



Protege a tu familia de...



2

Terremotos y tsunamis

Prevención de los desastres de origen geológico

Este folleto llega a tus manos para que lo compartas con tu familia y aprendan las mejores maneras de protegerse de los terremotos y los tsunamis. Forma parte de una serie diseñada para proteger a la sociedad de los eventos naturales de origen geológico.

Ciencias de la Tierra al Servicio de la Sociedad

Editor de la colección:

Manuel A. Iturralde Vinent

Supervisión: Jorge L. Martín Chiroldes

Alfredo Sayas Varelas

Textos: Manuel A. Iturralde Vinent

Ilustraciones: Roilán,

Roberto García Montesinos

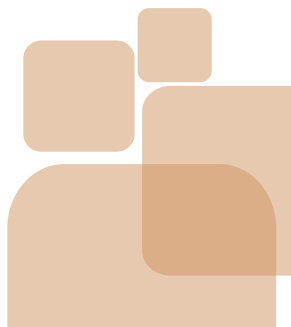
Diseño: Leiry Chao

Liunet Benito

Fotos: M. Iturralde, E. Escobar e Internet

Derechos Reservados, 2017

Prohibida su reproducción sin autorización
del editor iturralde@ceniai.inf.cu





Protege

a tu familia de...

CONTENIDO

- Qué es un sismo o terremoto
- Por qué ocurren los terremotos
- La magnitud de los terremotos
- La intensidad de los terremotos
- Peligro sísmico en Cuba
- Licuefacción, derrumbes y deslizamientos
- Tsunamis o maremotos
- Cómo protegerse de los tsunamis
- Qué hacer si ocurre un terremoto



Terremotos y tsunamis

¿Qué es un sismo o terremoto?

Un sismo o terremoto es un temblor de tierra, que puede durar varios segundos, y a menudo viene acompañado de un ruido sordo y profundo. También se les conoce como "movimientos telúricos."



Estos temblores son provocados por la liberación de grandes cantidades de energía en el interior del planeta, a profundidades que varían desde unos pocos kilómetros, hasta 600 y más.

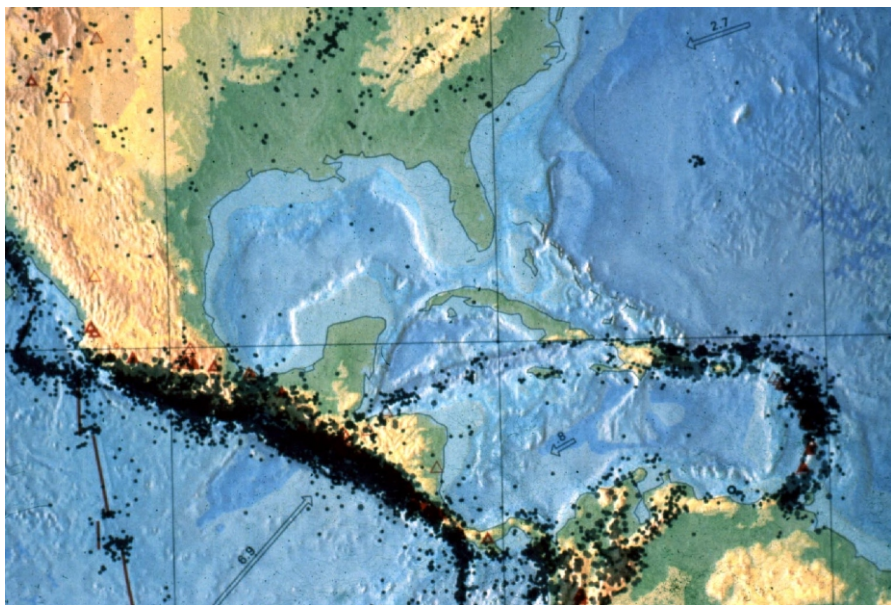
Después del terremoto principal, pueden ocurrir otros temblores de menor magnitud, aunque no menos peligrosos, conocidos como "réplicas".

En la superficie del terreno los sismos se sienten como una serie de sacudidas, a menudo imperceptibles, en ocasiones, muy fuertes. Pueden dar lugar a transformaciones del paisaje, enormes daños a las construcciones y ocasionar pérdidas de numerosas vidas humanas.

Un terremoto puede llegar a afectar drásticamente el desarrollo social.



¡Por eso es importante conocerlos bien!



Mapa de los epicentros de terremotos (puntos negros)
en la región Caribe-Americana

Cuando ocurre un sismo, éste puede desatar otros procesos naturales igualmente dañinos, que conducen a transformaciones del paisaje y a la sociedad, como son: los tsunamis, los derrumbes y deslizamientos de tierra y la licuefacción.

También ocurren daños a las edificaciones y la infraestructura social, que para restaurarlos usualmente se requiere de muchos recursos, grandes esfuerzos y un tiempo prolongado para recuperarse.

Sobre todo, hay que considerar las posibles pérdidas de vidas humanas, que en casos excepcionales alcanzan cientos y miles, como en el ejemplo del terremoto de Enero del 2010 en Haití, que provocó más de 200 000 muertos.

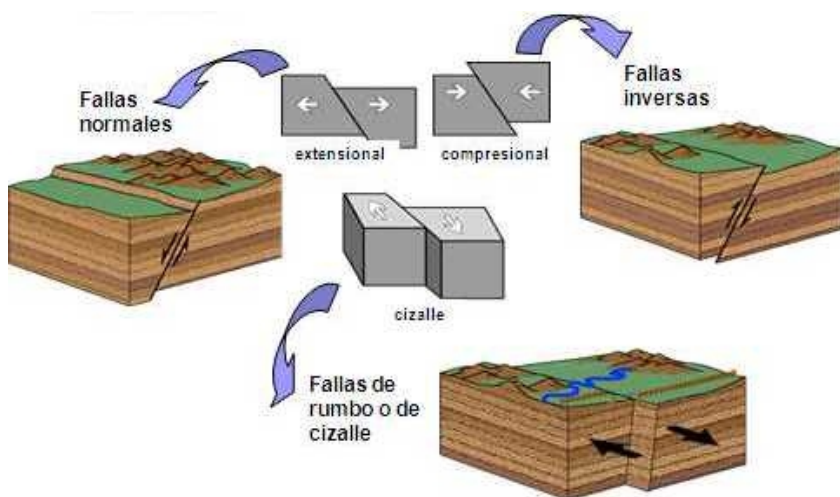
Por eso se puede afirmar que los destrozos resultantes de los terremotos muy fuertes, pueden dar lugar a una crisis social y humanitaria.

¿Por qué ocurren los terremotos?

Los **sismos** son el resultado de la liberación brusca de grandes cantidades de energía en el interior de la Tierra. La mayor parte de los sismos están vinculados al desplazamiento de alguna falla, y en menor grado, a erupciones volcánicas. En algunos países se denomina **terremoto** sólo a los sismos que son perceptibles.

Las fallas son rupturas en la corteza terrestre, las cuales determinan el movimiento lento e imperceptible de los terrenos, o provocan desplazamientos bruscos, que dan lugar a los temblores de tierra.

De acuerdo a la amplitud y velocidad del desplazamiento de la falla, así será la cantidad de energía liberada en forma de ondas sísmicas.

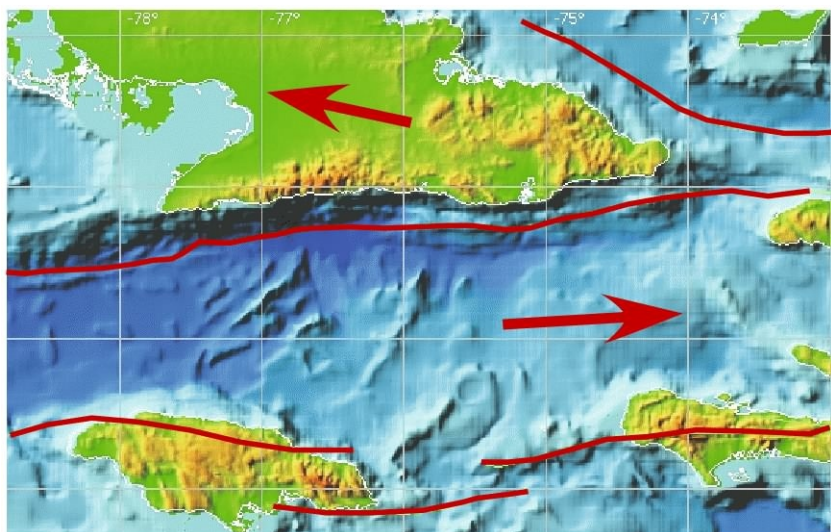


Algunos tipos de fallas, de acuerdo al desplazamiento de los macizos rocosos y las fuerzas que los generan.

Ejemplos de fallas



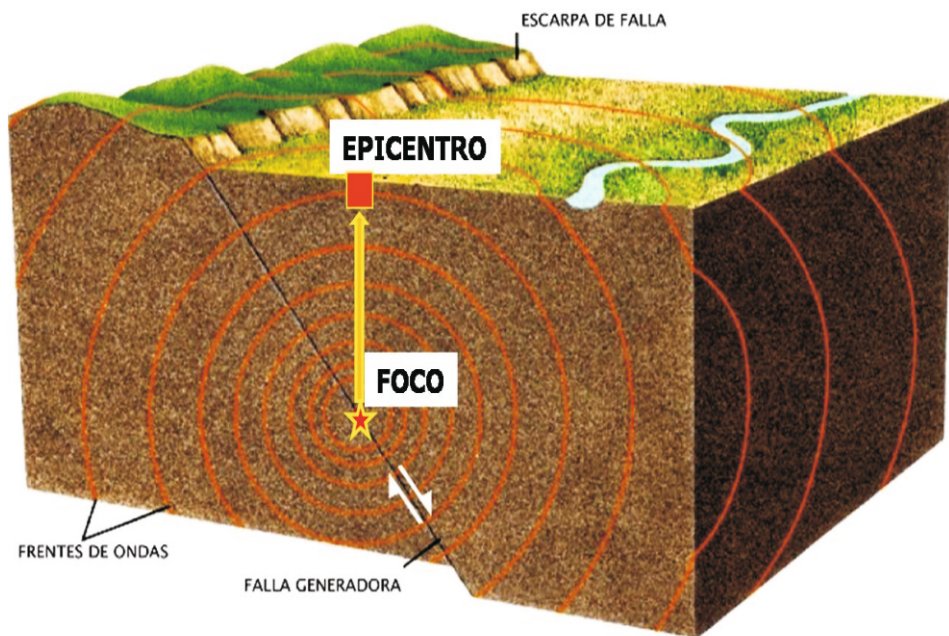
En la foto satelital se observa, resaltada con puntos rojos el trazo de la falla sismogeneradora Pinar.



Mapa de Cuba oriental y territorios cercanos, donde las líneas rojas resaltan el trazo de algunas fallas submarinas generadoras de terremotos y las flechas el movimiento general de los terrenos.

Una de las limitaciones más grandes de la ciencia es la imposibilidad de pronosticar con precisión cuándo alguna falla habrá de realizar un movimiento brusco y generar un terremoto.

Las fallas que periódicamente pueden presentar desplazamientos bruscos y desencadenar terremotos, se denominan: **sismogeneradoras**.



Esta ilustración muestra una falla sismo-generadora, cuyo desplazamiento ha formado una escarpa en el paisaje.

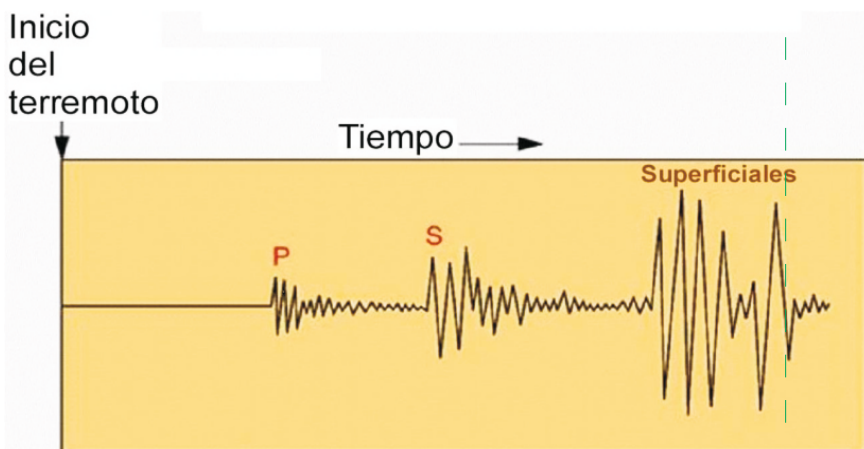
Se destaca el **foco**, que es el lugar donde se libera la energía que produce las ondas sísmicas, causantes de los temblores del terreno.

También se señala el **epicentro**, que es un punto imaginario justo encima del foco, en la superficie del terreno. Cerca del epicentro a menudo se sienten con mayor intensidad los efectos del terremoto.

La magnitud de los terremotos

La **magnitud** de un terremoto es la medida de la energía que se libera en el interior de la Tierra y genera los movimientos telúricos.

La magnitud se determina automáticamente en los centros sismológicos, a partir del registro de los sismómetros. También se puede calcular tomando en cuenta la duración del sismo y la amplitud de las ondas sísmicas en el registro, entre otros parámetros.



Ejemplo de un sismograma donde se destacan las ondas P, S y Superficiales.

Los sismogramas registran sucesivamente tres tipos de ondas: **P** de compresión, **S** de cizalla, y las ondas **Superficiales**. Las ondas P y S viajan a gran velocidad por el interior de la tierra, en tanto que las ondas Superficiales se desplazan más lentamente cerca de la superficie del terreno.

La escala de magnitud de los terremotos más utilizada, es la de Richter, que se expone a continuación:

Escala simplificada de Richter

M 1 a 3. Terremotos menores, son perceptibles solo por los equipos de medición.

M 3 a 3,9. Terremotos pequeños, apenas perceptibles por las personas y los animales.

M 4 a 4,9. Terremotos ligeros, son perceptibles a decenas de kilómetros del epicentro. Pueden provocar daños menores a las construcciones poco resistentes.

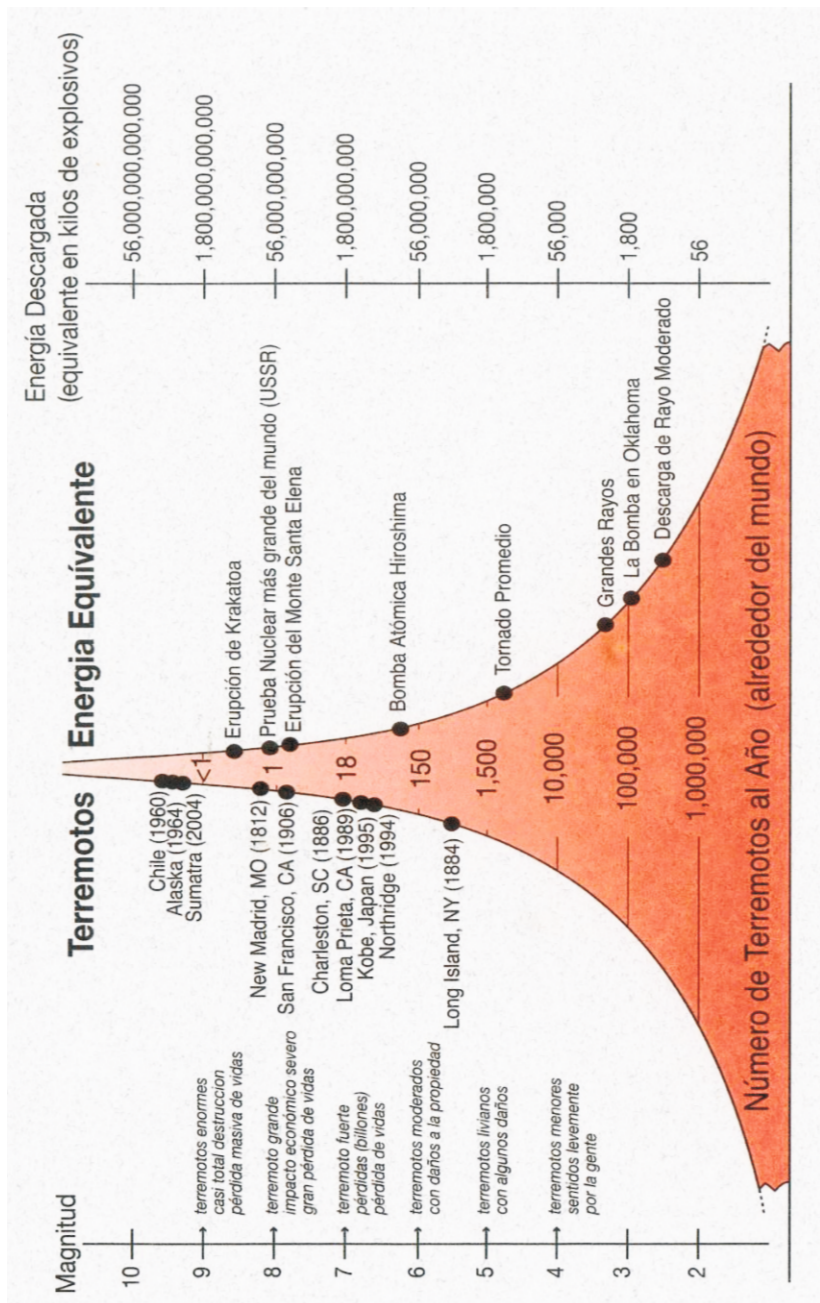
M 5 a 5,9. Terremotos moderados, son bien perceptibles. Pueden provocar daños menores.

M 6 a 6,9. Terremotos fuertes, perceptibles incluso lejos del epicentro. Pueden provocar algunas alteraciones del paisaje y afectaciones menores en las edificaciones bien fabricadas.

M 7 a 7,9. Terremotos de gran magnitud, que son perceptibles hasta muy lejos del epicentro. Provocan grandes afectaciones al paisaje y las construcciones, que se destruyen, a menos que sean sismorresistentes.

M > 8. Terremotos destructivos, que llegan a provocar el colapso total de las construcciones de todo tipo y profundas transformaciones del paisaje.

Comparación entre la magnitud de los terremotos y la energía equivalente liberada por otros eventos conocidos.



La intensidad de los terremotos

La **intensidad** representa una medida aproximada del grado de destrucción que tiene lugar en la naturaleza y en las edificaciones, a consecuencia de un terremoto.

Pero las afectaciones en las obras de cualquier tipo, dependen no solamente de la magnitud del terremoto, sino sobre todo, del tipo de suelo donde se construyó la edificación y del diseño y calidad de la obra.

Por eso se afirma, con toda razón, que los desastres no son naturales, sino provocados por la falta de previsión, por causas humanas.

Para determinar la intensidad de un sismo, es necesario realizar observaciones en el terreno después de ocurrido el terremoto, incluyendo las edificaciones y el paisaje. Es importante también practicar encuestas entre los pobladores, para determinar cómo las personas sintieron los temblores en cada región.

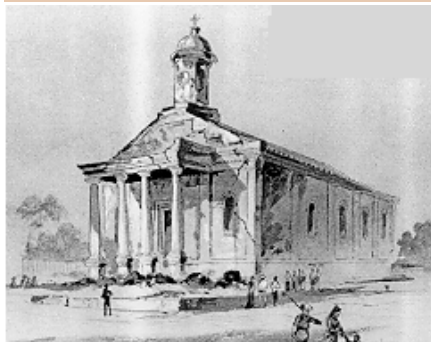
Por lo general las intensidades son mayores cerca del epicentro del terremoto, pero pueden ser igualmente grandes a muchos kilómetros de distancia.

Por ejemplo, el terremoto de Haití se sintió perfectamente en Bayamo, el de Santiago de Cuba del 1932 hasta Camagüey, y el de 1880 de San Cristóbal, provocó afectaciones en la Habana.

Escala simplificada de la intensidad de los terremotos

Intensidad < 6

A menudo es perceptible, pero sólo causa daños menores. Si la intensidad se acerca a 6, puede ocasionar daños ligeros en las construcciones. Los objetos de vidrio y cerámica llegan a caer y romperse. Los muebles pesados pueden moverse y las campanas pequeñas suelen sonar. Es posible que se produzcan grietas en los terrenos húmedos, y ocurran cambios en el caudal de algunos manantiales, o se secan. En las montañas es posible que ocurran caídas de bloques y derrumbes.



Afectaciones en edificios.
Terremoto de San Cristobal, 1880

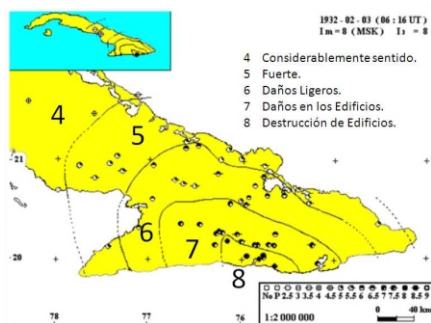
Intensidad 6-7

Por lo general los temblores se sienten mucho y generan pánico. Suenan las campanas grandes. Los edificios pueden sufrir daños de distinta consideración, de acuerdo a la calidad de la construcción y el tipo de terreno donde estén asentados. A veces ocurren derrumbes, caídas de piedras, y desplomes en las montañas y orillas de los ríos. Se abren grietas aisladas en las carreteras y edificios. Los depósitos de agua presentan olas. Varían los niveles de las aguas de los pozos y el caudal de los manantiales. Aparecen nuevos manantiales o dejan de brotar los que existían.



Intensidad 7-8

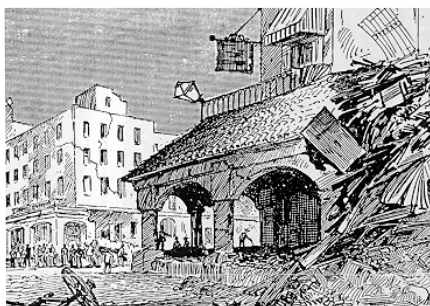
Llegan a ser muy peligrosos, pues generan pánico y reacciones inadecuadas. Lo perciben hasta las personas que conducen vehículos. En el interior de las casas se caen objetos y muebles, se rompen lámparas y equipos. Algunas edificaciones, de acuerdo a su estado constructivo y lugar donde se asientan, pueden llegar a colapsar totalmente. Los monumentos se mueven y rotan, los muros de piedra se desploman. Se producen deslizamientos de tierra, derrumbes y caída de bloques. Aparecen nuevos depósitos de agua y manantiales, o se secan los existentes.



Mapa de las intensidades (Isosistas).
Terremoto de Santiago de Cuba, 1932

Intensidad >8

Pánico general, incluso en los animales. Daños considerables en las edificaciones, al punto que aquellas en mal estado constructivo pueden colapsar por completo. Los muros, las columnas y monumentos se caen. Las presas pueden sufrir daños considerables. En casos aislados los raíles de ferrocarril se doblan y se dañan las carreteras. Aparecen grietas en el terreno que se abren más de 10 cm. Ocurren derrumbes, caída de rocas y deslizamientos de tierra. En los depósitos de agua se producen grandes olas. Si la intensidad llega a 9, entonces es un terremoto devastador.



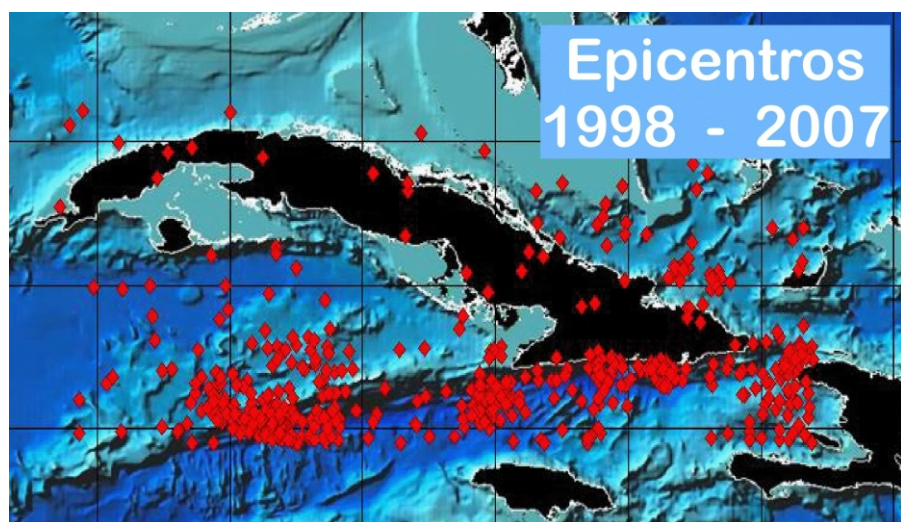
Afectaciones por un sismo en La Habana colonial.

Peligro sísmico en Cuba

Todo el territorio de Cuba presenta algún grado de peligrosidad sísmica, como lo demuestran los terremotos de diversa intensidad que han sacudido la tierra en San Cristóbal, La Habana, Jaguey, Trinidad, Remedios. Caibarién, Esmeralda, Gibara, Holguín, Bayamo, Manzanillo, Pílon, Cabo Cruz, Chivirico, Moa, Guantánamo, y sobre todo, en Santiago de Cuba.

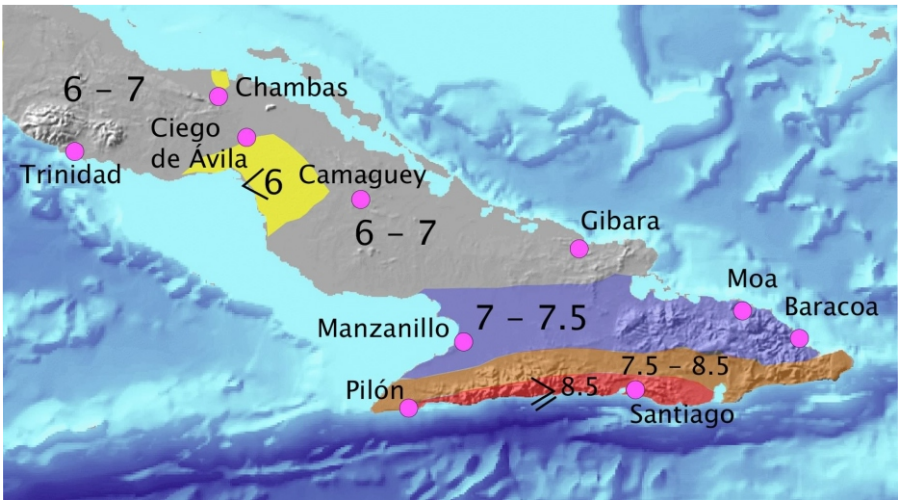
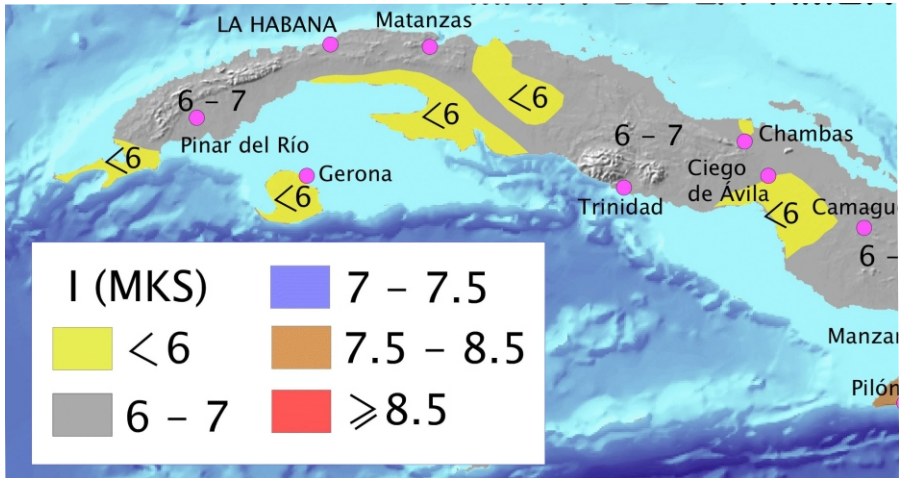
El mapa que aparece más abajo, muestra con círculos rojos, los epicentros de terremotos perceptibles que se han detectado entre 1998 y el 2007. Cada año se repite este mismo escenario.

La presencia de estos eventos en todo el país, demuestra que el peligro de ocurrencia de un temblor de tierra está presente en toda Cuba, incluso, en los fondos marinos cercanos.



El mapa de **Amenaza Sísmica**, confeccionado por el Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas, es un pronóstico de la intensidad máxima que es posible esperar en las distintas partes de Cuba.

Para conocer el riesgo a que está sometida tu casa, escuela o centro de trabajo, localízalo en el mapa, anota la intensidad, y lee lo que dice en la **Escala de Intensidades** (Páginas 10 y 11).



Sin embargo, conocer la intensidad pronóstico no es suficiente, pues al diseñar las construcciones (casas, edificios, carreteras, represas, industrias), han de tenerse en cuenta otros factores que pueden afectar la seguridad de la obra.

Estos datos se encuentran en la **Norma Sísmica Cubana**, la cual deben consultar no sólo los ingenieros y arquitectos, sino toda persona que vaya a realizar una construcción.

El riesgo de sufrir los efectos negativos de un terremoto, depende de los factores siguientes:

1. La magnitud del sismo
2. La distancia hasta el epicentro
3. El tipo de suelo donde descansan las obras y la aceleración de las ondas sísmicas en el lugar
4. El diseño y la construcción con la calidad debida.

Como sabemos, la magnitud y ubicación del terremoto no la podemos precisar con antelación, pero existen estimados de la intensidad posible en cada lugar de Cuba, que se reflejan en el mapa de amenaza sísmica.

Esto significa, que la posibilidad de salvar vidas y evitar grandes afectaciones económicas, depende de seguir las normas constructivas y diseñar casas sismorresistentes, con cimientos adecuados para evitar la licuefacción. También lejos de posibles derrumbes, deslizamientos y tsunamis.

La protección contra los terremotos y eventos asociados, tiene que realizarse en el momento de construir, seleccionando correctamente el lugar y siguiendo con todo rigor las normas antisísmicas.

Licuefacción, derrumbes y deslizamientos

La licuefacción es uno de los mayores peligros a que están sometidas las construcciones.

Se presenta en los suelos y rellenos arcillo-arenosos, húmedos, los cuales aumentan el poder destructivo del sismo.

Esto se debe a que dichos suelos fluyen como líquido al paso de las ondas sísmicas. Por eso es necesario colocar los cimientos sobre roca dura.



Licuefacción

Las sacudidas del terreno pueden provocar la caída de bloques, los derrumbes y deslizamientos, en las montañas, las costas rocosas y los caminos. También pueden desplomarse los techos de algunas cavernas.



Caída de bloques



Deslizamiento en Guantánamo

Tsunamis o maremotos

Los tsunamis, también llamados maremotos, son sistemas de olas que se originan como resultado de derrumbes submarinos, erupciones volcánicas y terremotos de magnitud mayor de 7, que es la causa más común, cuyos focos estén bajo el mar o cerca de las costas.

El peligro fundamental de los tsunamis es que no se pueden pronosticar sino apenas con unas horas de antelación, y eso solamente si existe un sistema de monitoreo adecuado.

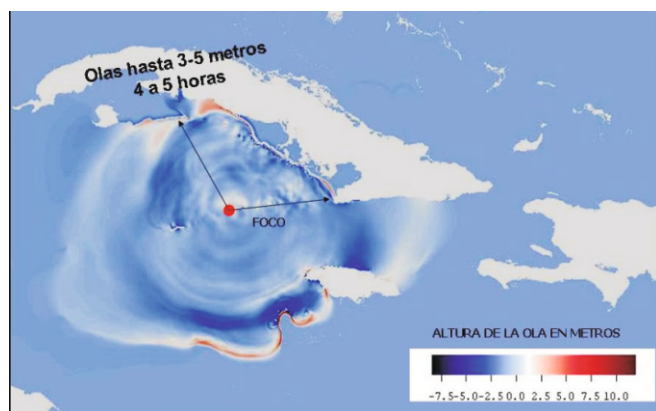
En el Caribe han ocurrido varios tsunamis que han provocado víctimas y destrucción.

Víctimas por tsunamis en el Caribe

Año	Lugar del impacto	Víctimas
1842	Haití	>300
1853	Venezuela	>600
1867	Islas Vírgenes	23
1882	Panamá	>75
1906	Jamaica	500
1918	Puerto Rico	140
1946	R. Dominicana	1790
1946	R. Dominicana	75

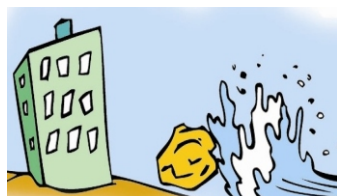
En Cuba no se han producido víctimas por tsunamis pero esto no nos permite confiarnos.

La ciencia ha desarrollado métodos para determinar cuáles costas pudieran ser afectadas por un tsunami, lo que permite prepararnos con antelación. Entre estos métodos está el modelaje digital de la trayectoria de las olas, como se ilustra abajo.



Modelo digital de olas de tsunami provocadas por un terremoto imaginario en Islas Caimán, las que tardan de 3 a 5 horas en llegar a las costas de Cuba.

Otro método consiste en identificar la ocurrencia de eventos de oleaje extremo en el pasado, sobre la base de la presencia de bloques rocosos arrojados por el mar, denominados "huracanolitos". Es muy posible que algunos de estos bloques hayan sido arrojados sobre la costa por olas de tsunamis, pero a los efectos prácticos, su presencia indica peligro y llama a evitar construir viviendas en dichas costas.

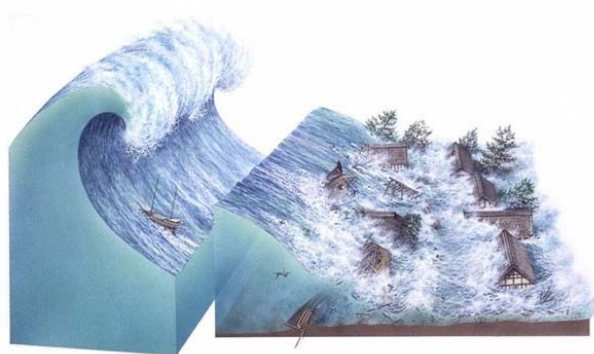


Bloques arrojados a la costa por un evento de oleaje extremo. Peñas Altas, Santiago.

En la costa norte los bloques arrojados por el oleaje en el pasado son pequeños, menores de 3 metros cúbicos, en tanto que en la costa sur pueden alcanzar más de 30 metros cúbicos. El mapa siguiente muestra donde hay bloques en las costas, formados por eventos de oleaje extremo en el pasado, y esto indica que se pueden repetir en el futuro.



En este mapa, las costas más expuestas al peligro de impacto de bloques son las que tienen línea roja y naranja. Este peligro pudiera ser mayor en el futuro, con la elevación del nivel del mar.



La única manera de protegernos de los eventos de oleaje extremo y los maremotos es la prevención.

¿Cómo protegernos de los tsunamis?

- Si vives cerca del mar, en una costa con peligro de tsunami, busca un punto de protección bien resistente, situado a más de 7 metros de altura, al cual puedas escapar en caso de alerta de maremoto y practica regularmente la evacuación de tu familia.
- Si observas que el mar se retira, o recibes la alerta de maremoto, escapa inmediatamente hacia dicho punto de protección.
- Si tienes que construir tu casa en un terreno bajo con peligro de oleaje extremo o maremoto, construye sobre pilotes, de manera que el paso de las olas no encuentre obstáculo alguno.
- En las costas donde por alguna causa se hayan perdido los manglares y las uvas caletas, hay que volverlas a sembrar, pues estas plantas son resistentes al oleaje. Esta vegetación es una barrera protectora contra el impacto de las olas y las penetraciones del mar, incluso en caso de maremoto.
- Debido a que los maremotos no se pueden pronosticar con suficiente antelación, la mejor protección contra ellos es prepararse con anterioridad. Para eso puedes utilizar el mapa de las costas con peligro de oleaje extremo.

Sigue estos consejos, ellos salvarán vidas y propiedades

¿Qué hacer si ocurre un terremoto?

Todas las catástrofes que nos aquejan tienen un componente humano. Allí donde más daños ocurren, y más víctimas, es por lo general donde la población es más pobre y está mal preparada. El conocimiento y la preparación minimizan los riesgos.

Debemos tener en cuenta que los temblores de tierra duran apenas unos segundos, por eso, salvar la vida depende de haber reaccionado de manera correcta en cuanto se siente el primer temblor.

Sin embargo, no existe una receta universal contra el peligro sísmico, por eso es recomendable realizar periódicamente ejercicios de reacción rápida en el seno de la familia, centros de trabajo y escuelas.

Haber practicado lo que se debe hacer ante un terremoto, aumenta la confianza de la persona y evita el pánico, que es el mayor enemigo en momentos de peligro.

Muy importante es seguir las reglas establecidas, después de haberlas practicado regularmente. Se ha dicho que “en la confianza está el peligro”, pero lo cierto es que el mayor peligro es el olvido, pues a menudo las personas olvidan los desastres pasados, o piensan, ingenuamente, que no se van a repetir.

Ante la ocurrencia de un terremoto de gran magnitud, la salvaguarda de la vida depende de la preparación previa, la acción rápida, y la colaboración con las brigadas de salvamento.

Si el terremoto te sorprende en la calle

- Razona y evita el pánico.
- Dirígete hacia una plaza o parque.
- Aléjate de donde transitan vehículos.
- Aléjate de edificios y muros.
- No grites ni llames a otras personas.
- No te detengas bajo los puentes.
- Aléjate de cables y postes eléctricos.



Si el terremoto te sorprende en un parque o en el campo

- Razona y evita el pánico.
- Quédate en un lugar despejado.
- Aléjate de los árboles, los edificios y muros.
- Intégrate a las tareas de salvamento



Si el terremoto te sorprende en la casa

- Razona y evita el pánico.
- Si estás en un piso alto no corras ni trates de salir a la calle.
- Colócate debajo del marco de una puerta, o debajo de una mesa fuerte
- Métete en el baño o un cuarto pequeño
- No te refugies en la cocina
- Aléjate de libreros, escaparates y repisas
- Apártate de ventanas y lámparas
- No uses el elevador ni las escaleras
- No te coloques debajo de las escaleras
- Después del primer temblor desconecta el gas y la electricidad, y si estás a nivel del terreno, sal a la calle, lejos de los edificios.



Si el terremoto te sorprende en la escuela, en la oficina o lugar público

- Colabora para evitar el pánico colectivo
- Sigue las orientaciones de los responsables
- No grites ni llames a otras personas
- Sé solidario con los más débiles
- Sigue las reglas de comportamiento como si fuera en tu casa

Qué hacer después del terremoto

No creas que terminados los temblores de tierra se acabó el peligro, pues los movimientos llamados "réplicas" pueden repetirse a los pocos minutos, en las siguientes horas o al cabo de algunos días. Por lo general estos sismos son de menor magnitud, pero no menos peligrosos.

Lo primero que debes hacer es alejarte de los edificios y sitios peligrosos y auxiliar a tus familiares, vecinos y compañeros de trabajo.



Deja trabajar a los bomberos y brigadas de rescate.

Ofrece tu ayuda presentándote ante la Defensa Civil o autoridades.

Evita regresar a las edificaciones antes que los expertos hayan evaluado el estado de seguridad de las mismas.



Mantente informado.



Entidades patrocinadoras



**IS
Di**
Instituto
Superior
de Diseño



CERTIFICADO POR LA
DEFENSA CIVIL DE CUBA

Preparación ante peligros geológicos

Los terremotos y los tsunamis son eventos geológicos que ocurren sin aviso previo, y pueden afectar tanto a nuestras comunidades como al medio ambiente en general. Para evitar los desastres que pueden derivarse de estos eventos, es necesario que cada individuo y su familia estén preparados para actuar correctamente. Con este propósito llega este folleto a tus manos y las de tu familia, para hacer del conocimiento una vía de protección.

TÍTULOS DE LA SERIE

Protege a tu familia de...

1. Las aguas contaminadas
2. Terremotos y tsunamis
3. Los derrumbes y deslizamientos
4. La erosión y pérdida de suelos y bosques
5. Las crecidas de ríos e inundaciones
6. La elevación del nivel del mar y las penetraciones
7. El cambio climático y sus consecuencias
8. Huracanes, tornados y descargas eléctricas
9. La sequía