

Terremotos y Tsunamis...

Christa G. von Hillebrandt-Andrade

Red Sísmica de Puerto Rico

UPR-Mayagüez

Mito #1

Durante un terremoto la tierra se abre y traga gente carros, casas...



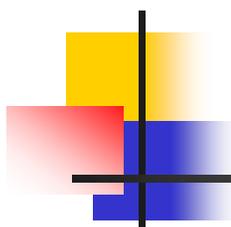
"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Mito #2

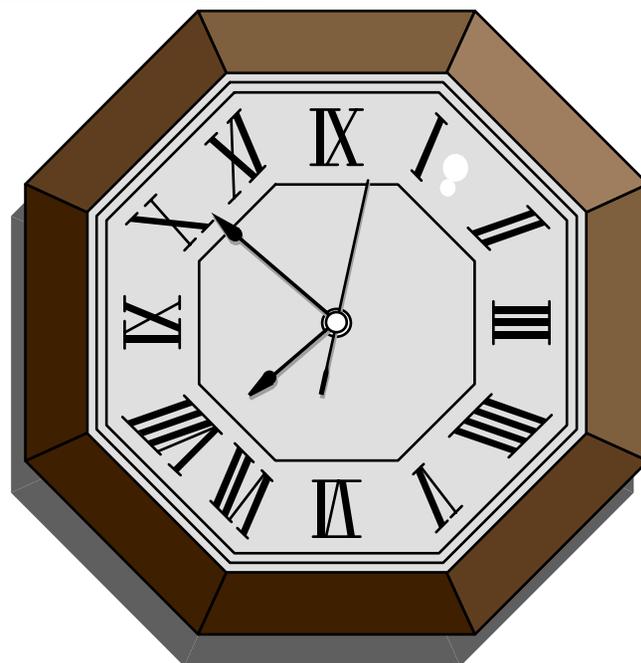


Los terremotos ocurren cuando hace calor...

"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM



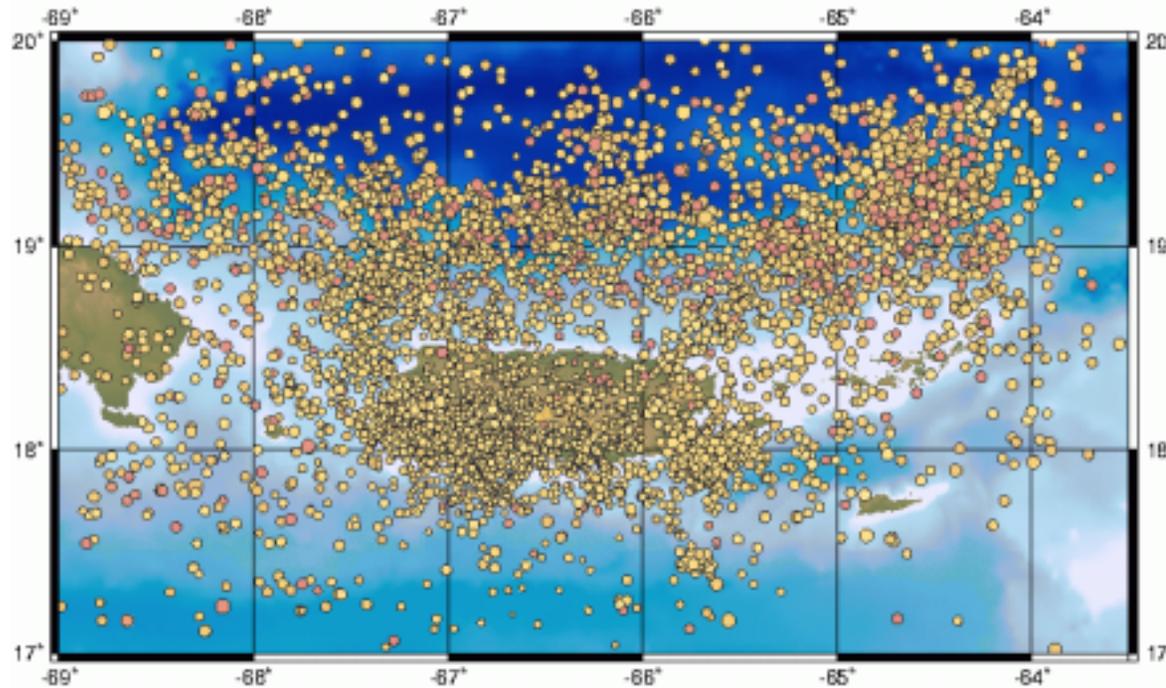
Mito #3



Se pueden predecir los terremotos

"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

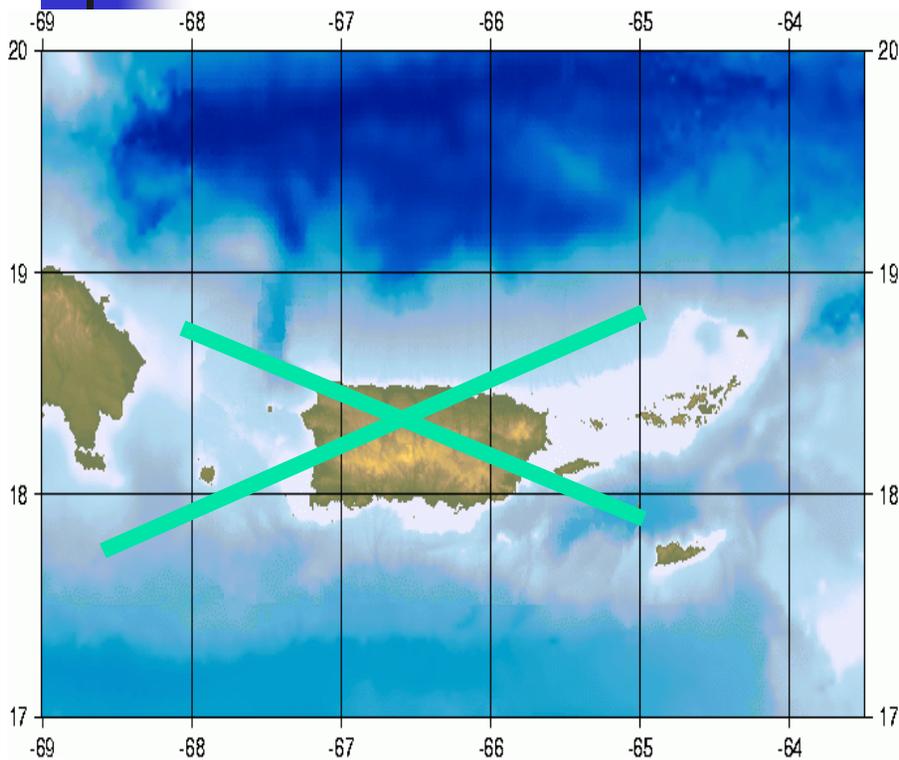
Mito #4



Muchos sismos pequeños evitan que ocurra uno grande

"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

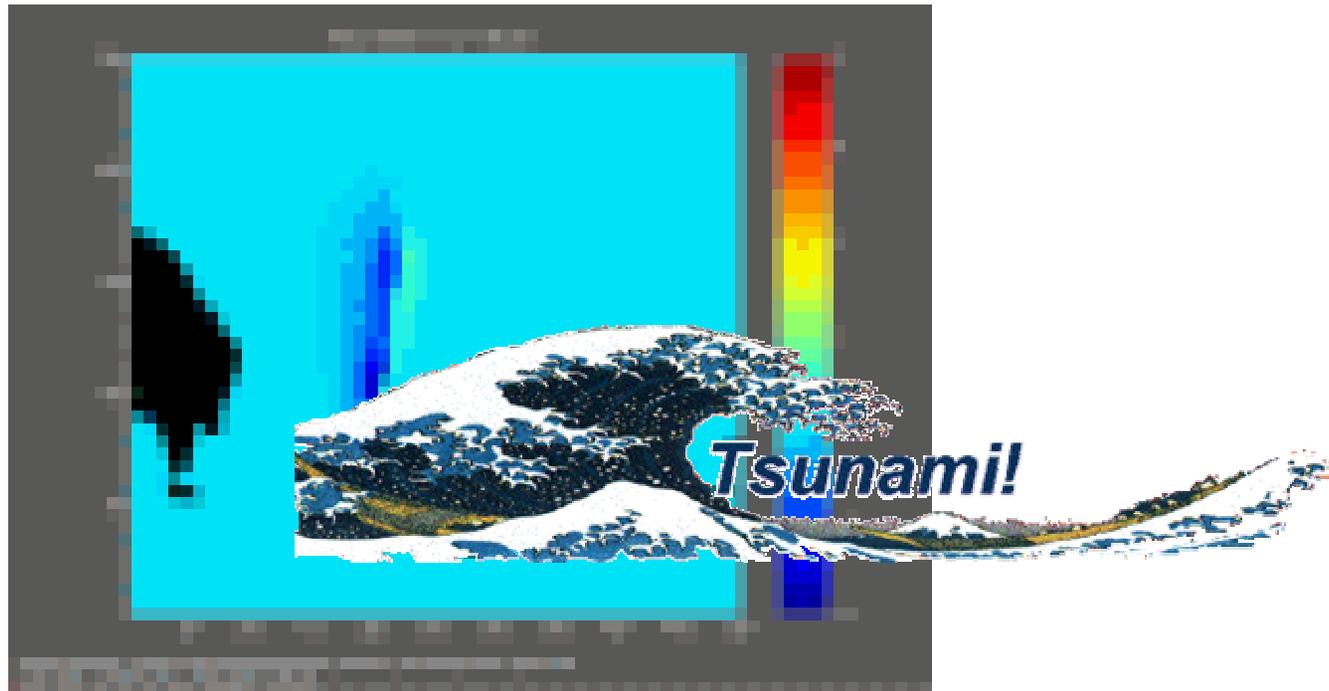
Mito #5



Un fuerte terremoto destruirá toda la isla y la mayoría de los edificios colapsarán...

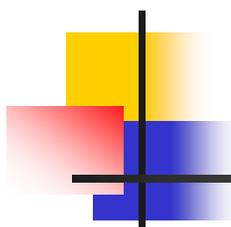
"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Mito #6



Un maremoto puede arropar a todo Puerto Rico

"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

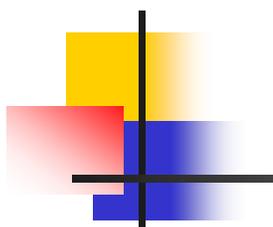


Mito #7



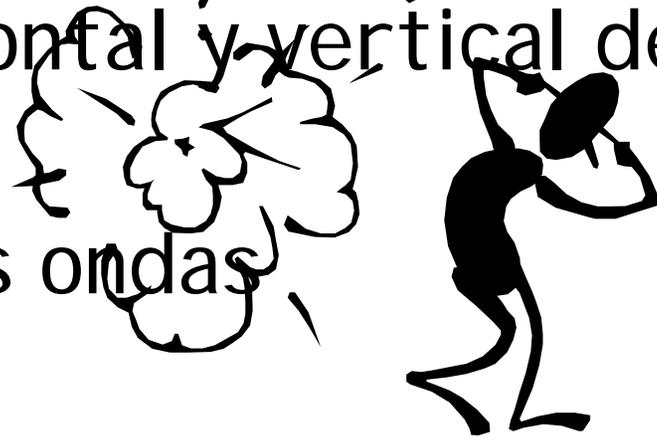
No hay nada que se pueda hacer

"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

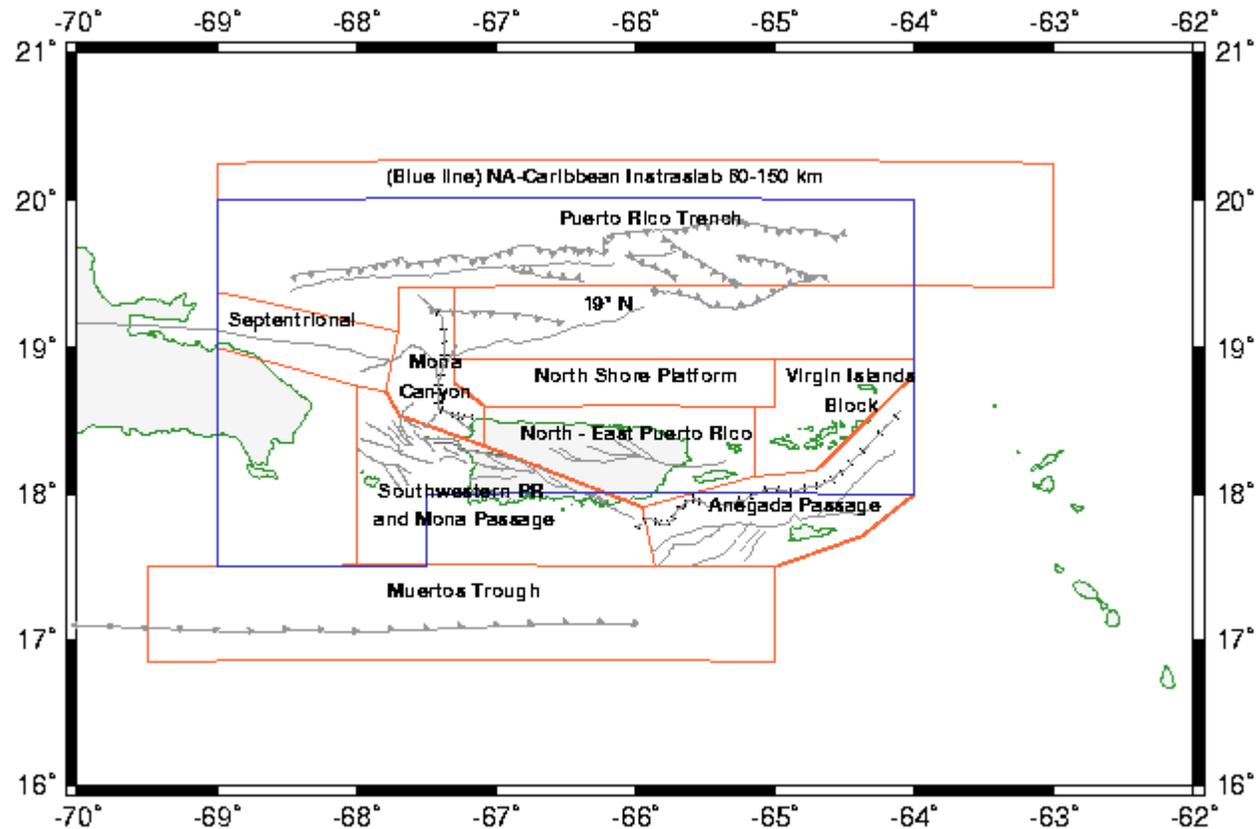


Capacidad Destructiva (Intensidad) de un Terremoto

- Magnitud
- Profundidad y Distancia del foco
- Velocidad y desplazamiento del suelo
- Aceleración horizontal y vertical del suelo
- Propiedades de las ondas
- Duración



Fuentes Sísmicas



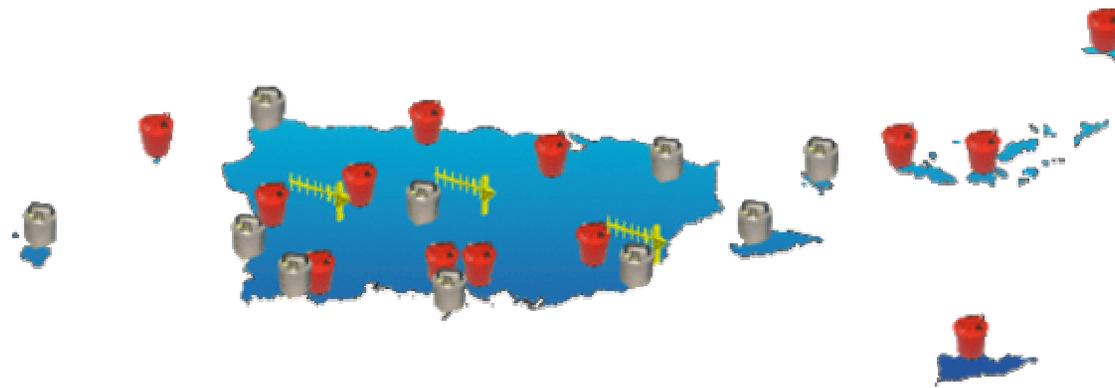
"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Historia de los Terremotos en Puerto Rico

- 1670-MM=VII, San Germán y San Juan
- 1787-M@7-8,MM=VII-VIII, Costa Norte, Este y Oeste
- 1867-M=7.3, MM=VIII, Islas Vírgenes, Este de Puerto Rico, Tsunami 20'
- 1918-M=7.3, MM=VIII, Area Oeste de PR, Tsunami 20'
- 1943-M=7.5, MM=V



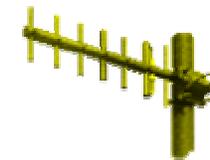
Red Sísmica de Puerto Rico



Sismometro de
Periodo Corto



Sismometro de
Banda Ancha



Estacion
Repetidora

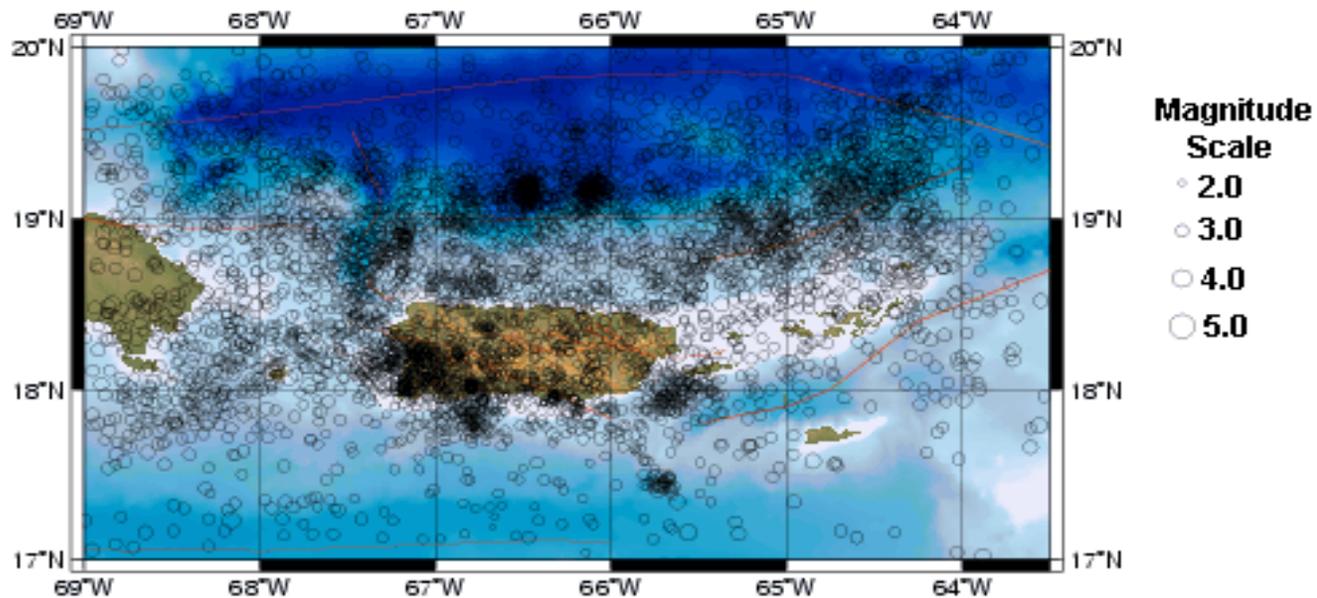
"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Red Sísmica de Puerto Rico



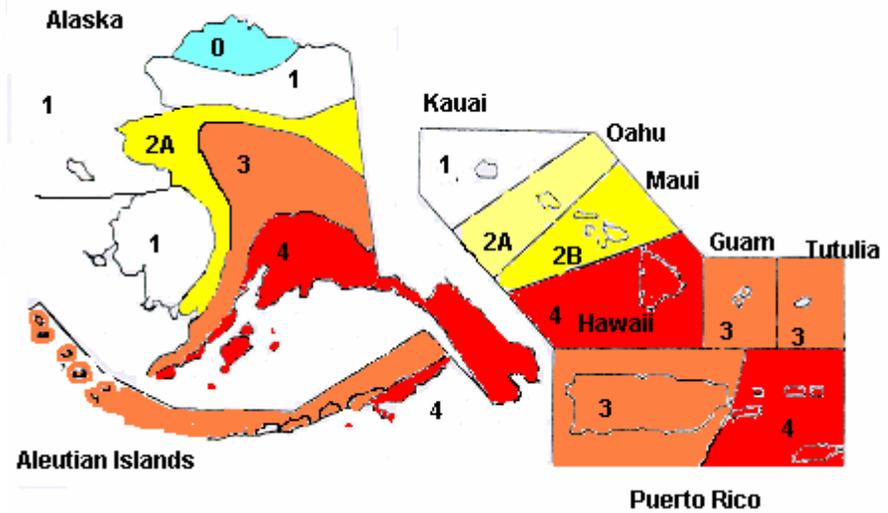
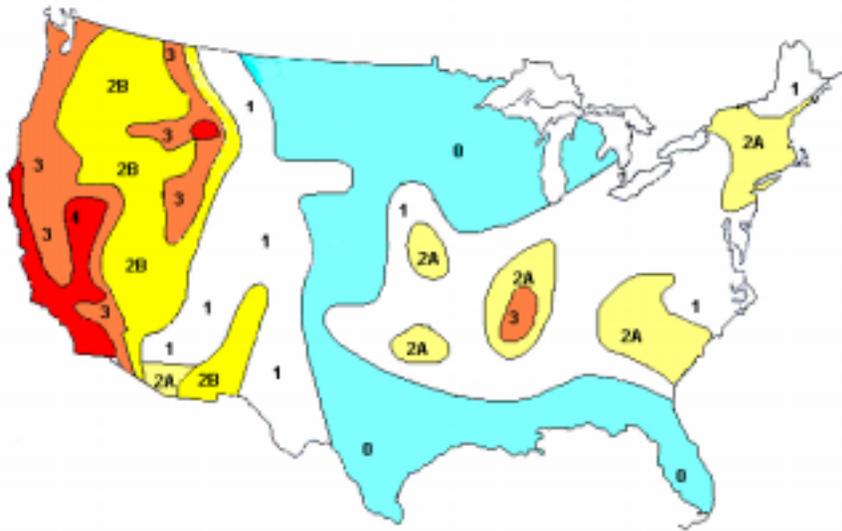
"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-
IIPRM

Sismicidad para Puerto Rico



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Zonas Sísmicas UBC, 1997

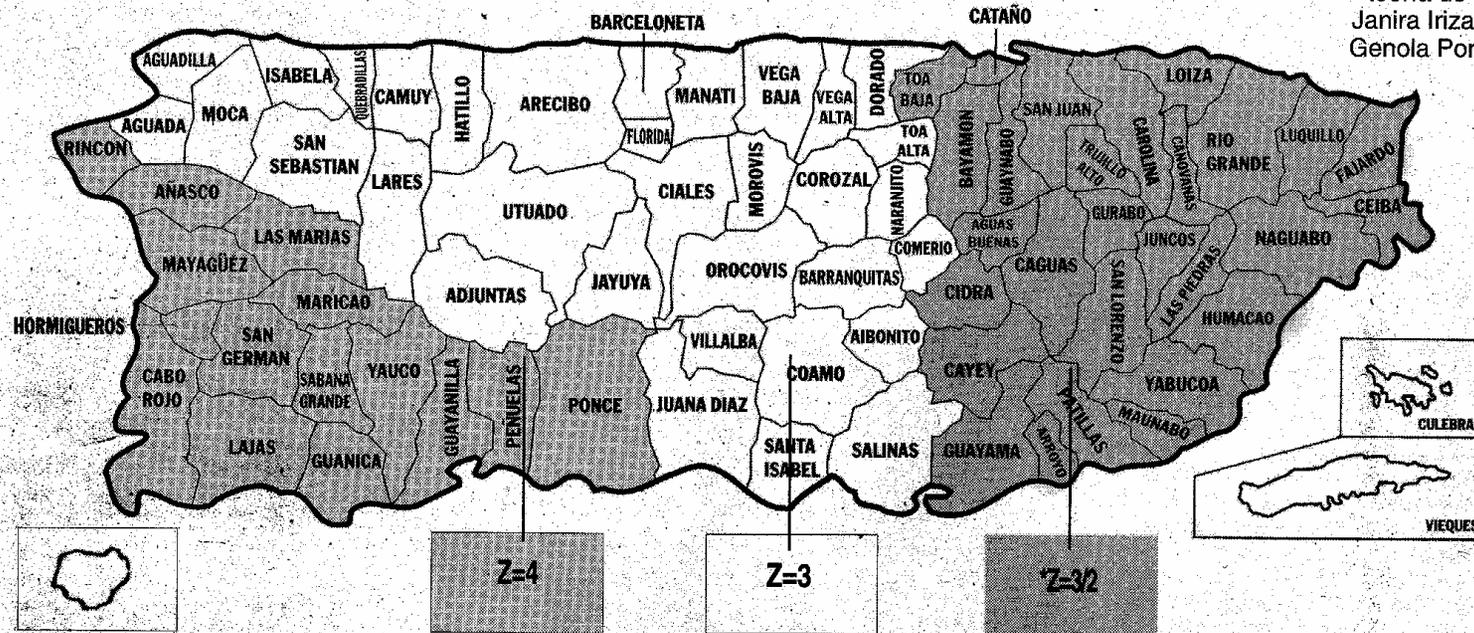


"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Propuesta Zonificación Sísmica-CIAPR

Cambios a la zonificación de terremotos, impulsados por el Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico

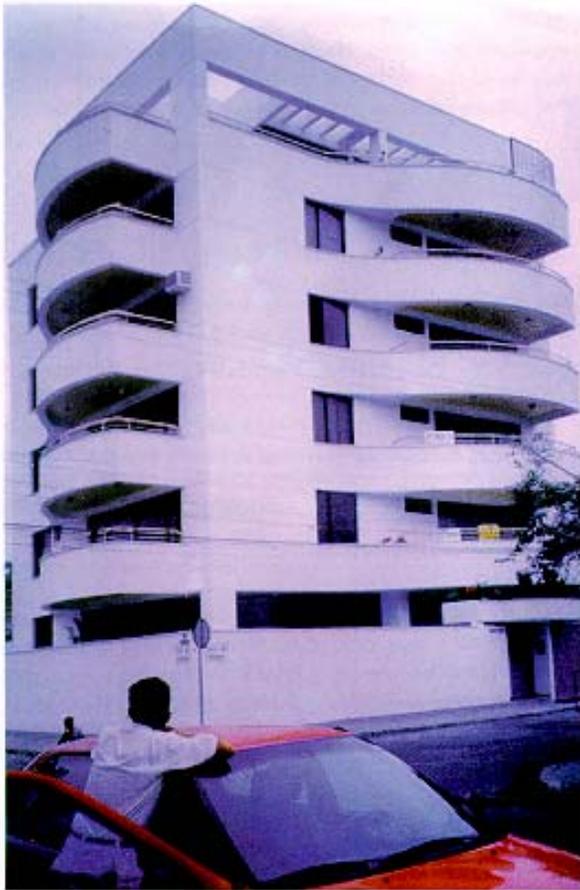
La propuesta se basa en los estudios de Dames & Moore y la teoría de maestría de Janira Irizarry Padilla y Genola Portela Gautier



*Z 3/2 = Diseñar con fuerza de zona 2, pero con los detalles de ductabilidad de la zona 3.

¿Qué puede pasar?

Bahía de Caraquez, Ecuador, 4 de agosto de 1998,
33 km, M 7.2



Condominio Calipso

"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

¿Qué puede pasar?

Armenia, Colombia 25 de enero de 1999, 10 km, M=5.8



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

¿Qué puede pasar?

Cariaco, Venezuela, 9 de julio de 1997, 20 km, M 6.8



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

¿Qué puede pasar?

Costa Rica, 22 de abril de 1991, 21.5 km, M 7.5



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

¿Qué puede pasar?

Northridge, California, 17 de enero de 1994, 19 km, M 6.8



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

¿Qué puede pasar?

Kobe, Japón, 17 de enero de 1995, 10 km, M 7.2

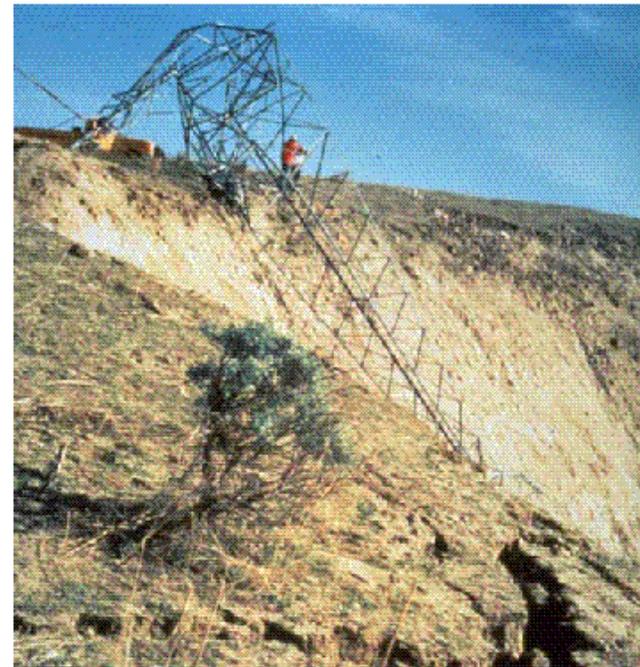
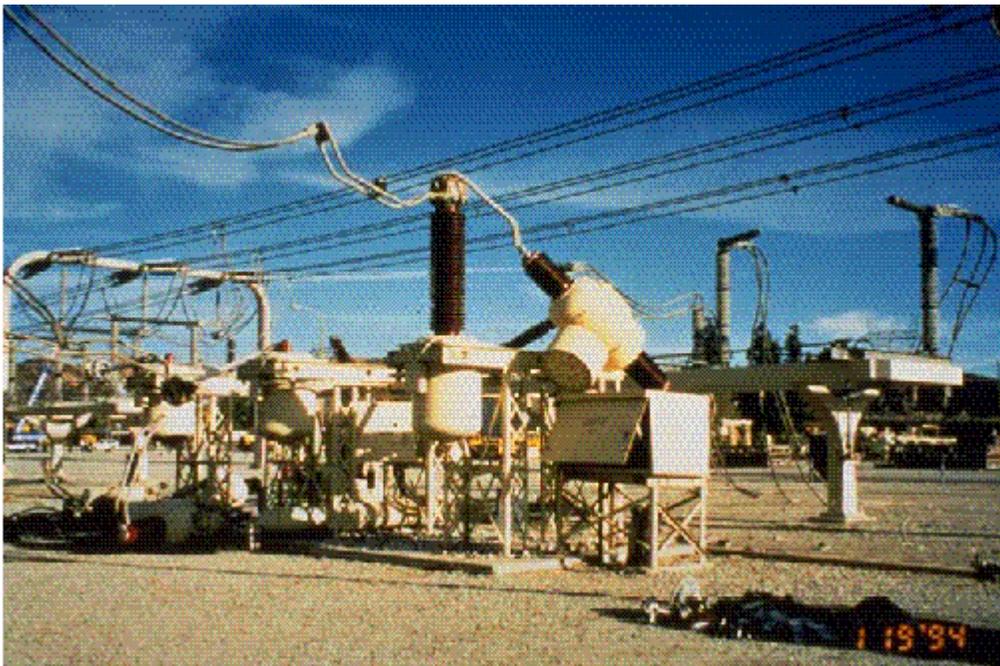


"Terremotos y Tsunamis"

Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

¿Qué puede pasar?

Northridge, California, 17 de enero de 1994, 19 km, M 6.8



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

¿Qué puede pasar?

Northridge, California, 17 de enero de 1994, 19 km, M 6.8



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

¿Qué puede pasar?

Kobe, Japón, 17 de enero de 1995, 10 km, M 7.2

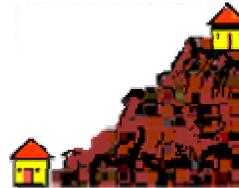
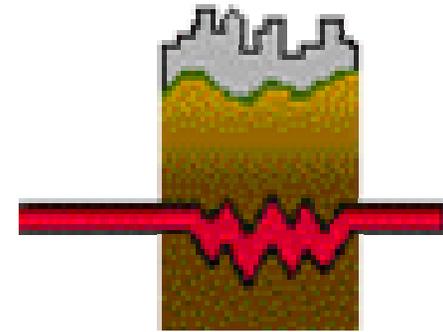


"Terremotos y Tsunamis"

Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

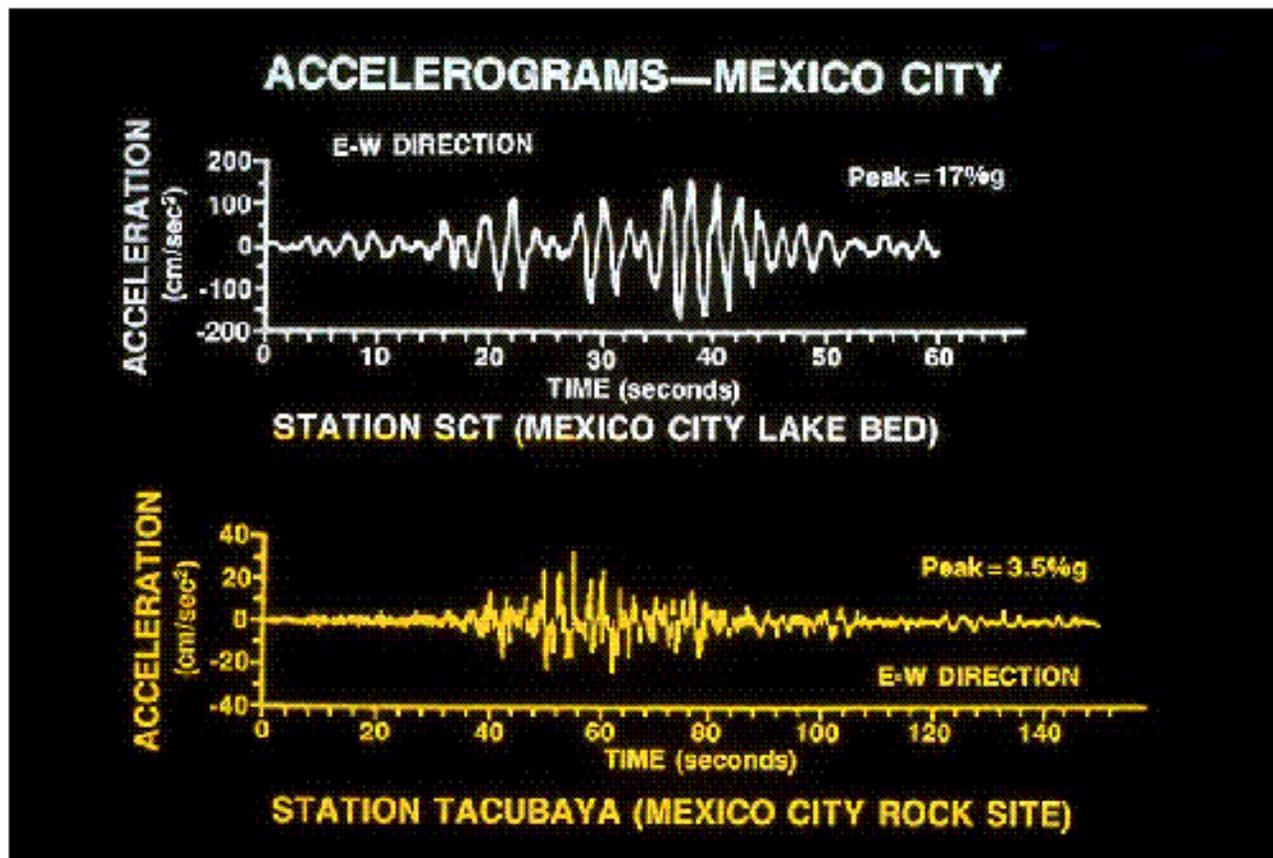
Fenómenos Secundarios Inducidos de los Terremotos

- Amplificación
- Licuación
- Deslizamientos
- Tsunamis
(maremotos)



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Amplificación



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Amplificación

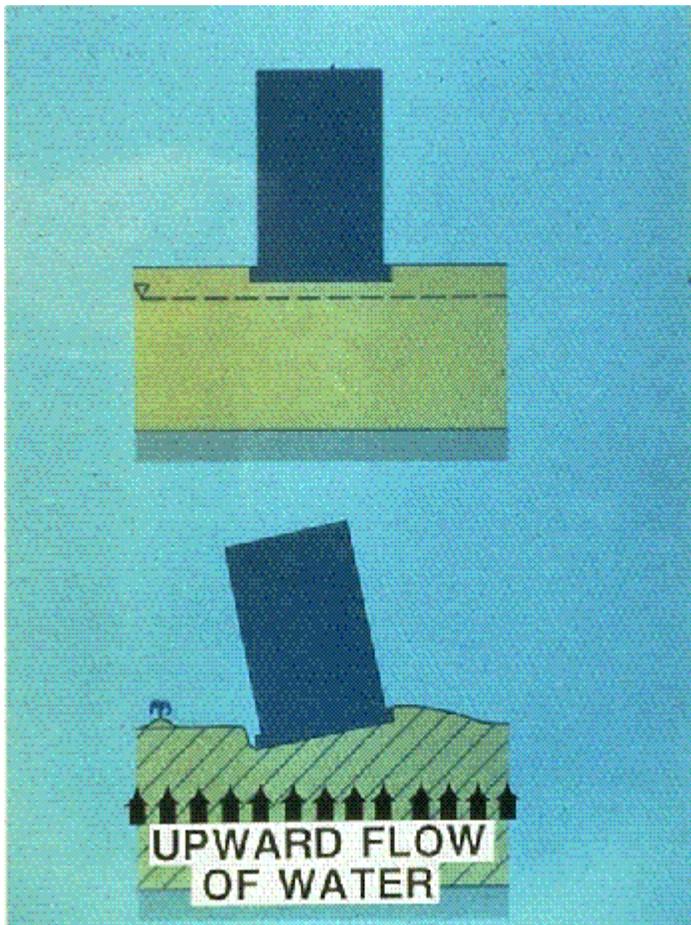


Edgar V. Leyendecker

Hospital de Maternidad Benito Juarez de México.

"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Licuación-Pérdida de la capacidad de carga



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Licuación

Turquía, 17 de agosto de 1999, 17 km., M 7.4



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

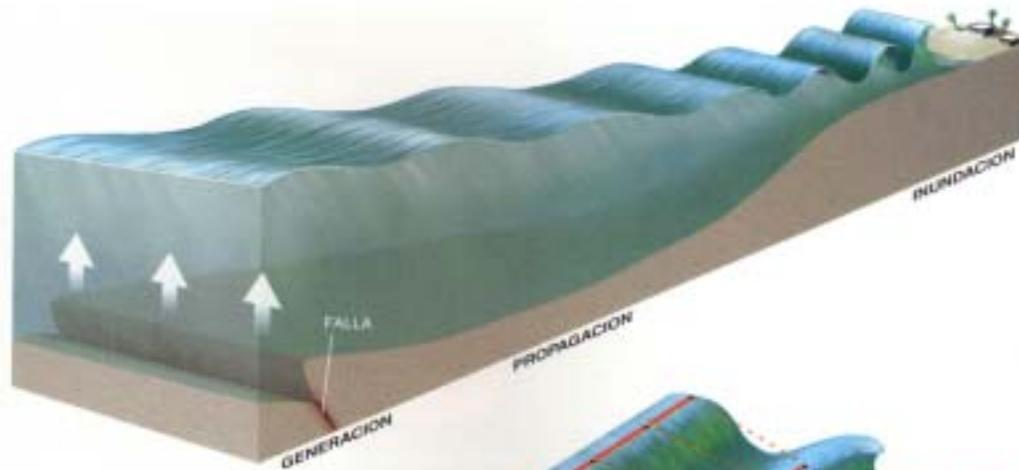
Deslizamientos

El Salvador, 13 de Enero de 2001, M 7.6.

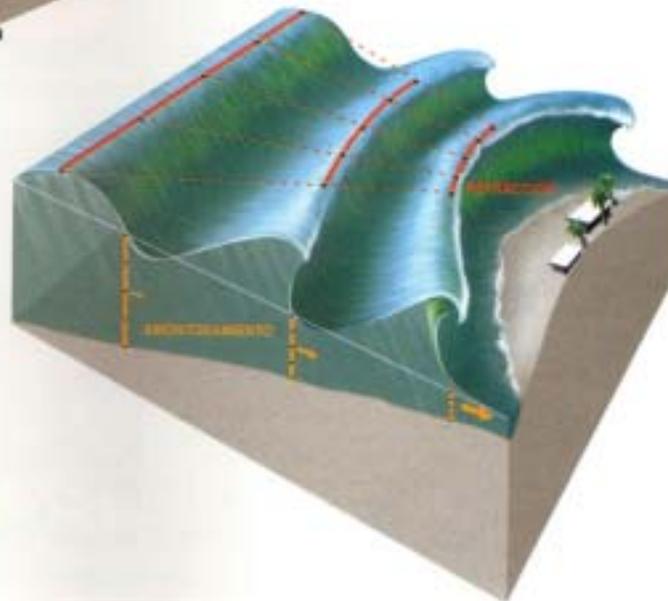


"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Tsunamis...

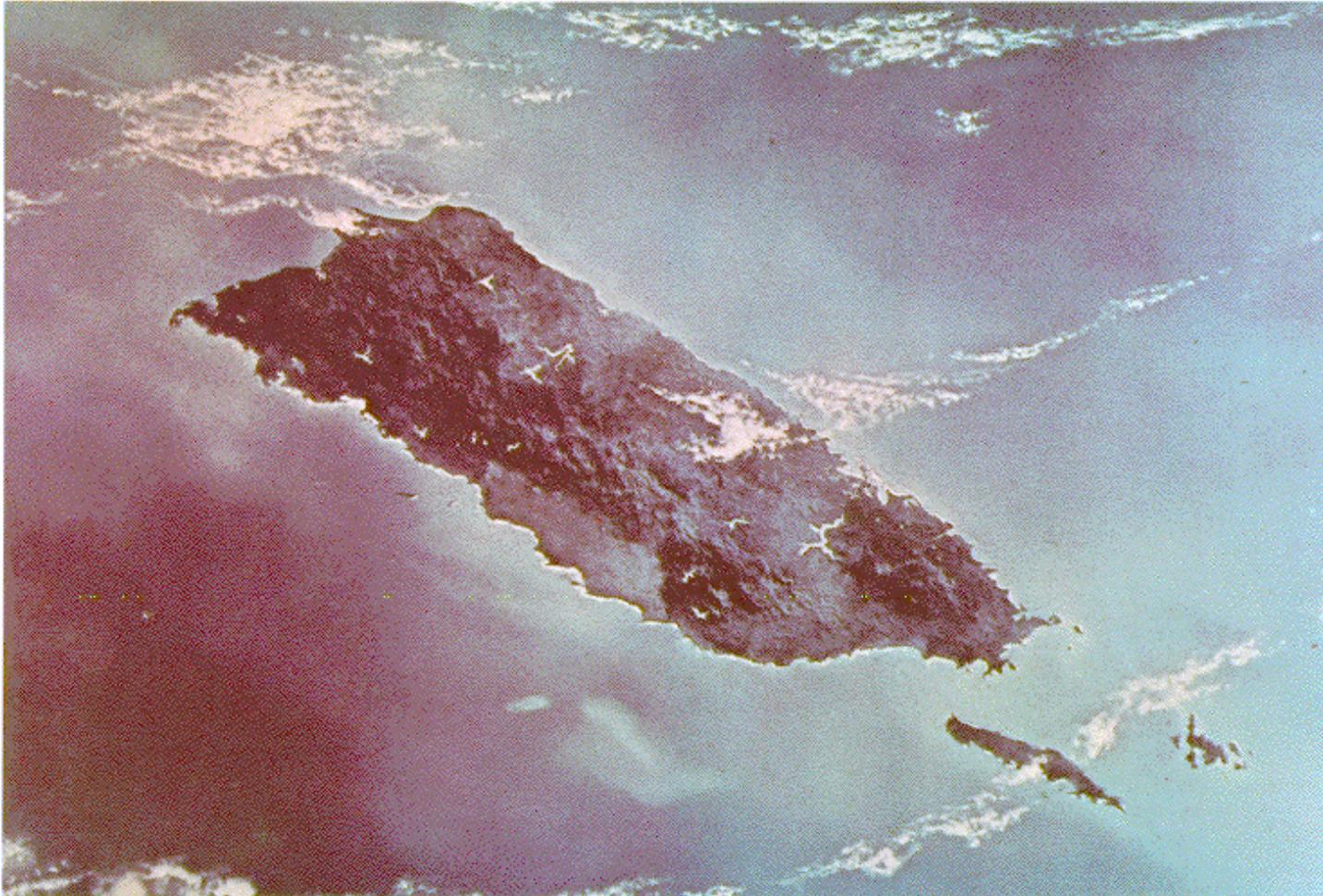


3. TRIPLE FASE EVOLUTIVA de los tsunamis: generación, propagación e inundación (arriba). La perturbación del fondo del mar, como el movimiento a lo largo de una falla, eleva el agua suprayacente. La ola se propaga por las aguas profundas del océano a velocidades de reactor; sin embargo, con una longitud 600 veces su altura, la pendiente de la ola es demasiado suave para dejarse detectar. La ola empieza a ralentizar su velocidad al alcanzar aguas someras y en ocasiones penetra e inunda el terreno como una gran marea. Otras veces, la refracción y el amontonamiento convierten la energía de la ola en una peligrosa pared de agua (derecha). La energía de la ola se transmite a un volumen menor de agua en cuanto se acerca a aguas menos profundas (puntos), desciende y la solapa la ola que la sigue o bordea la tierra saliente. Este incremento en la densidad de la energía aumenta su altura y su fuerza.



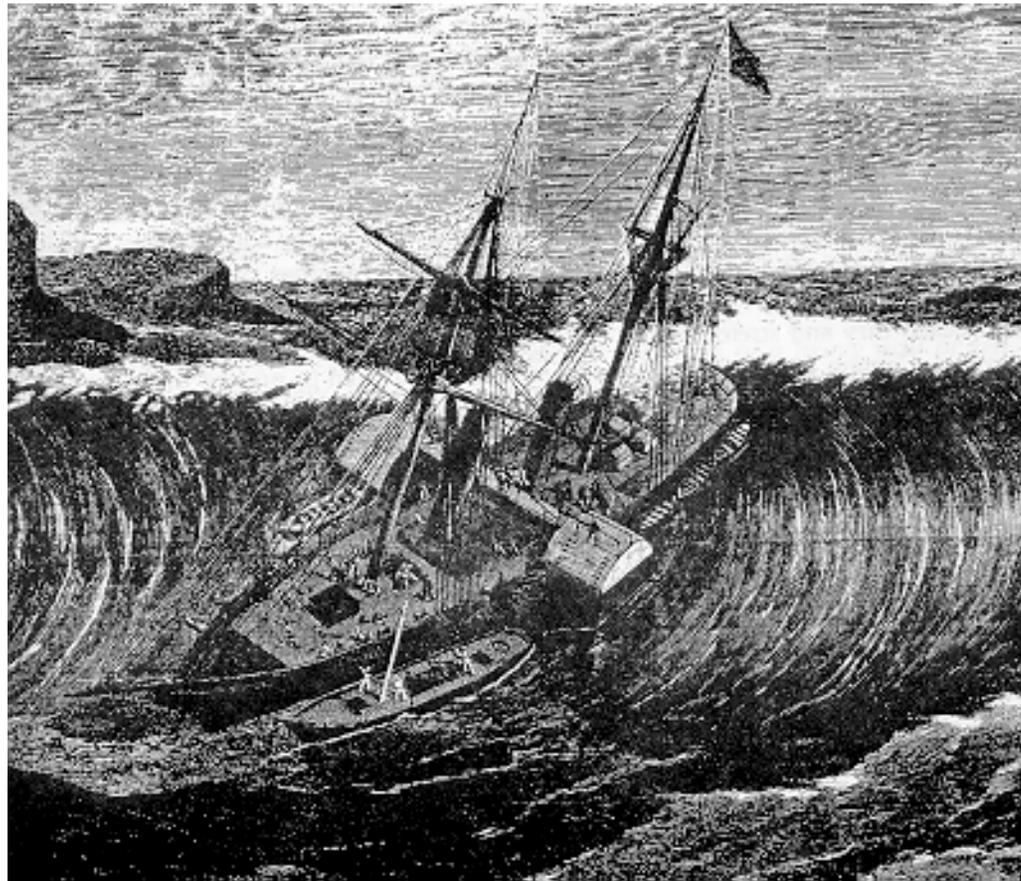
"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Fallas sísmicas alrededor y en Puerto Rico



Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Tsunami, 1867, Islas Vírgenes



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Maremoto 1918, Mayagüez



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Alaska. Terremoto de Ms = 7.8. Profundidad del terremoto = 25 km. Muertes = 165. Daños = 26 millones (1946).



Figure 12.36 Scotch Cap Lighthouse prior to April 1, 1946. This light is 92 feet above mean low water. Rough photogrammetric approximations result in the following elevations: foundation of lighthouse, 45 feet; foundation upper radio mast, 193 feet; upper plateau, 115 feet. [From Shepard, MacDonald, and Cox (1950).]



Nicaragua, 2 de Septiembre de 1992, M=7.1



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

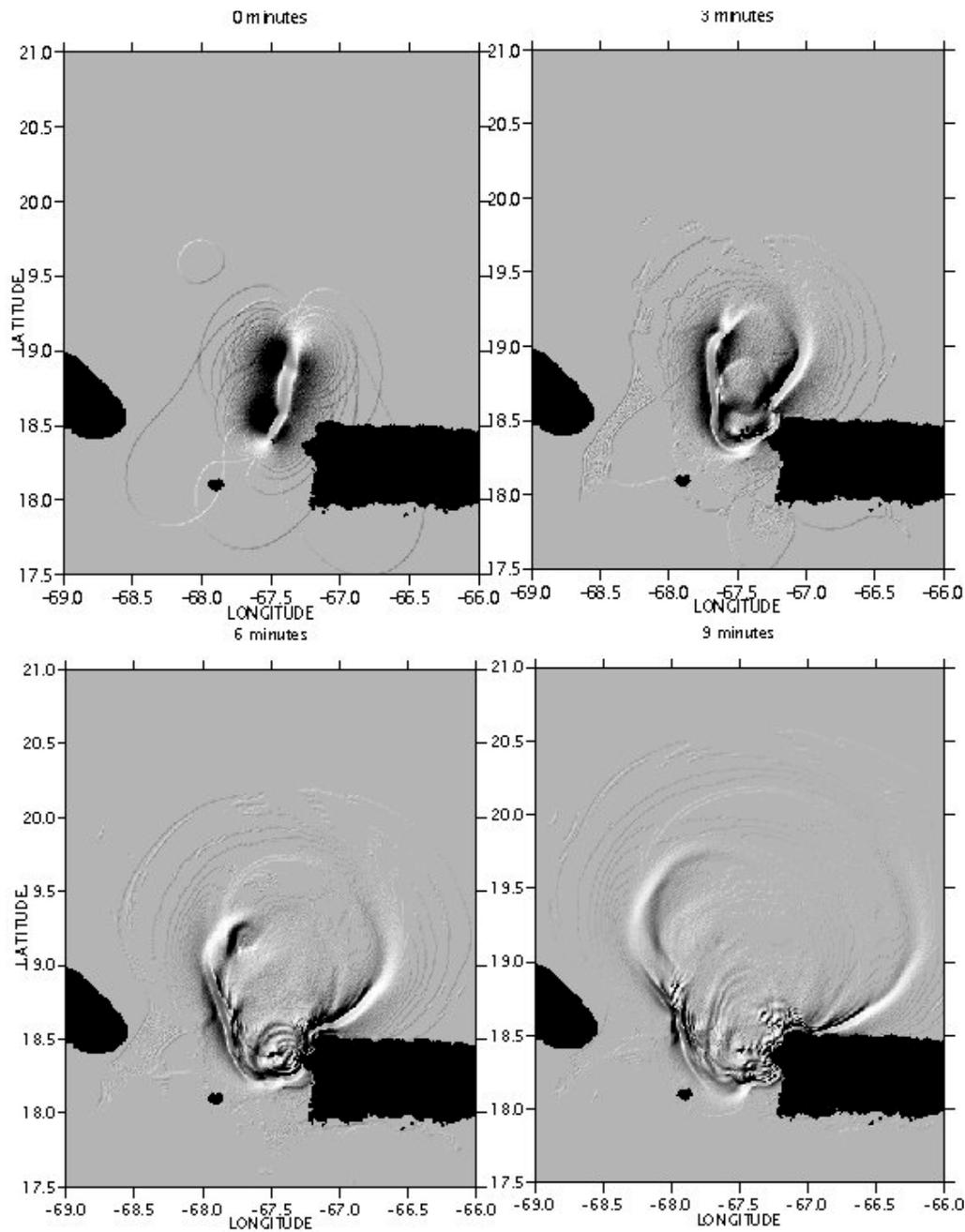


Papua Nueva Guinea, 1998



Indonesia, 1992

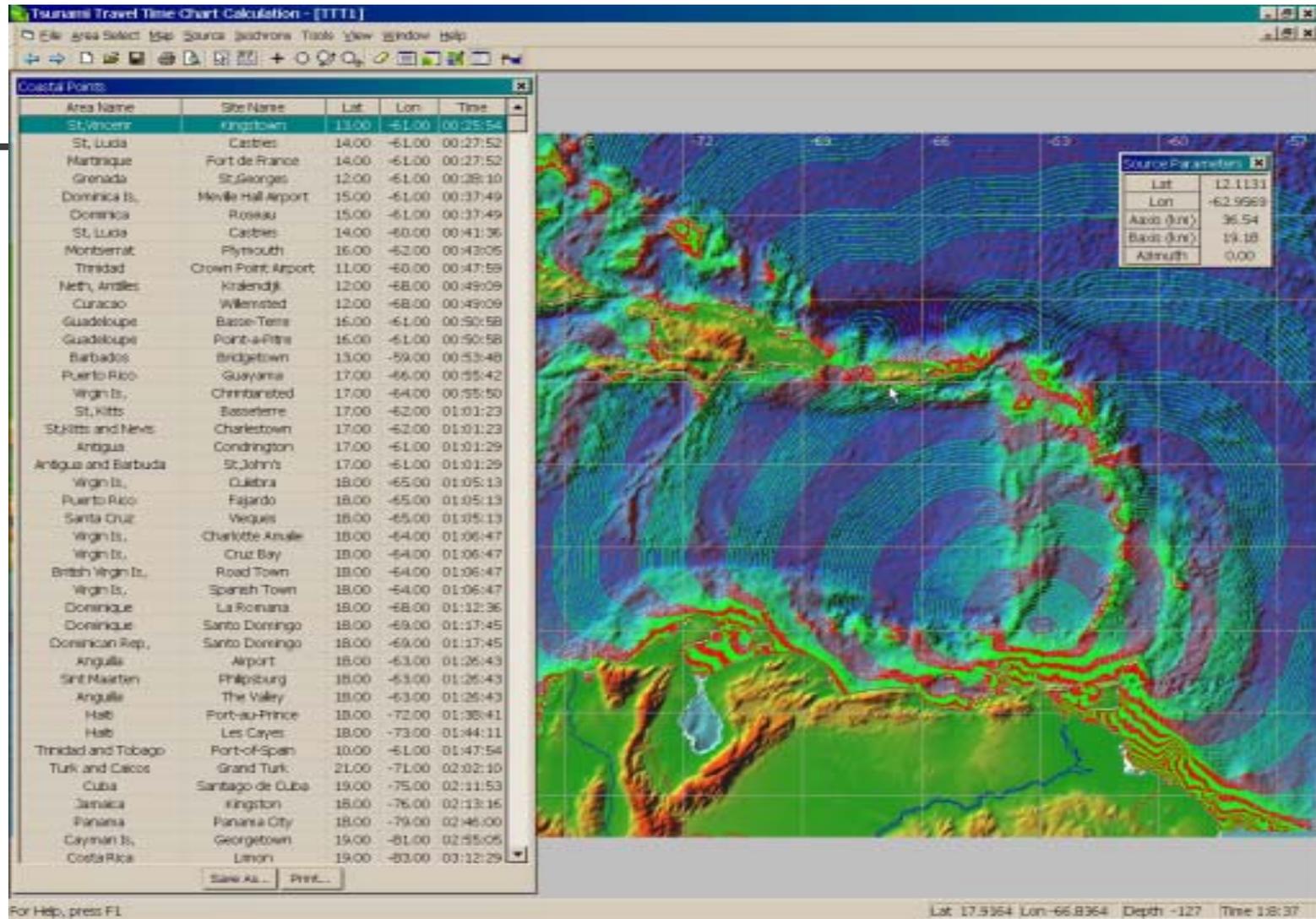
Una ola de 10 pies moviéndose a 12 mph ejerce una fuerza equivalente a una corriente de aire moviéndose a 379 mph!!! Esto equivale al límite superior de un tornado de intensidad 6 en la escala de Fujita, lo que se clasifica como un tornado “inconcebible”. Un huracán categoría 5 tiene vientos sostenidos sobre 155 mph, lo equivalente a la fuerza de un maremoto de “apenas” 5 pies. La fuerza de un maremoto se debe a que la densidad del agua es 1000 veces más grande que la densidad del aire.



**Simulacion del
Tsunami
de 1918
por
Aurelio Mercado**

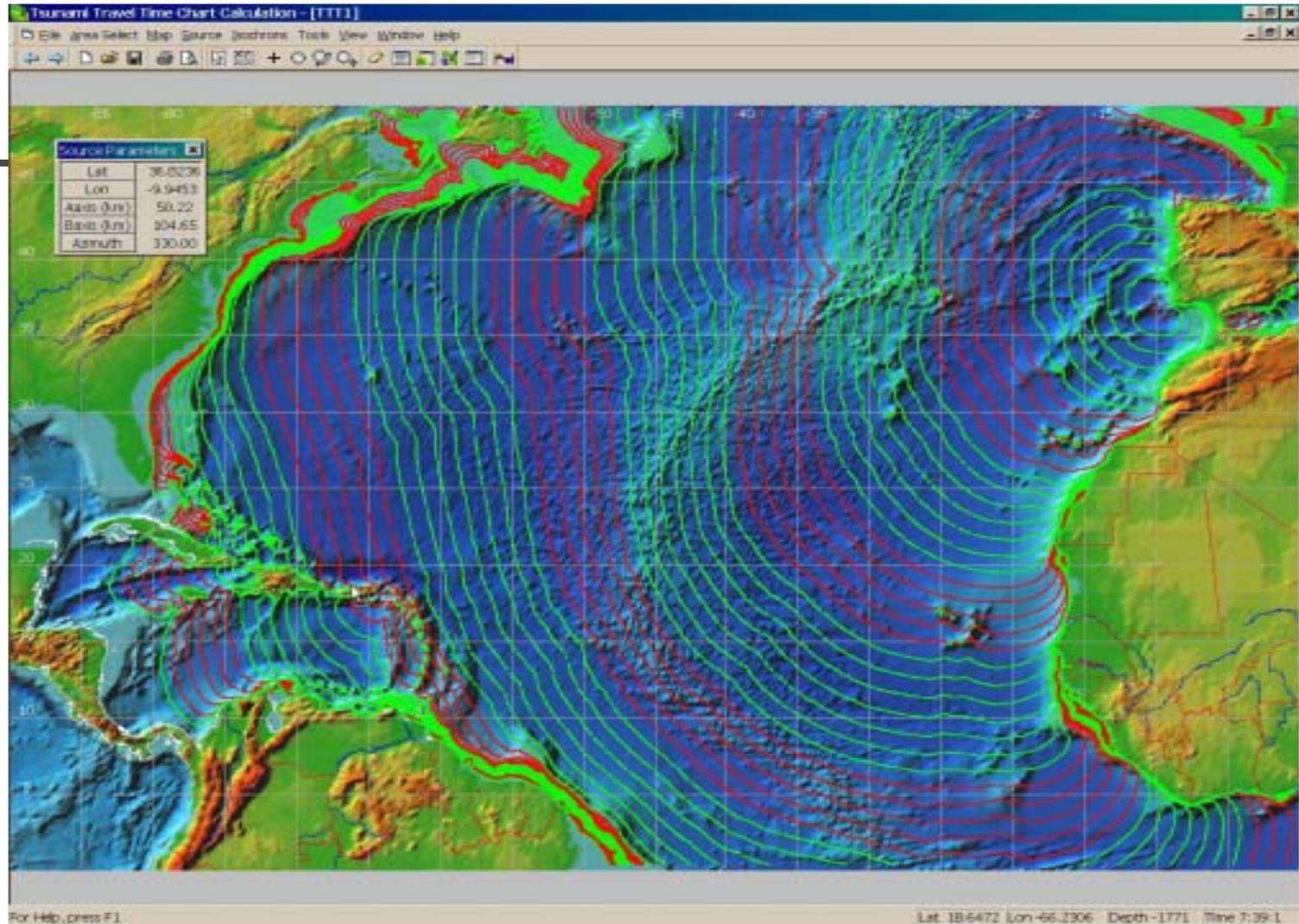
"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-
IIPRM

Tiempo de viaje para maremotos regionales



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

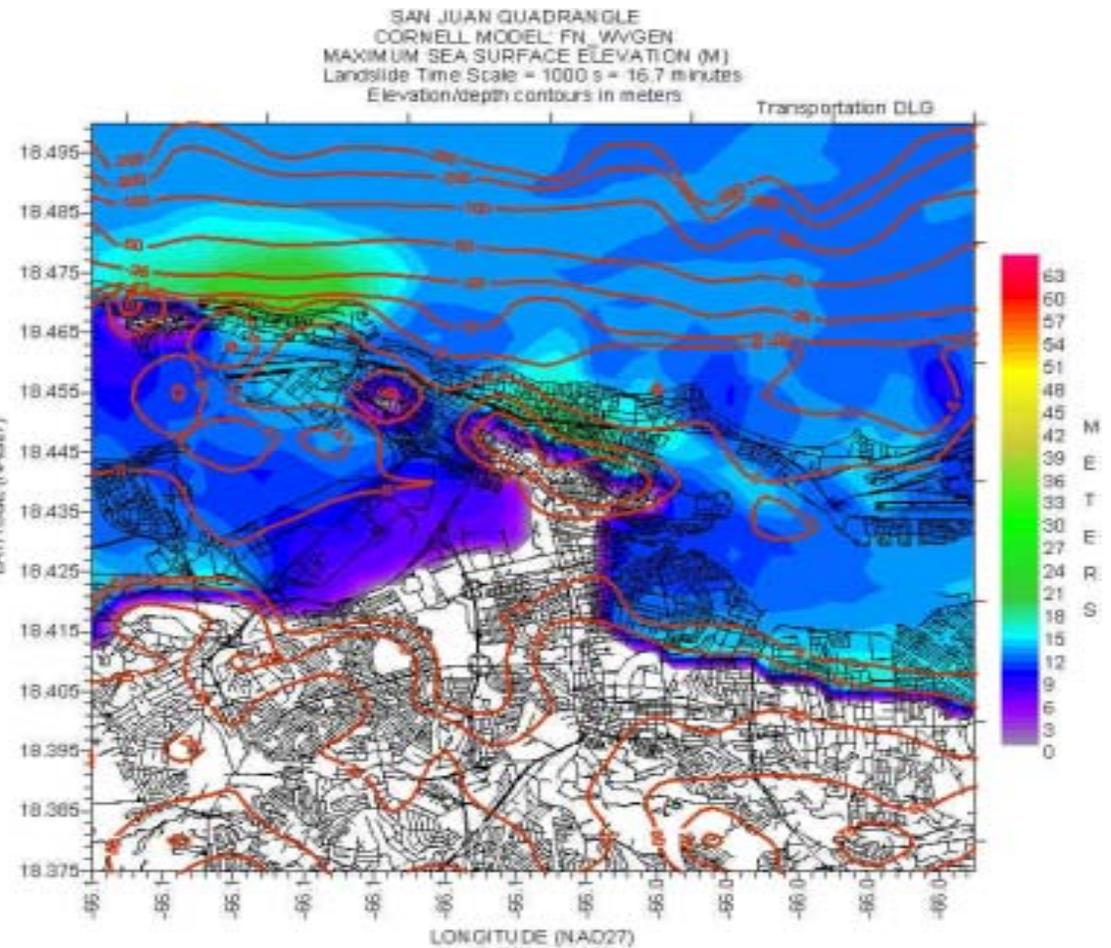
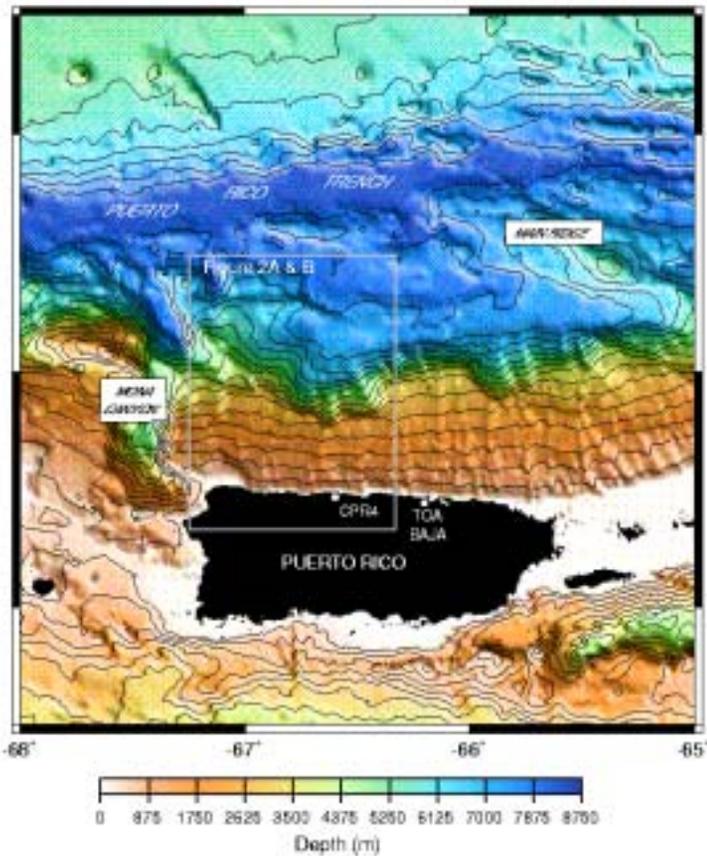
Tiempo de viaje para maremotos Trans-Atlánticos



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

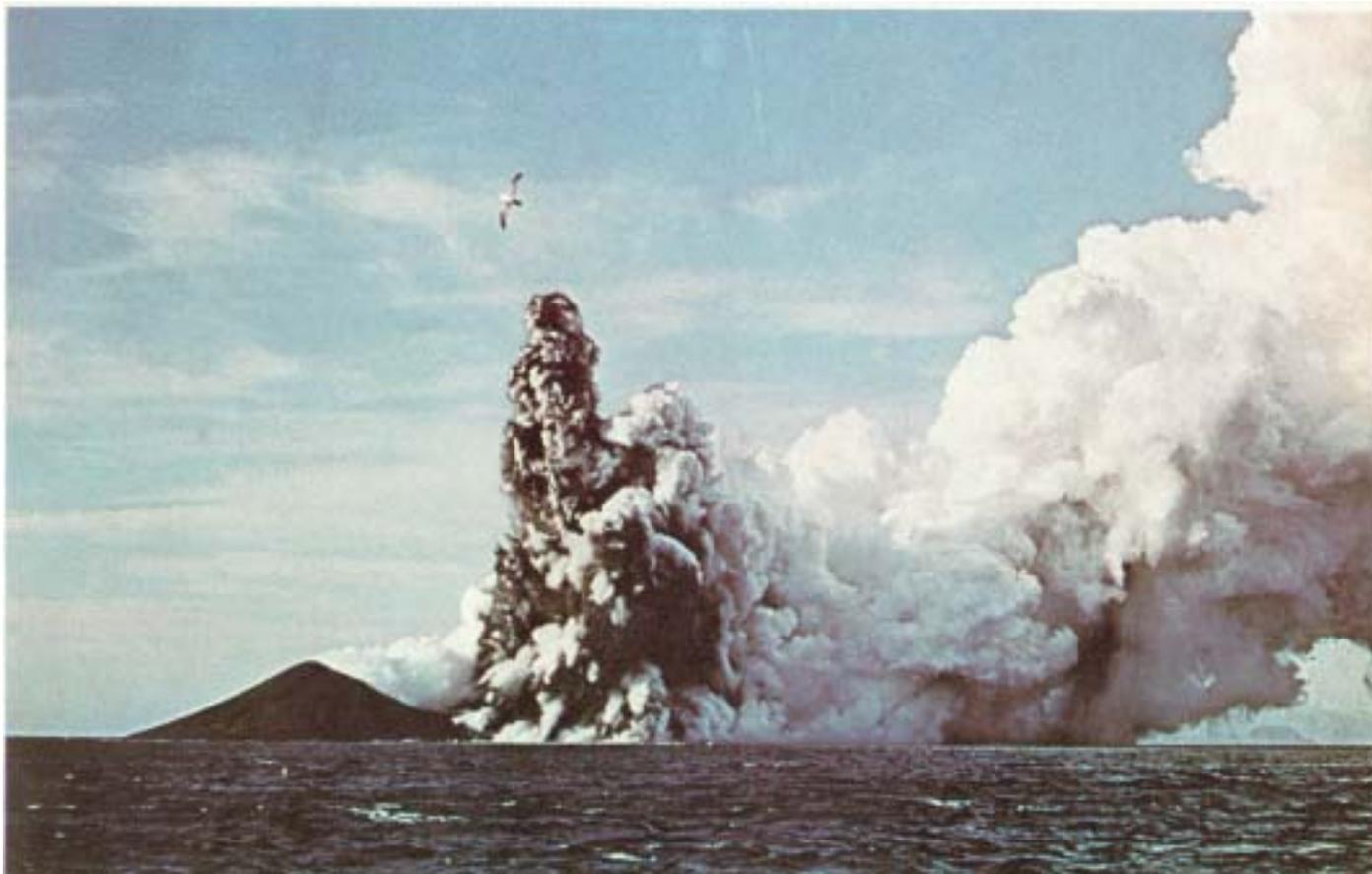
Deslizamientos submarinos

Figure 1



"Terremotos y Tsunamis"
Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Erupciones volcánicas

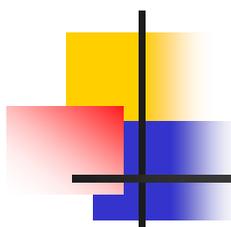


"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Impacto de un objeto...



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM



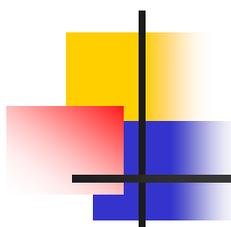
Técnica de Alerta

- Rápida - el envío, como recepción
- Precisa – se emiten para todos los maremotos destructivos y reducen al mínimo las falsas alarmas
- Confiable – funciona continuamente y son entendidos por los usuarios del sistema

Mensaje de Vigilancia de Maremoto

- “Una vigilancia de maremoto está en efecto para Puerto Rico debido a la ocurrencia de un terremoto que puede haber generado un maremoto. Todas las personas deben prepararse para desplazarse a zonas altas y/o alejadas de la costa hasta nuevo aviso.”

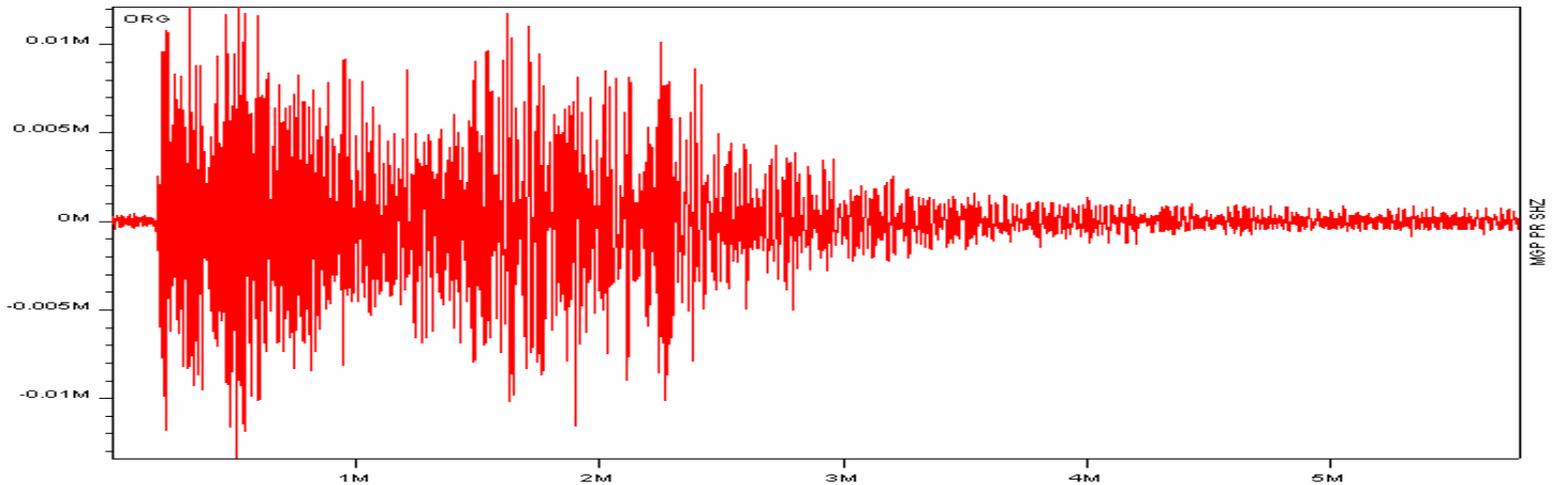
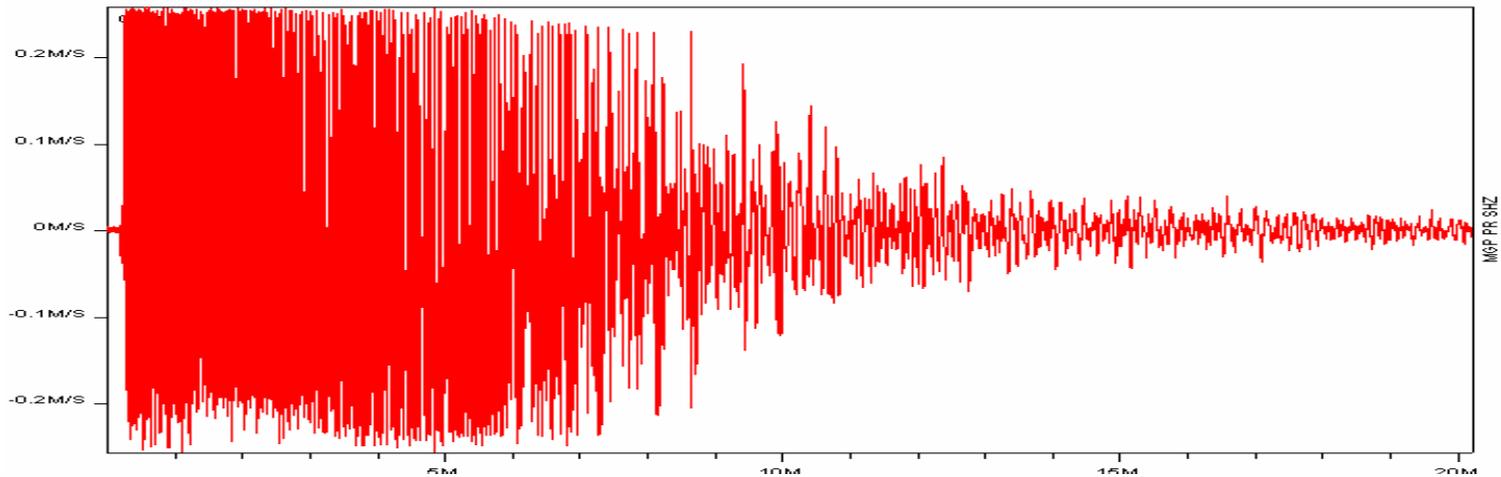




Criterios para emitir una vigilancia de maremoto

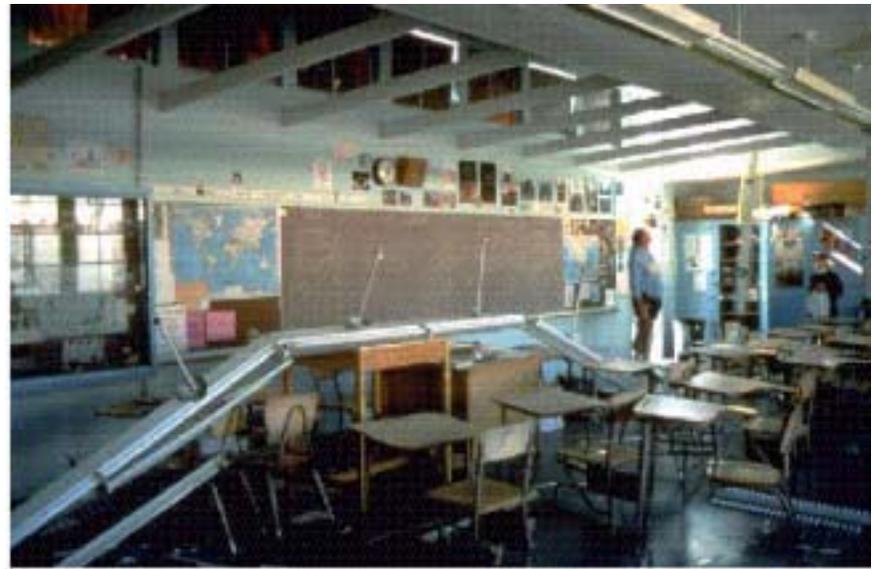
- Hay indicios de un terremoto en la región de Puerto Rico con magnitud igual o mayor a 6.5
- La RSPR determina según los registros que ha ocurrido un terremoto con magnitud igual o mayor a 6.5

Criteria for issuing a tsunami warning

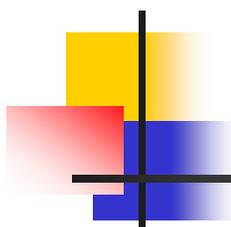


Criterios para emitir una vigilancia de maremoto (cont)

- La intensidad del sismo, según la Escala Mercalli Modificada es de VII o más en algún punto de Puerto Rico.



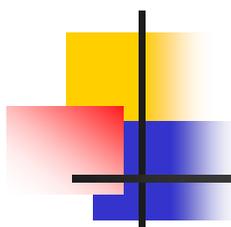
"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM



Aviso de Maremoto

- “Un aviso de maremoto está en efecto para Puerto Rico. Se ha verificado la presencia de un maremoto que está afectando o puede afectar la zona costera. Toda persona debe desplazarse a zonas altas y/o alejadas de la costa.”



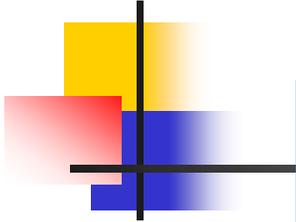


Cancelación de vigilancia/aviso

- Criterios

- RSPR determina o recibe información que la magnitud del terremoto es menor a 6.5
- Dentro de una hora de ocurrir el terremoto no ha sido observado un maremoto
- El comportamiento del mar ha regresado a niveles normales
- Mareógrafos indican que todo está bien

Sistemas de Alerta de Maremotos



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

EDUCACION

En Hawaii la información sobre las zonas potencialmente inundables se provee, entre otros medios, en las páginas del libro de teléfonos.



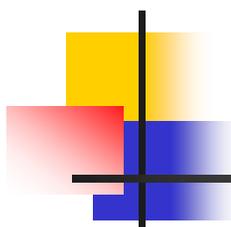
"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

EDUCACION Programa de Señalización

Cannon Beach, Oregon

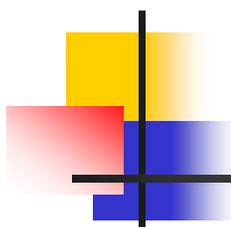


"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM



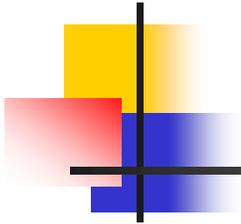
INGENIERIA

- Construir teniendo en mente los maremotos
- Fortalecer los edificios situados en zonas expuestas
- Proteger contra los efectos de erosión y la socavación
- Construir en forma abierta la planta baja de los edificios en zonas expuestas, o la construcción de paredes "breakaway"



ORDERNACION TERRITORIAL

- Situar fuera de las zonas inundables las instalaciones importantes como escuelas, policía, hospitales, refugios, bomberos, hogares de envejecientes, tanques con materiales peligrosos
- Obligar a toda facilidad en estas zonas tener procedimientos especiales encaminados a informar y desalojar a los ocupantes en caso de un maremoto

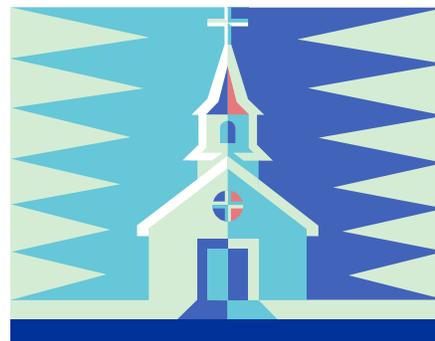


¿Qué más tenemos que hacer?

"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

Ahora...

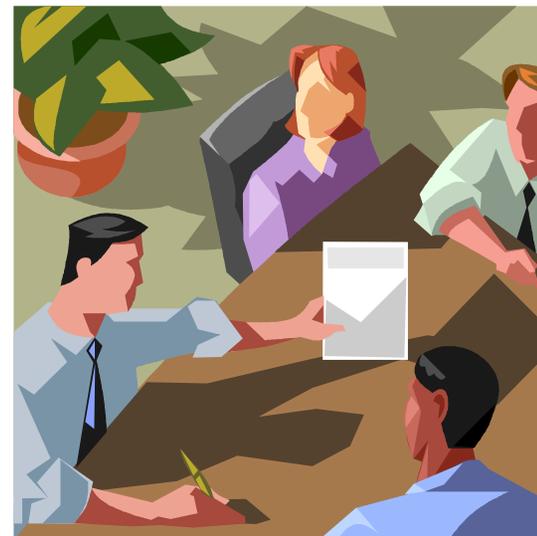
- Estar lo mejor preparado posible en
 - Trabajo
 - En la casa



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM

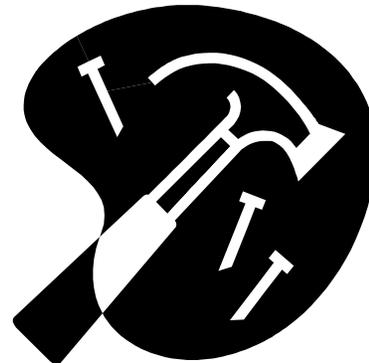
Ahora

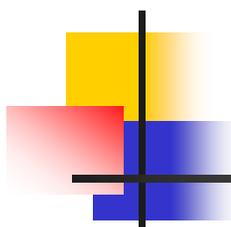
- Establecer un Comité Timón
 - Director Oficina/Dependencia
 - Empleados interesados, motivadores, representativos
 - Cualquier otro recurso (ME)



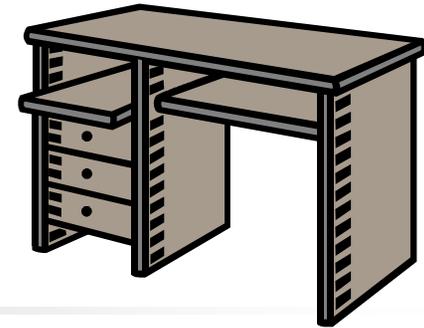
Ahora...

- Inspeccionar Oficinas
- Corregir situaciones de peligro
 - No estructurales
 - Estructurales-consultar con Ing. Estructural





Ahora...

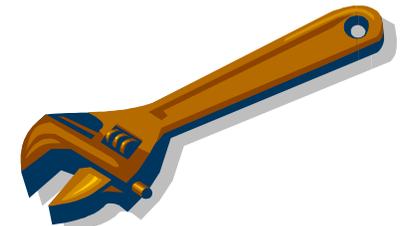
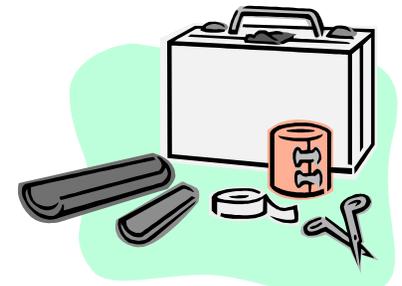


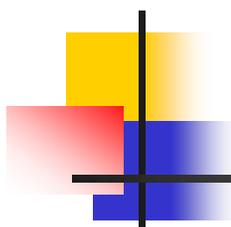
- Identificar los lugares más seguros
- Organizar comités
 - Mochilas
 - Primeros auxilios
 - Búsqueda y Rescate



Ahora...

- Preparar mochilas de seguridad
 - Equipo primeros auxilios
 - Radio con baterías
 - Linterna con baterías
 - Marcadores
 - Libreta y bolígrafo
 - Guantes, herramientas
 - Algún juego
 - Lista de los ocupantes
 - Informaciones especiales



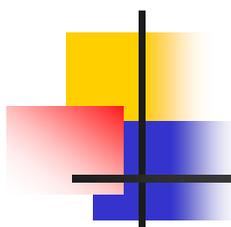


Ahora...



- Preparar plan de desalojo
- Hacer simulacros
- Asegurar que los empleados tengan un plan doméstico/familiar

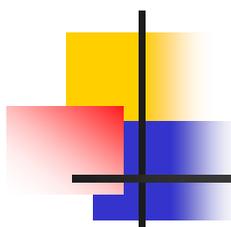




Durante...

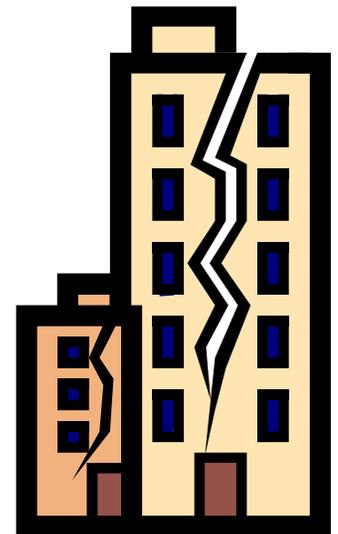


- Proteger la vida
- Buscar el lugar más seguro
 - Si está dentro, generalmente lo más seguro es quedarse adentro
 - Si está fuera, quedarse afuera
- En la mayoría de los casos es mejor no correr, especialmente si está en un lugar donde hay mucha gente o en un piso alto



Después...

- Mantener la calma, piense antes de actuar, poner en acción el plan
- Lo más seguro es que hayan réplicas
- Ver si hay personas heridas, atrapadas
- Administrar primeros auxilios
- Quizás sea necesario desalojar el edificio
- Revisar la estructura



Después...

- Sea prudente con llamadas y el uso de otros servicios básicos
- Hasta que lleguen las autoridades respectivas uno mismo es "defensa civil"
- Cooperar con las autoridades

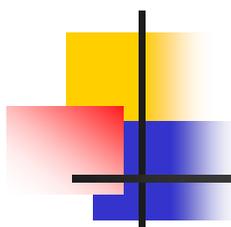


Después

Este alerta a una emergencia.

No todos los sismos causan tsunamis , pero muchos los hacen. Cuando escuche o ha sentido un sismo, este alerta a una emergencia de tsunami.





Después

Nunca se acerque a la playa a observar un tsunami. Cuando esté tan cerca que puede ver las olas, será demasiado tarde para escapar.

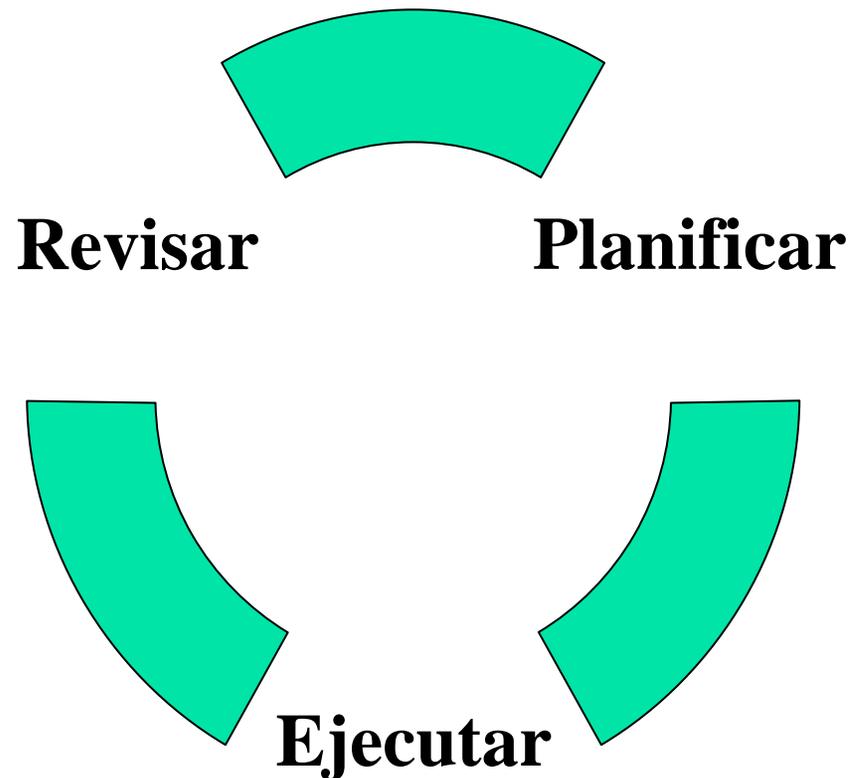


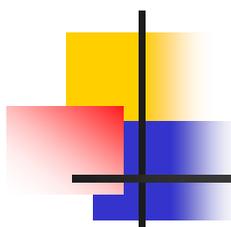
Después

Una ola pequeña de un tsunami en un lugar de la costa puede ser extremadamente grande a pocos kilómetros de ese lugar. No permita que el tamaño de la ola lo engañe.



Para evitar que el terremoto genere un desastre...





¿Preguntas?



"Terremotos y Tsunamis"
Red Sísmica de Puerto Rico-UPRM