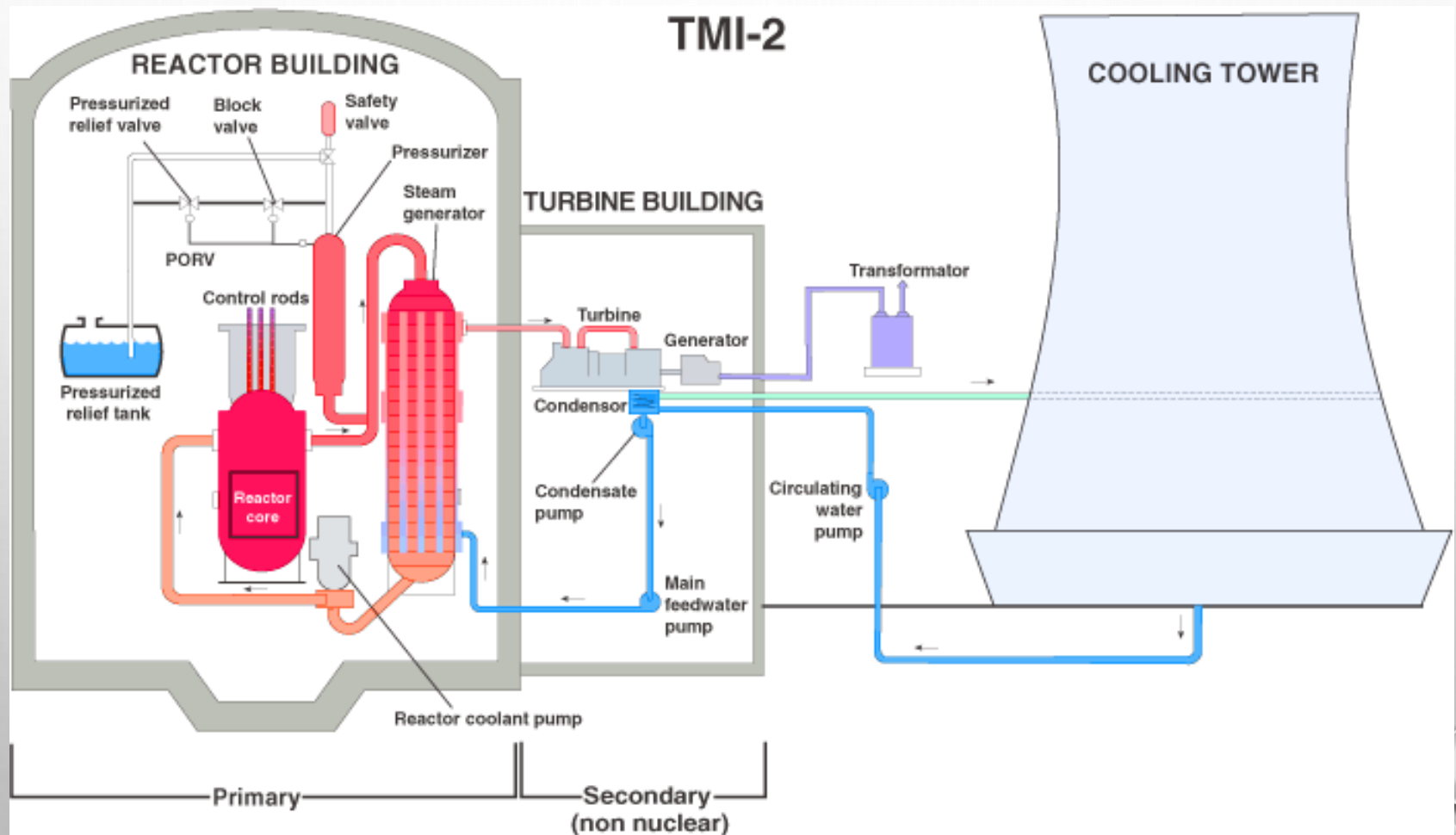


EL ACCIDENTE

- FUSIÓN PARCIAL DEL NÚCLEO
- LAS BOMBAS DE AGUA PARA ENFRIAMIENTO FALLARON, APAGÁNDOSE EL SISTEMA.
- EL CALOR DEL DECAIMIENTO CONTINUÓ AL NO REMOVERSE EL COMBUSTIBLE NUCLEAR.
- SISTEMAS AUXILIARIES FALLARON AL ESTAR EN MANTENIMIENTO

EL ACCIDENTE

TMI-2



Chernóbyl.

26 de abril de 1986





El accidente de Chernóbil liberó en la atmósfera una radioactividad equivalente a 200 bombas como la de Hiroshima y Nagasaki juntas.

Más de 165 mil víctimas mortales hasta el momento.

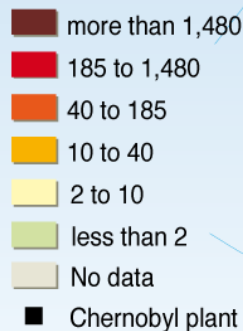
Afectó a más de 7 millones de personas.

Y obliga a 1,8 millones de personas a vivir en zonas fuertemente contaminadas.



RADIATION FROM CHERNOBYL

KiloBecquerels (KBq) per square metre



0 500 1 000 km

Sources: *Atlas des dépôts de césium 137 en Europe après l'accident de Tchernobyl*, rapport EUR 16733, Bureau des publications de la Communauté européenne, Luxembourg, 1996. Adapted from *Le Monde Diplomatique*, July 2000.



GRID
Arendal

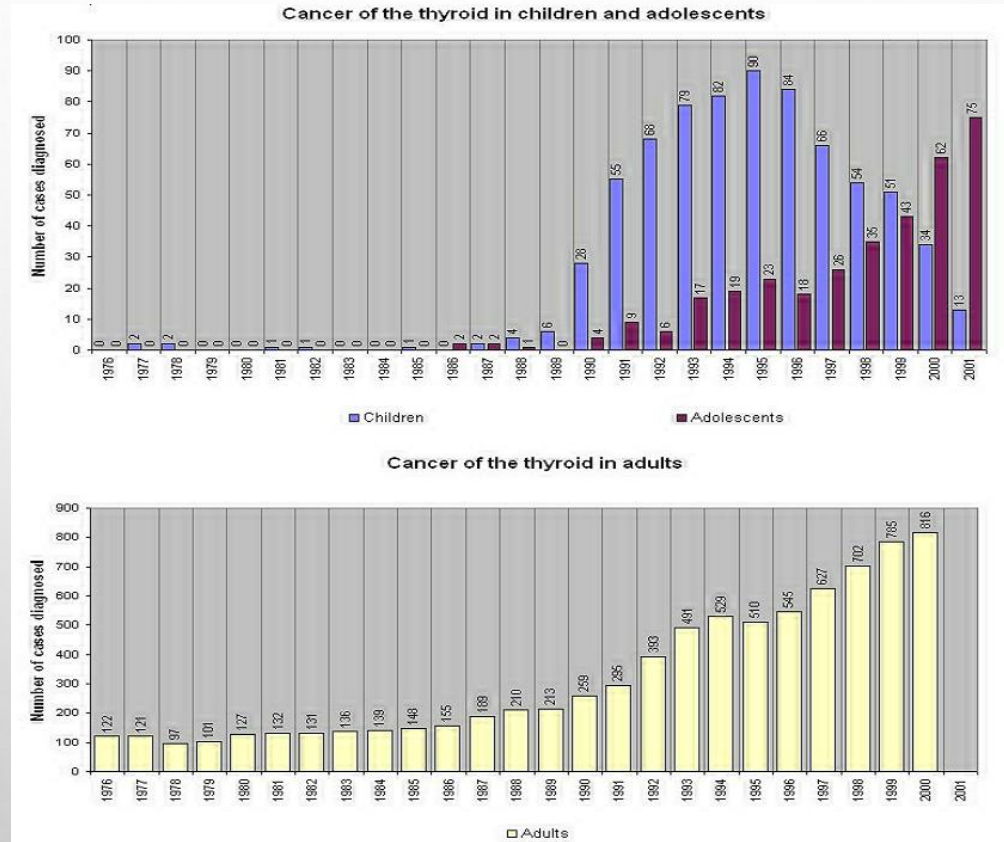
PHILIPPE REKACEWICZ
JUNE 2002

Sources: UNEP/GRID-Arendal, European Environment Agency; *AMAP Assessment Report : Arctic Pollution Issues*, Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), 1998, Oslo; European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP); Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe, 1999. Adapted from *Le Monde Diplomatique*, July 2000.

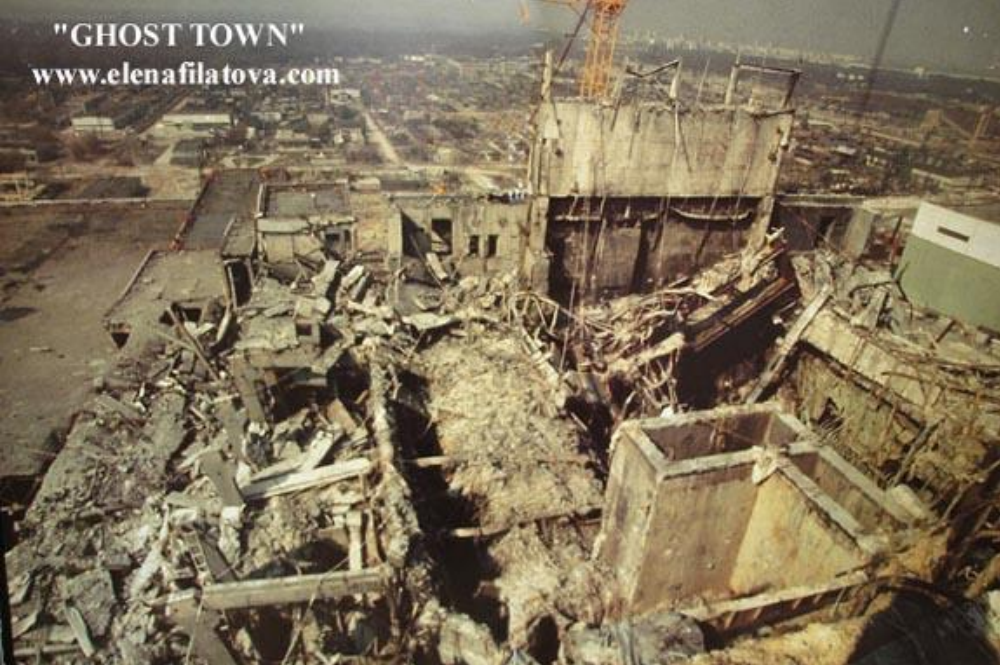
EXTENT OF THE RADIOACTIVE CLOUD



EFFECTOS DE CHERNOBIL



"GHOST TOWN"
www.elenafiletova.com



"GHOST TOWN"
www.angelfire.com/extremes/kiddofspeed/



Imágenes actuales de Chernóbil

ACCIDENTE NUCLEAR EN FUKUSHIMA



EL TERREMOTO:

EL ACCIDENTE

- 11 DE MARZO (6:45 H). LOS REACTORES 1, 2 Y 3 DE FUKUSHIMA FUNCIONAN A PLENO RENDIMIENTO (LOS 4, 5 Y 6 ESTÁN EN PARADA TÉCNICA).
- UN TERREMOTO SACUDE LA ISLA DE HONSHU. LOS TÉCNICOS COMIENZAN EL PROTOCOLO DE SEGURIDAD.
- SE PARA EL REACTOR. LAS BARRAS DE CONTROL SE DESPLIEGAN AUTOMÁTICAMENTE, Y LA REACCIÓN NUCLEAR SE DETIENE. PERO EL REACTOR SIGUE PRODUCIENDO CALOR RESIDUAL.
- PARA EXTRAER ESE CALOR, LOS TÉCNICOS CONECTAN LOS GENERADORES DIESEL PARA PROPORCIONAR ENERGÍA DE EMERGENCIA A LAS BOMBAS.

EL ACCIDENTE

EL TSUNAMI:

- HASTA QUE LLEGÓ LA OLA, LOS REACTORES DE FUKUSHIMA PERMANECÍAN INTACTOS.
- LA PLANTA NUCLEAR ESTABA PREPARADA PARA SOPORTAR UNA OLA DE 6 M Y LA OLA QUE LLEGÓ TENÍA 10 M DE ALTURA.
- LOS GENERADORES DIESEL, NO TENÍAN NINGUNA PROTECCIÓN FRENTE A TERREMOTOS NI TSUNAMIS Y DEJARON DE FUNCIONAR.
- PARA ENTONCES, LA ENERGÍA RESIDUAL DEL REACTOR ERA UNA CANTIDAD GRANDE EN TÉRMINOS ABSOLUTOS Y NO HABÍA CON QUE ELIMINARLA.

EL ACCIDENTE

¿QUÉ HACER?

- LA RED ELÉCTRICA NO FUNCIONABA.
- LOS GENERADORES DE RESERVA TAMPOCO.
- LAS CARRETERAS HABÍAN SIDO BORRADAS DEL MAPA.
- EL TENDIDO ELÉCTRICO ARRANCADO DE CUAJO.
- LOS GENERADORES MÓVILES QUE EL EJÉRCITO LLEVÓ NO SE PUDIERON CONECTAR.

EL ACCIDENTE

PRIMERAS EXPLOSIONES:

- LOS REACTORES SE CALENTARON Y LA PRESIÓN AUMENTÓ.
- PARA QUE LOS REACTORES NO EXPLOTARAN SE COMENZÓ A **SOLTAR VAPOR DEL SISTEMA A LA ATMÓSFERA.**
- EL NIVEL DEL AGUA BAJÓ TANTO QUE LAS BARRAS DE ZIRCALOY QUEDARON AL AIRE Y SU TEMPERATURA SUBIÓ MUCHO.
- A 1.200°C , EL CIRCONIO REACCIONA CON EL AGUA, PRODUCIENDO ÓXIDO DE CIRCONIO E HIDRÓGENO.
- EL HIDRÓGENO SALIÓ A LA PARTE SUPERIOR (NÚMERO 26) Y EXPLOTÓ CON EL OXÍGENO DEL AIRE.

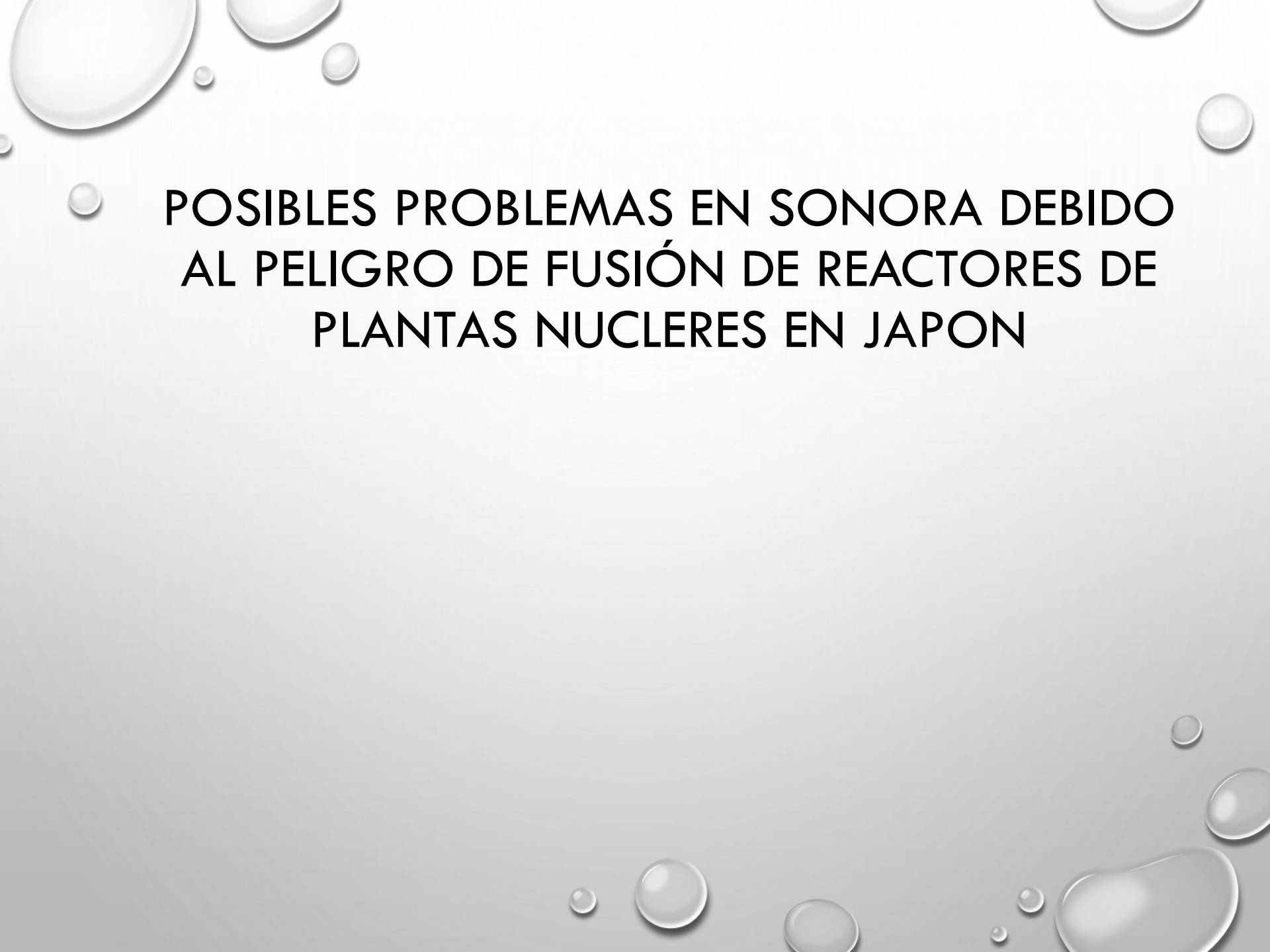
EL ACCIDENTE



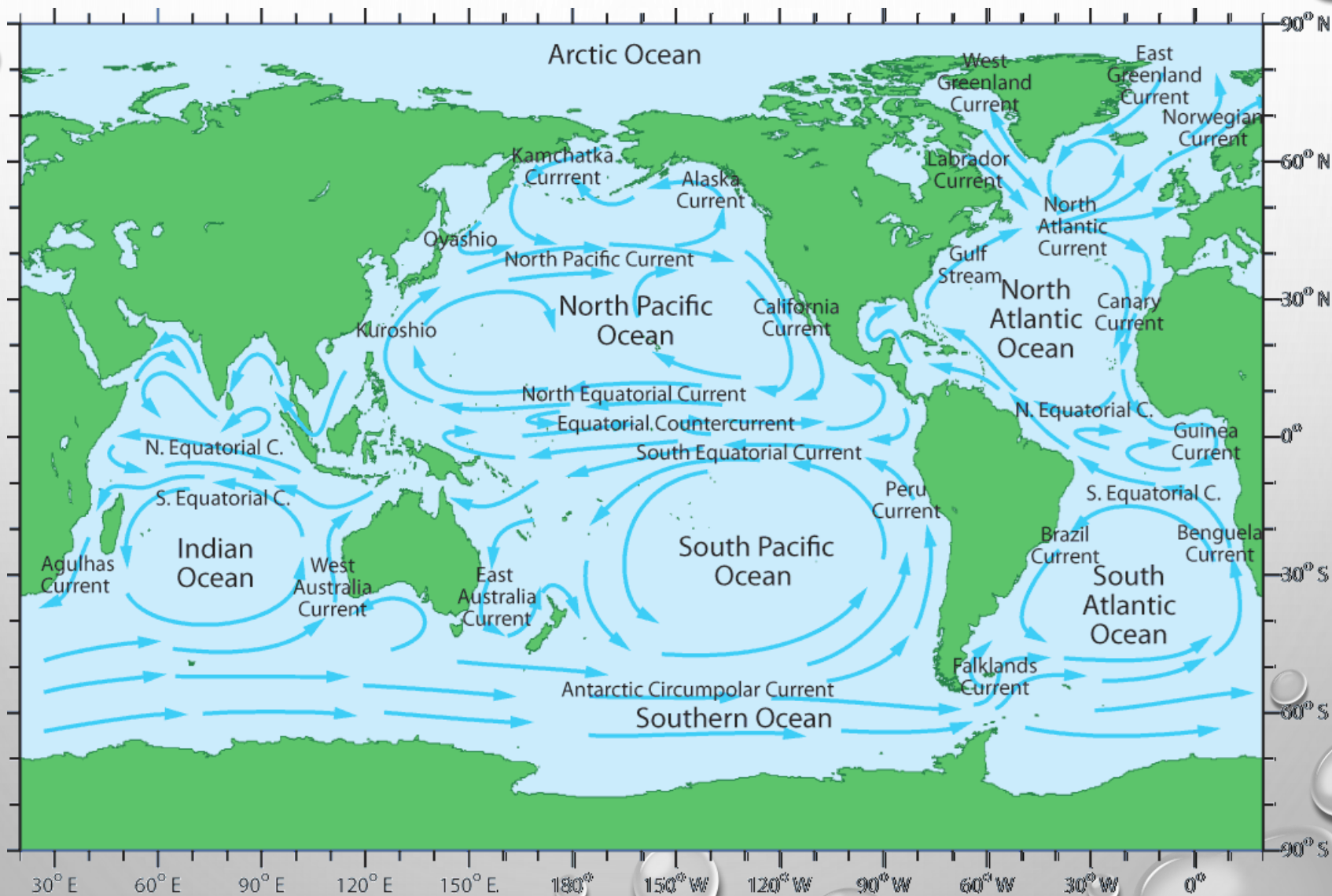
¿QUÉ PASARÍA EN EL PEOR DE LOS CASOS?

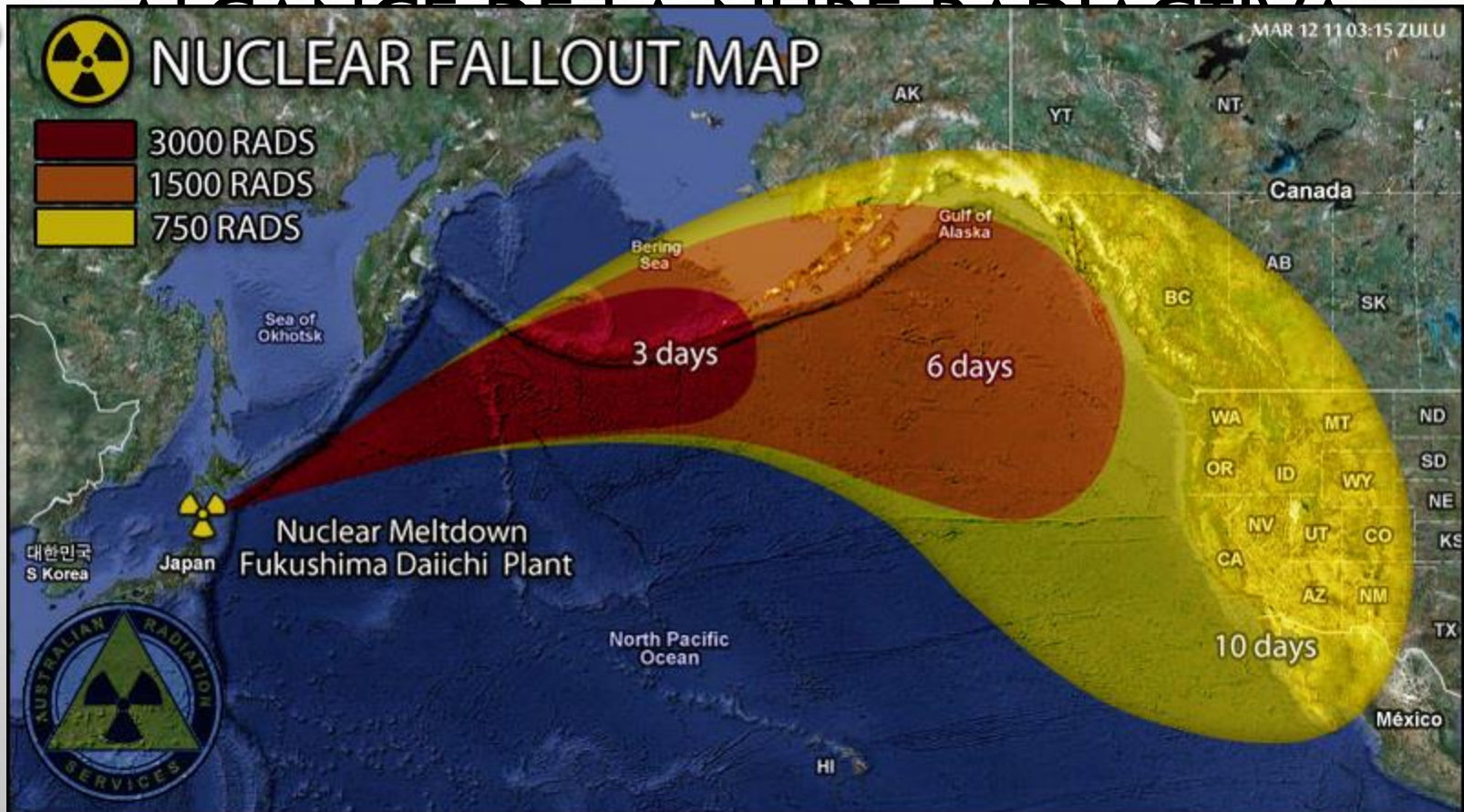
- SI SE FUNDE EL NÚCLEO DEL REACTOR, UNA MASA FUNDIDA ALTAMENTE RADIATIVA CAERÁ HASTA LA BASE (NÚMERO 20).
- SI LA BASE NO AGUANTASE, LOS RESIDUOS RADIATIVOS SE ABRIRÍAN PASO HASTA CAPAS INFERIORES DE TERRENO, CONTAMINANDO TODO A SU PASO, INCLUIDAS LAS CAPAS FREÁTICAS.
- ES LO QUE SE CONOCE COMO **SÍNDROME DE CHINA**. ESTE ES UN CONCEPTO TEÓRICO, QUE NO HA OCURRIDO NUNCA Y QUE PROBABLEMENTE NO OCURRIRÍA NI EN EL PEOR DE LOS CASOS.



The background of the slide is a light gray gradient. It is decorated with several realistic water droplets of various sizes. Some droplets are at the top left, some at the top right, and a cluster of larger droplets is at the bottom right. The droplets have highlights and shadows, giving them a three-dimensional appearance.

POSIBLES PROBLEMAS EN SONORA DEBIDO AL PELIGRO DE FUSIÓN DE REACTORES DE PLANTAS NUCLERES EN JAPON





PROBLEMÁTICA DE LAS PLANTAS NUCLEARES

- ALGUNA VEZ DEMASIADO BARATO PARA MEDIRLO, HOY DEMASIADO COSTOSO PARA HACERLO. (EL ECONOMISTA)
- ALTOS COSTOS DE PRODUCCIÓN
- EFECTOS DURADEROS AL AMBIENTE
- LA VIDA ÚTIL DE LAS PLANTAS NUCLEARES ES DE 11 AÑOS EN SU MAYORÍA.

INCONVENIENTES MEDIOAMBIENTALES

- ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS RADIATIVOS
- RIESGO DE ACCIDENTES NUCLEARES
- TRANSPORTE DE RESIDUOS RADIATIVOS
- RECALENTAMIENTO DE LOS RÍOS
- AUMENTO DE LAS ENFERMEDADES PROVOCADAS POR LA RADIATIVIDAD
- CONTAMINACIÓN DE LAS PERSONAS QUE TRABAJAN CON ENERGÍA NUCLEAR
- CONTAMINACIÓN RADIATIVA DEL ENTORNO
- ACCIDENTE NUCLEAR
- ACCIDENTES EN EL TRANSPORTE DE RESIDUOS RADIATIVOS
- RECALENTAMIENTO DE LOS RÍOS

DAÑOS POTENCIALES

- SEGURIDAD NACIONAL . TERRORISMO
- ARMAS DE DESTRUCCIÓN MASIVA
- EFECTOS EN LA SALUD Y EL AMBIENTE



COSTOS DE RESTAURACIÓN DE UNA PLANTA EN INGLATERRA

- Greenpeace calcula la restauración en cerca de 25,000 millones de dolares en 100 años

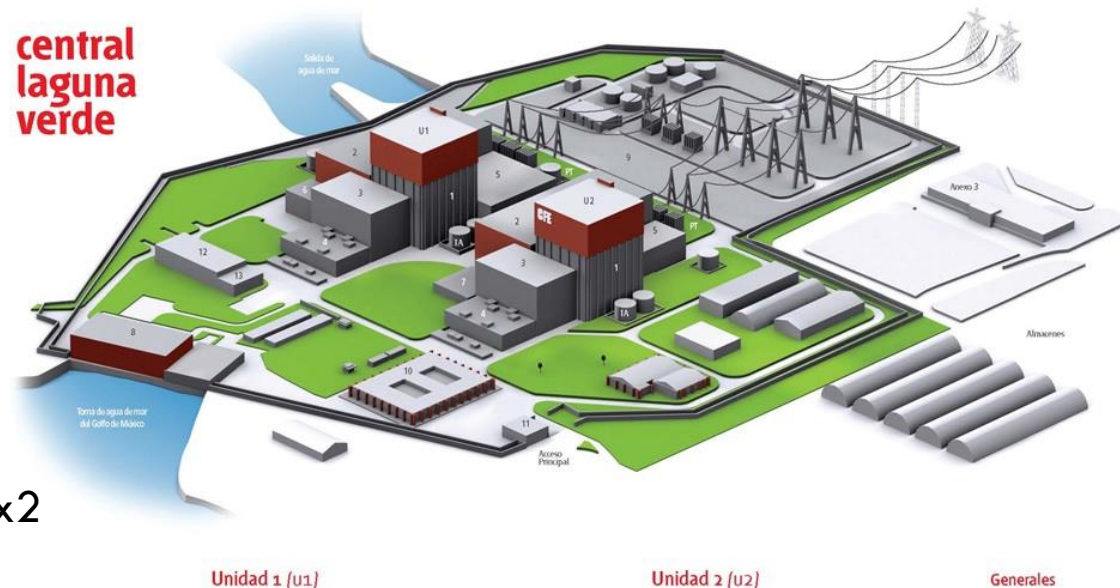
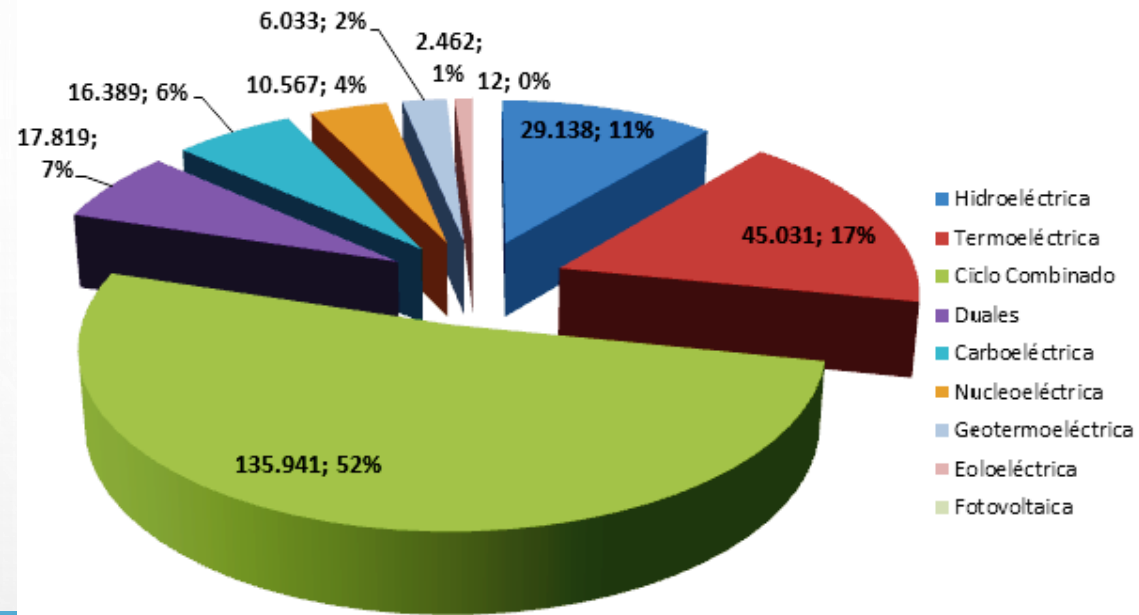


PLANTA LAGUNA VERDE



Capacidad 1.640 GW
Potencia anual generada 4.782 TWh x2

Generación Bruta [GW/hora]
Sector Eléctrico Nacional
México - Año 2016



PREGUNTAS



Aguas con la energía nuclearii

