

# FENÓMENOS NATURALES EN LA TIERRA

# Tsunami



**Todo lo que  
debemos saber  
y hacer**

**Texto para estudiantes  
de Educación Media.**

## TSUNAMIS

### TODO LO QUE NECESITAS SABER Y HACER

### TEXTO PARA ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA

#### SOBRE EL TEXTO

El presente texto está basado en el libro TERREMOTOS Y TSUNAMIS O MAREMOTOS, un material de apoyo para enseñanza media elaborado por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO y el Centro Internacional de Información sobre Tsunamis, instituciones que autorizaron el uso del texto.

Sus contenidos han sido adaptados y desarrollados al contexto de la zona en la cual se realiza el Proyecto de aprendizaje adaptativo de mecanismos de preparación para el tsunami en comunidades costeras de Colombia, Ecuador, Perú y Chile, teniendo en cuenta criterios de relevancia y pertinencia.

#### COORDINACIÓN DEL PROYECTO

- **Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe de la UNESCO**  
**Jorge Sequeira**

Director de la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe de la UNESCO.

##### **Astrid Hollander**

Especialista Asistente de Programas de Educación del Sector Educación de la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe de la UNESCO.

##### **Giovana Santillán**

Coordinadora Proyecto DIPECHO “Aprendizaje Adaptativo de Mecanismos de Preparación para Tsunamis en comunidades costeras de Colombia, Ecuador, Perú y Chile”.

- **Oficina de UNESCO en Quito**  
**Edouard Matoko**

Director de la Oficina de UNESCO en Quito y Representante para Bolivia, Colombia, Ecuador y Venezuela.

##### **Magaly Robalino Campos**

Especialista de Programa, responsable del Sector Educación de la UNESCO en Quito.

##### **Pernille Petersen**

Asistente de Programa del Sector Educación de la UNESCO en Quito.

- **Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO**  
**Bernardo Aliaga**

Especialista de Programa de la Unidad de Tsunamis.

#### **Adaptación Pedagógica del texto**

Catalina Valencia Amores

#### **Ilustraciones**

Freddy Mejía

#### **Diseño e Impresión**

Excelprint

Impreso en Quito en agosto de 2010

#### **Mayor información sobre el Proyecto DIPECHO en Ecuador:**

[www.unesco.org/quito](http://www.unesco.org/quito) / [quito@unesco.org](mailto:quito@unesco.org)

## FENÓMENOS NATURALES EN LA TIERRA TSUNAMIS

### TODO LO QUE DEBEMOS SABER Y HACER

#### Texto para estudiantes de Educación Media

El presente material es una contribución del Proyecto APRENDIZAJE ADAPTATIVO DE MECANISMOS DE PREPARACIÓN PARA EL TSUNAMI EN COMUNIDADES COSTERAS DE COLOMBIA, ECUADOR, PERÚ Y CHILE, coordinado por UNESCO en el marco del Sexto Plan de Acción DIPECHO para Sudamérica que cuenta con el apoyo financiero de la Comisión Europea. Representa un material de apoyo para los y las docentes al momento de trabajar los contenidos relacionados con prevención de riesgos y desastres.

#### Acerca de la UNESCO

La UNESCO es parte del Sistema de Naciones Unidas y fue fundada el 16 de Noviembre de 1945. La Misión de la UNESCO consiste en contribuir a la consolidación de la paz, la erradicación de la pobreza, el desarrollo sostenible y el diálogo intercultural mediante la educación, las ciencias, la cultura, la comunicación y la información.

Mediante sus estrategias y actividades, la UNESCO contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de Naciones Unidas.

La Oficina de la UNESCO en Quito representa Bolivia, Colombia, Ecuador y Venezuela y trabaja en estrecha colaboración con la Oficina de UNESCO en Lima. Cuenta con equipos técnicos en todos los sectores de la Organización: Educación, Ciencias, Cultura y Comunicación.

Los programas, proyectos y acciones que desarrolla la Oficina de UNESCO en Quito contribuyen a:

- Superar la inequidad y la pobreza mediante la promoción de una educación de calidad a todos los niveles.
- Generar políticas y acciones para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible.
- Promover la diversidad cultural, el diálogo intercultural y la protección del Patrimonio Mundial tangible e intangible.
- Apoyar la gestión de políticas sociales de los gobiernos locales contra la pobreza.
- Promover la autonomía y participación ciudadana a través de la libertad de expresión y capacitar en la utilización de las tecnologías de información y comunicación.

## **Acerca del Proyecto APRENDIZAJE ADAPTATIVO DE MECANISMOS DE PREPARACIÓN PARA EL TSUNAMI EN COMUNIDADES COSTERAS DE COLOMBIA, ECUADOR, PERÚ Y CHILE.**

La Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe de la UNESCO (OREALC) con el apoyo de UNESCO en Quito, en coordinación con UNESCO/COI (Comisión Oceanográfica Intergubernamental) y la participación de distintas instituciones y organismos nacionales, ejecuta en Esmeraldas, Ecuador, el proyecto APRENDIZAJE ADAPTATIVO DE MECANISMOS DE PREPARACIÓN PARA EL TSUNAMI EN COMUNIDADES COSTERAS DE COLOMBIA, ECUADOR, PERÚ Y CHILE. El Proyecto es parte del Sexto Plan de Acción para América del Sur del Programa de Preparación para desastres (DIPECHO) financiado por la Dirección General de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea (ECHO).

Los objetivos del Proyecto son:

- Contribuir a la sensibilización y preparación frente al riesgo de tsunamis en comunidades vulnerables.
- Fomentar el aprendizaje y la participación comunitaria en la preparación, alerta temprana y respuesta a un eventual tsunami.

El Proyecto trabaja prioritariamente con las comunidades escolares, las autoridades locales de las áreas vulnerables junto a las instituciones y organizaciones involucradas en la preparación frente a tsunamis. Desarrolla sus acciones mediante el fortalecimiento de la escuela como el eje central de la preparación de la comunidad para la prevención en casos de tsunami; la articulación con las políticas y orientaciones del Ministerio de Educación y sus unidades a nivel local; la coherencia con las políticas nacionales generadas por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos; y, el fortalecimiento de la coordinación intersectorial a nivel nacional y territorial con los organismos e instituciones públicas y privadas involucradas en este tema.

El cumplimiento de los objetivos del Proyecto mediante las estrategias de coordinación y participación deben expresarse en los siguientes grandes resultados:

- Estudiantes y comunidades escolares, participantes en el Proyecto, cuentan con conocimientos y capacidades relevantes para la preparación y la reducción del riesgo a tsunamis que se expresan en la vida diaria.
- Planes locales de reducción de riesgos de desastres elaborados y en marcha en cooperación con la comunidad.
- Mecanismos de coordinación interinstitucional y regional sobre alerta temprana de tsunamis, establecidos entre Centros de Alerta Temprana y autoridades bajo la rectoría de las instituciones del Estado, en especial de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y el Ministerio de Educación

Con la finalidad de alcanzar estos resultados, se han impulsado varias actividades en coordinación con la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, el Municipio de Esmeraldas, El Ministerio de Educación y la Dirección Provincial de Educación de Esmeraldas, el Comité de Operaciones de Emergencias Cantonal de Esmeraldas (COE), Intermón OXFAM, el Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR), la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) entre otras instituciones y organizaciones regionales, nacionales y locales.

Entre las actividades principales constan: capacitación de docentes en elaboración de los Proyectos Educativos Institucionales (PEI) con el enfoque de gestión de riesgos y planes de seguridad escolar; producción de material informativo y comunicacional sobre tsunamis; diálogos y encuentros comunitarios para socialización del plan de contingencia para Tsunamis; apoyo a la compra e instalación de señalética sobre “Zona de amenaza de tsunami”, “Ruta de evacuación” y “Zona de seguridad”; apoyo a la organización de simulacros, compra e instalación de sirenas y talleres de fortalecimiento de los mecanismos de coordinación ante tsunamis, entre otras actividades. Para mayor información del proyecto visite [www.unesco.org/quito](http://www.unesco.org/quito).



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura



Aprendizaje  
y adaptación frente  
a Tsunamis en Ecuador,  
Colombia, Perú y Chile.



## INFORMACIÓN IMPORTANTE



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura

Las opiniones que aquí se expresan no representan necesariamente las de la UNESCO y no comprometen a la Organización ni a los auspiciantes y aliados del Proyecto.

Las denominaciones empleadas en esta publicación no implican de sus responsables ninguna toma de posición respecto al estatuto jurídico de los países, ciudades, territorios o zonas o de sus autoridades, ni respecto al trazado de fronteras o límites.

COMISIÓN EUROPEA



Ayuda Humanitaria

El Departamento de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea, financia intervenciones de ayuda humanitaria a las víctimas de catástrofes naturales y conflictos fuera de la Unión Europea. La ayuda se brinda directamente a las víctimas, de manera imparcial, sin distinción de raza, religión u opinión política.

El presente documento ha sido elaborado con la contribución financiera de la Comisión Europea, la cual no se hace responsable de las opiniones aquí recogidas.

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>9</b>
<b>TSUNAMIS O MAREMOTOS</b>	<b>9</b>
<b>Introducción</b>	<b>11</b>
1. Estructura de la Tierra	12
2. El origen de los continentes	13
3. ¿Qué es la tectónica de las placas?	15
4. ¿Qué es un tsunami?	21
5. Generación de un tsunami	22
6. Historia sísmica y de tsunamis en el Ecuador	26
7. Mecanismos de generación de un tsunami	28
8. Propagación de un tsunami. Factores que modifican los efectos de un tsunami	28
9. Efectos costeros	31
10. Protección contra los tsunamis	33
11. El sistema de alarma de un tsunami	33
12. Signos de la llegada de un tsunami	35
<b>A) RESUMEN DEL CAPÍTULO</b>	<b>36</b>
<b>B) EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS</b>	<b>38</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>41</b>
<b>1. MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE A LOS SISMOS Y TSUNAMIS</b>	
Qué hacer antes, durante y después de un fenómeno natural	43
Plan de contingencias	43
<b>2. SISMOS</b>	<b>44</b>
<b>2.1. Qué hacer antes de un sismo</b>	<b>44</b>
- Antes de un sismo la familia y la comunidad deben prepararse	44
- Guía preventiva para personas responsables de otros grupos de personas	47

<b>2.2. Qué hacer durante el sismo</b> .....	<b>48</b>
- Acciones a tomar para minimizar riesgos .....	48
<b>2.3. Qué hacer después del sismo</b> .....	<b>49</b>
- Acciones a tomar si estás en el colegio .....	51
- Si estás manejando .....	52
<b>3. TSUNAMI</b> .....	<b>53</b>
<b>3.1. Recomendaciones de seguridad</b> .....	<b>53</b>
<b>3.2. Preparación: antes de la llegada de un tsunami</b> .....	<b>54</b>
- Luego de los signos de tsunami y de la alarma de alerta .....	56
<b>3.3. Durante y luego del tsunami</b> .....	<b>56</b>
<b>A) REPORTAJE</b> .....	<b>57</b>
- Sismo .....	57
<b>B) RESUMEN DEL CAPÍTULO</b> .....	<b>60</b>
<b>C) EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS</b> .....	<b>62</b>
<b>Siglas utilizadas</b> .....	<b>63</b>



# Capítulo 1



## INTRODUCCIÓN

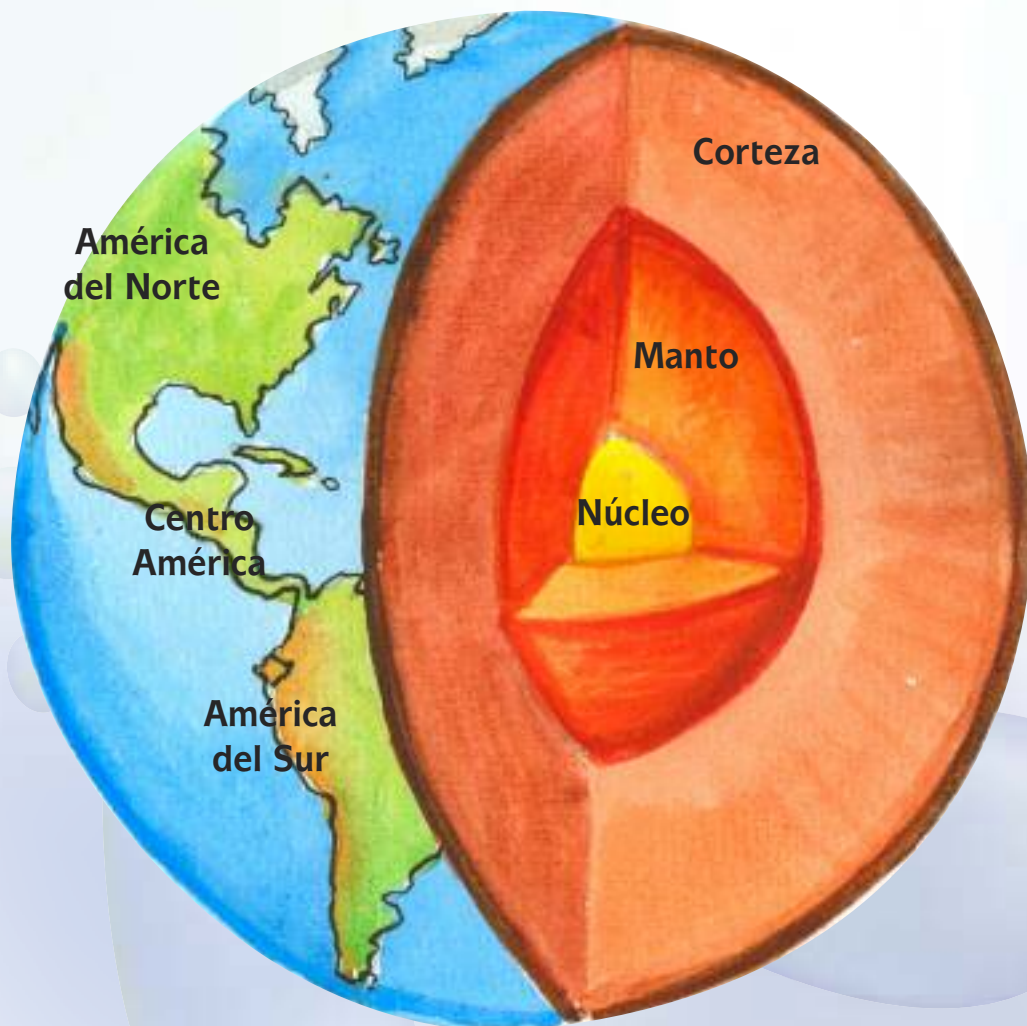
Existen muchos eventos naturales que producen efectos beneficiosos al hombre, como las lluvias para la agricultura, o las corrientes marinas frías que proporcionan abundante pesca para la alimentación. Pero existen también otros eventos cuyos efectos pueden ser muy perjudiciales como los terremotos y los tsunamis o maremotos.

El impacto de los eventos naturales en la población de todo el mundo se ha vuelto cada vez más importante, debido al notable crecimiento de la población mundial. Según datos estadísticos reunidos en 2008 por expertos del Departamento de Asuntos Sociales y Económicos de Naciones Unidas, en la Tierra viven unos 6.800 millones de personas. Gran cantidad de esta población se ha concentrado en grandes ciudades cuyas poblaciones sobrepasan en muchos casos los 5 millones de habitantes (Tokio - Japón, Lima - Perú), haciendo a la población más vulnerable a estos fenómenos.

Los sismos y terremotos son tan inevitables como el clima. Los sismólogos informan que cada año ocurren un par de millones de ellos, lo suficientemente fuertes como para convertirse en potenciales desastres. Una de las consecuencias que mayor impacto produce es la generada por aquellos terremotos de gran magnitud que ocurren en el mar. Como resultado, se generan ondas sobre la superficie del agua que se desplazan a gran velocidad a través de los océanos, provocando gran cantidad de daños y víctimas no sólo en su lugar de origen, sino también sobre las costas ubicadas a muchos miles de kilómetros.

## 1. ESTRUCTURA DE LA TIERRA

Para poder comprender cómo se produce un tsunami, es necesario primero recordar, cuál es la estructura de la tierra.



Nuestro planeta está conformado por 3 capas:

### a) La corteza.

Es la capa externa de la Tierra. Tiene un grosor de 7 a 70 kilómetros. La corteza puede ser **terrestre y marítima**. La corteza terrestre conforma lo que conocemos como **continentes**. Es justamente esta corteza terrestre la que puede llegar a medir **70 kilómetros** de grosor.

Mientras que la **corteza oceánica**, se ubica bajo el mar. Tiene diferente grosor pues en el interior del fondo del mar, hay también montañas elevadas y fosas que pueden ser muy profundas. La corteza marina puede tener el grosor mínimo de **7 kilómetros**.

**b) El manto.**

Esta capa se extiende desde la base de la corteza hasta **2.900** kilómetros de profundidad. A su vez, el manto se divide en dos regiones: el **manto superior** y el **manto inferior**.

**c) El núcleo.**

Se divide en núcleo externo que es líquido y el núcleo interno, que es sólido.

## 2. EL ORIGEN DE LOS CONTINENTES

Los continentes forman parte de la corteza terrestre. Pero, al parecer, no siempre fueron como ahora los conocemos.

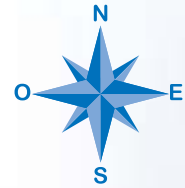
Muchos misterios acerca de nuestro planeta han despertado la curiosidad de los científicos. Ellos encontraron rocas con extrañas huellas llamadas fósiles. Los **fósiles** son la huella o vestigio de plantas o animales que vivieron en el pasado prehistórico. Los fósiles pueden estar incrustados en rocas



A comienzos del siglo pasado, los científicos encontraron **fósiles de helechos** en rocas de las heladas tierras de los polos. ¿Cómo pueden existir plantas que crecen en climas cálidos y húmedos, en lugares donde el clima es frío e inhóspito? ¿Qué cambios han ocurrido?

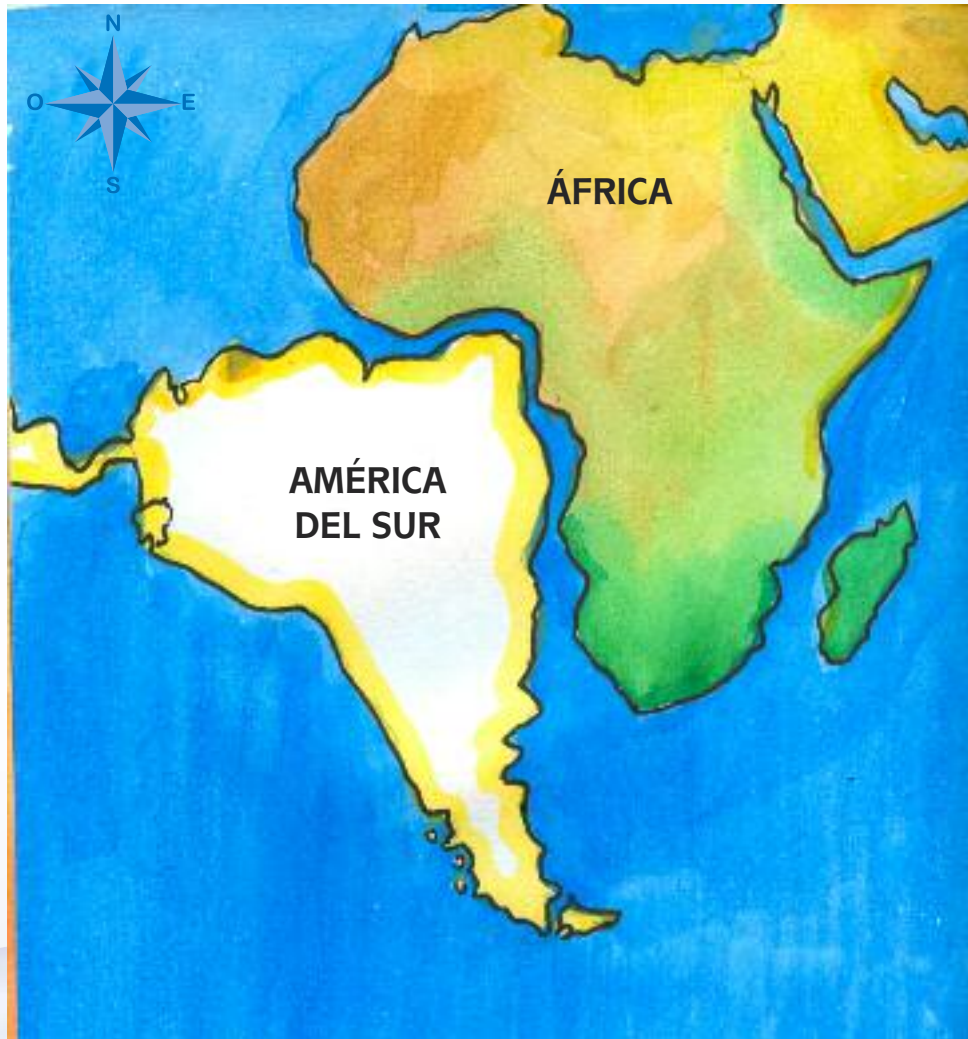
En 1915, **Alfred Wegener**, un científico alemán estableció una teoría llamada teoría de la **Deriva Continental** que explica que hace millones de años todos los continentes estuvieron unidos en un gran continente llamado **PANGEA** que en el idioma griego significa "todas las tierras".

## LA PANGEA



**Wegener** creía que hace millones de años la PANGEA comenzó a romperse, separarse y moverse lentamente sobre el piso de los océanos hasta que esos pedazos, llamados ahora continentes, alcanzaron sus posiciones actuales.

Si observas el perfil oriental del continente sudamericano, verás que coincide con el de África, como si en alguna época hubieran estado unidos.



La teoría de Wegener permitió a los científicos comprender que **la corteza de la Tierra no es estática, que se mueve**. Esta teoría fue la base de descubrimientos posteriores.

Entonces de acuerdo a la teoría de Wegener, el hallazgo de restos de hojas de helechos en rocas de los polos, se debe a que probablemente hace muchos millones de años, las tierras de los polos, estaban antes en otro lugar de la Tierra donde el clima probablemente era cálido.

### 3. ¿QUÉ ES LA TECTÓNICA DE LAS PLACAS?

La teoría de Wegener de la Deriva Continental fue rechazada por los científicos de esa época debido a que Wegener no podía comprobar por qué se mueven los continentes.

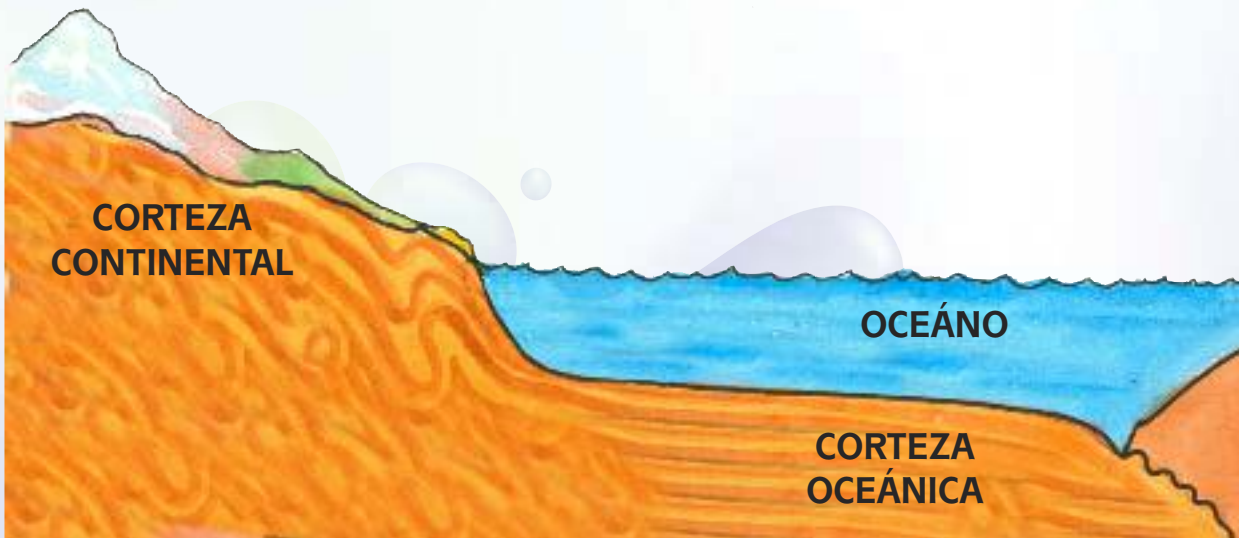
Entonces, en 1968 se introdujo otra teoría que se llamó **La Tectónica de Placas que explica la formación, la forma y el movimiento de los continentes**.

**La tectónica de placas** explica que la corteza terrestre llamada también **litósfera**, está dividida en una serie de **placas** que se desplazan sobre el manto terrestre.

## CORTEZA TERRESTRE = LITÓSFERA

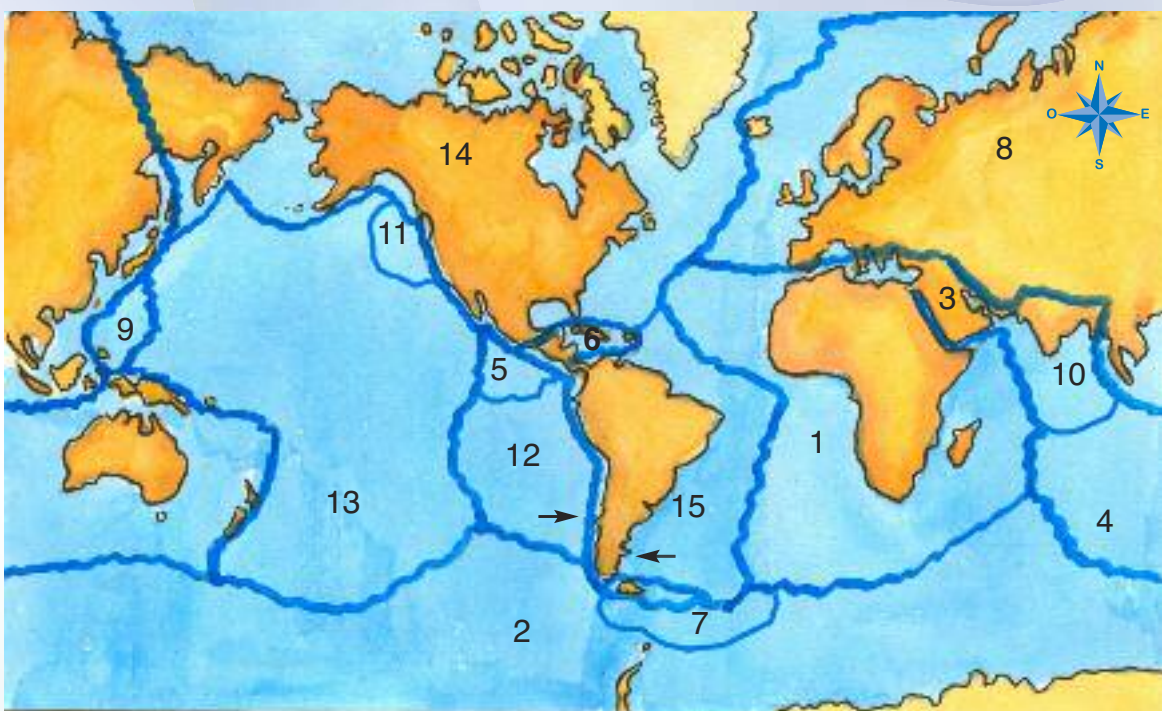
Las **placas** son pedazos grandes o pequeños de la corteza terrestre o litósfera.

**ANTES DE CONTINUAR, RECORDEMOS**  
Existen dos tipos de corteza terrestre:  
corteza continental y  
corteza oceánica, cubierta por el agua de los océanos



La corteza terrestre está dividida en 15 grandes secciones denominadas **placas**. Existen también otras placas pequeñas. Las placas tienen como promedio unos 70 kilómetros de espesor.

## MAPAMUNDI Y SUS PLACAS



Las principales placas son:

1. Placa Africana
2. Placa Antártica
3. Placa Arábica
4. Placa Australiana
5. Placa de Cocos
6. Placa del Caribe
7. Placa Escocesa (Scotia)
8. Placa Euroasiática
9. Placa Filipina
10. Placa Indo-Australiana
11. Placa Juan de Fuca
12. Placa de Nazca
13. Placa del Pacífico
14. Placa Norteamericana
15. Placa Sudamericana

Las placas se pueden **separar, chocar o deslizar** una con respecto a la otra. Las flechas en el mapa indican las direcciones en que se están moviendo las placas ahora. Probablemente en el pasado las direcciones de desplazamiento fueron diferentes.

La región donde dos placas están en contacto se denomina **frontera de placas**. La manera en que se mueven las placas, determina lo que sucede en sus fronteras.

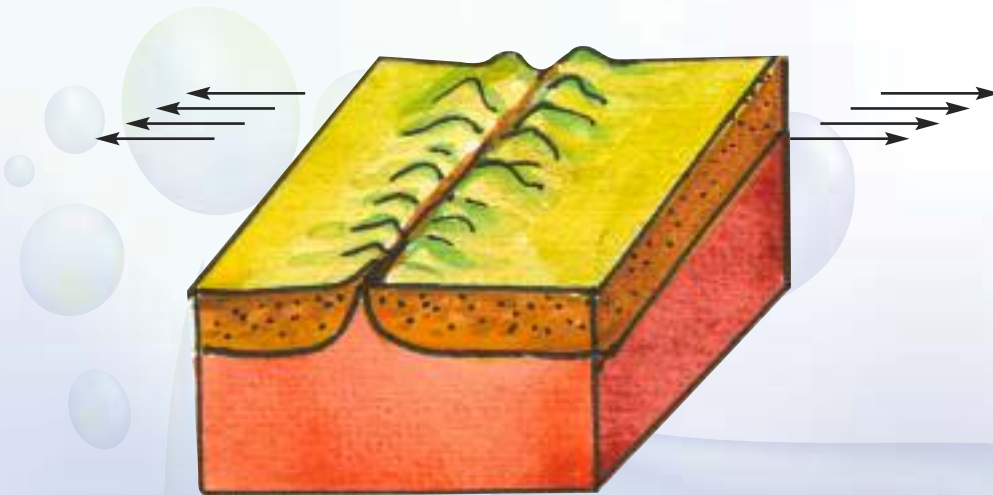




## ¿QUÉ SON LOS LÍMITES DE LAS PLACAS?

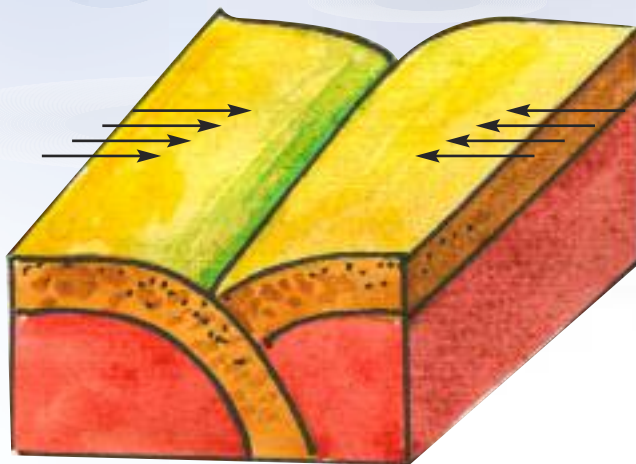
Son los lugares donde 2 o más placas se encuentran.  
Existen 3 límites de placa:

Las **FRONTERAS DE SEPARACIÓN** se encuentran donde las placas avanzan en sentido opuesto, separándose. Este proceso forma las cordilleras meso-oceánicas. Los volcanes erupcionan y el terreno tiembla con gran regularidad a lo largo de estas cordilleras. Cuando la Pangea se rompió, se separó a lo largo de la cordillera meso-atlántica. Le tomó 200 millones de años al Atlántico para crecer a su tamaño actual.



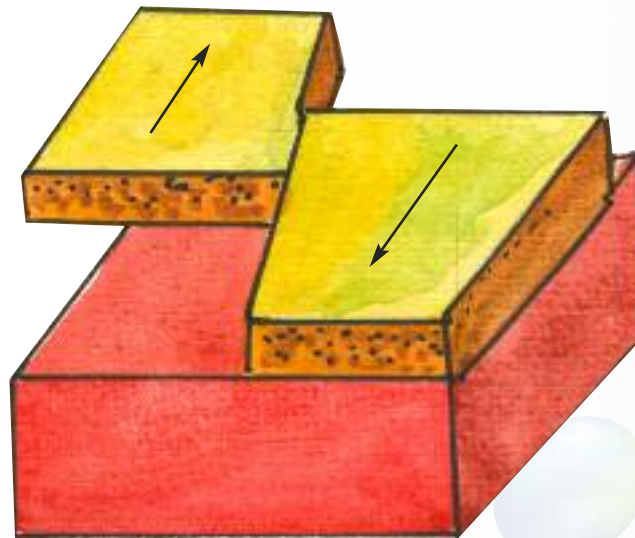
Frontera de separación

Las **FRONTERAS DE COLISIÓN** se forman cuando dos placas chocan y el borde de una placa se hunde en el manto bajo el borde de la otra placa. Las fosas que bordean el Océano Pacífico son regiones donde se está hundiendo la placa del Pacífico. Es por eso que este océano se va “encogiendo” lentamente.



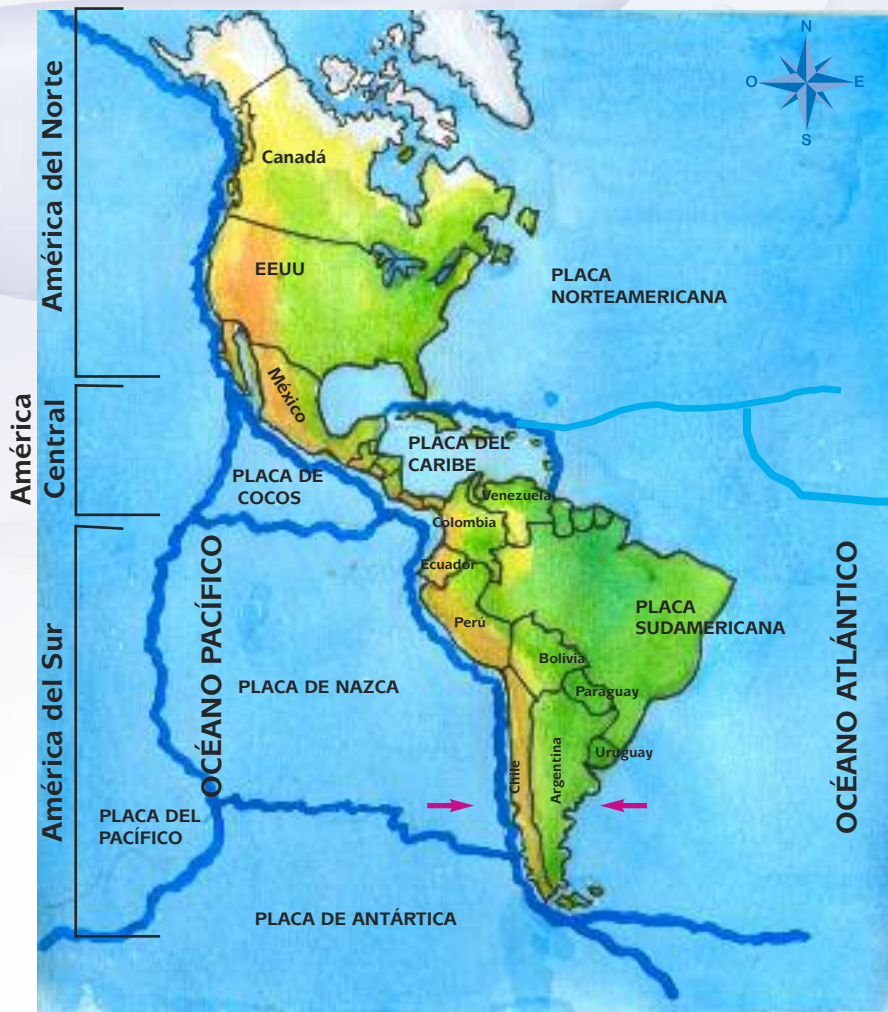
Frontera de colisión

Las **FRONTERAS DE FALLA** son producto de dos placas que se rozan lateralmente al deslizarse en sentidos opuestos.



**Frontera de Falla**

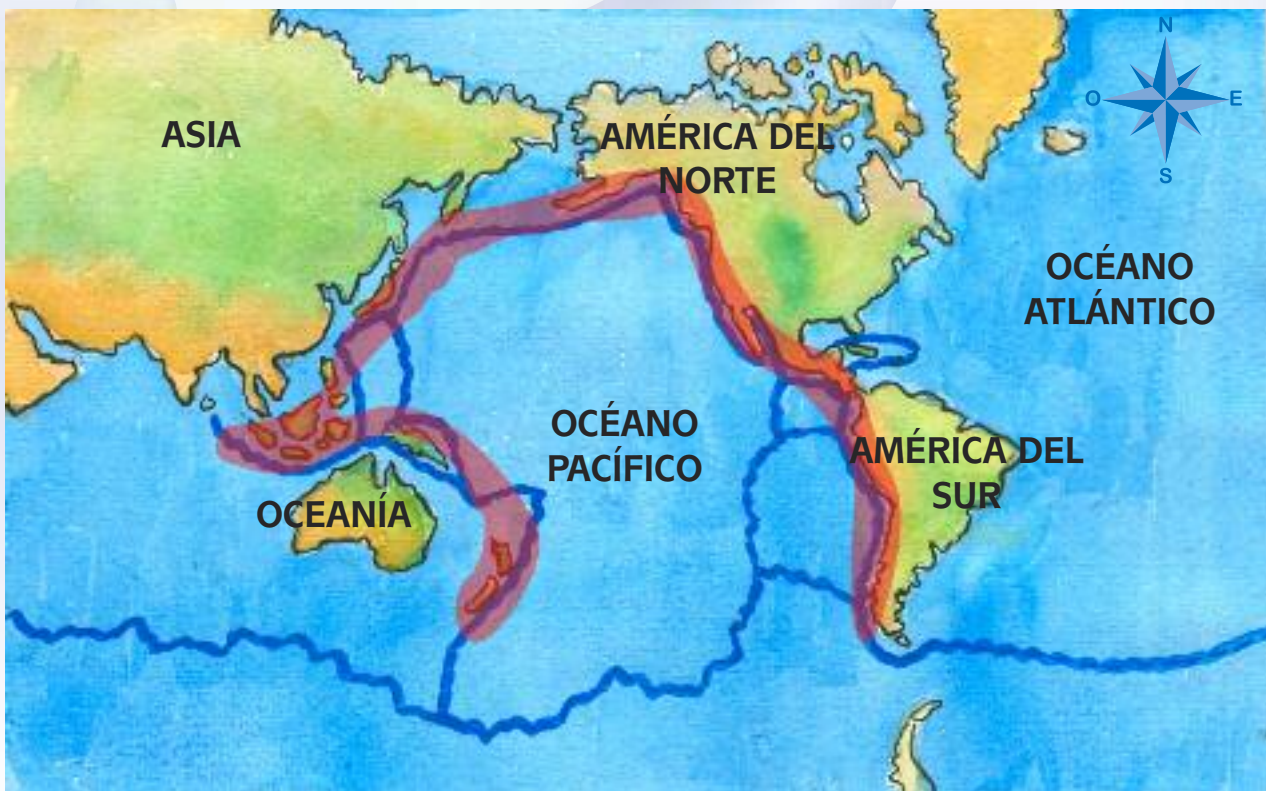
Existen algunas placas en Sudamérica y alrededor de ella. Observa el siguiente mapa y contesta las siguientes preguntas en tu cuaderno.



- ¿Qué océanos rodean al Continente Americano?
- ¿Qué océanos rodean Sudamérica?
- ¿Qué países se encuentran junto al Océano Pacífico?
- ¿Qué países se encuentran junto al Océano Atlántico?
- ¿Qué placas observas en Sudamérica y alrededor de esta?
- ¿Qué significan las flechas en los filos de cada placa?

Como se explica anteriormente, estas placas están en constante movimiento muchas veces imperceptibles para nosotros. Únicamente con aparatos especializados se puede detectar estos movimientos.

El océano Pacífico tiene una actividad tectónica muy fuerte en la zona llamada **Cinturón de fuego del Pacífico**. Frecuentes sismos y erupciones volcánicas se producen debido a una gran actividad y movimiento de las placas tectónicas.



Estos sismos producen tsunamis que ocasionan además gran destrucción.



#### 4. ¿QUÉ ES UN TSUNAMI?

La palabra tsunami es de origen japonés. Significa “Gran ola en la bahía”. Los científicos japoneses fueron los primeros en llevar a cabo estudios especializados sobre los tsunamis. La costa Este del Japón recibe la mayor actividad de tsunamis en el mundo, lo cual probablemente explica por qué la palabra japonesa fue adoptada internacionalmente.

El tsunami está compuesto por una serie **de olas** generadas por avalanchas, erupciones volcánicas o movimientos sísmicos repentinos del fondo del océano que se propagan a través del mar en distintas direcciones a gran velocidad, pudiendo llegar a recorrer grandes distancias.

Estas olas son imperceptibles desde los buques en alta mar y no pueden ser vistas desde el aire. Pero a medida que llegan a aguas menos profundas, su velocidad de propagación disminuye y su tamaño o longitud de ola aumenta, alcanzando a veces alturas de hasta 30 metros.

Existen algunos **signos** que nos pueden prevenir de la llegada de un tsunami. Por ejemplo el retroceso gradual de las aguas costeras o el ascenso del nivel del agua nos pueden advertir que un tsunami se está acercando.

## 5. GENERACIÓN DE UN TSUNAMI

Las perturbaciones naturales **como sismos, erupciones volcánicas y derrumbes superficiales submarinos, pueden generar tsunamis**. Además de las perturbaciones provocadas por el hombre, tales como las explosiones atómicas bajo el agua, pueden también provocar las poderosas olas. Sin embargo la causa más común es el sismo.

### Tsunami generado por un volcán

Como sabemos, una erupción volcánica submarina puede estar precedida de una serie de sismos de diferente magnitud. Estos sismos provocan una salida de energía súbita que mueve las masas de agua provocando un tsunami.

### Tsunami generado por un derrumbe

Alrededor de 81 millones de toneladas de hielo y rocas se precipitaron a la Bahía de Lituya, **Alaska** en 1958. Un sismo había soltado la enorme masa y el derrumbe creó un tsunami que se precipitó a través de la bahía. Las olas producidas treparon hasta una sorprendente altura de 350 a 500 metros – las olas más altas jamás registradas. Ellas dejaron la pendiente de los cerros limpia de todos los árboles y arbustos. Milagrosamente sólo murieron dos pescadores.



### Tsunami generado por un sismo

El tsunami más destructivo de la historia generado por un sismo, ocurrió a lo largo de la costa de **Chile**, el 22 de mayo de 1960. La magnitud del terremoto que lo produjo fue de 9.5 grados en la escala de Richter.

No se puede precisar con exactitud el daño y muertos atribuibles o que se pudieran dar en este tsunami a lo largo de la costa de Chile. La combinación doble del tsunami y terremoto produjo en Chile 2.000 muertos, 3.000 heridos, dos millones de damnificados y 550 millones de dólares en daños. El tsunami causó 61 muertos en Hawaii, 20 en las Filipinas, 3 en Okinawa y 100 o más en Japón.

Las olas del tsunami producidas por este terremoto afectaron las costas del Pacífico, entre ellas las costas del **Ecuador**.



Dos eventos sísmicos importantes sucedieron en el año 2010 en el Continente Americano. El primero, un gran sismo que afectó a **Haití, en el mes de enero del 2010**. Este evento tuvo una magnitud de 7.0 grados en la escala de Richter. Se produjo a 15 kilómetros de la capital Puerto Príncipe y a 10 kilómetros de profundidad. Este sismo causó muchas muertes y daños materiales. No hubo la presencia de tsunamis.

En el mismo año 2010, un segundo evento sísmico de grandes proporciones afectó a **Chile el 27 de febrero**. Su magnitud 8.8 grados en la escala de Richter. El epicentro se ubicó a 11 kilómetros de la costa Chilena. Como resultado de éste, se produjo además un tsunami devastador que asoló extensas zonas costeras de este país. Las víctimas y daños materiales fueron inmensos.

## Talcahuano, Bio Bio. CHILE Febrero 2010



© UNESCO/G.Santillan - Talcahuano, Bio Bio. Chile Febrero 2010.

La escala de Richter es una medida que nos permite conocer la magnitud numérica de un sismo, relacionándola con los efectos producidos por un terremoto.

### ESCALA DE RICHTER

Magnitud en Escala Richter	Efectos del terremoto
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.

**El tsunami más devastador** hasta el momento ocurrió el año 2004 en Sumatra e Indonesia. Un sismo de 9 grados en la escala de Richter produjo un tsunami que asoló las costas de esta región muy poblada del planeta. Se calcula que hubo más de **250.000** personas muertas y millones de dólares en pérdidas materiales.

## Indonesia / Banda Aceh / 2004



© UN Photo/E. Schneider - Banda Aceh, Indonesia. Diciembre 2004.

## Sri Lanka / 2004



© UNESCO/N.Swann - Sri Lanka Diciembre 2004.





## 6. HISTORIA SÍSMICA Y DE TSUNAMIS EN EL ECUADOR

### Ecuador, expuesto al choque de 2 placas

(Extracto de El Comercio / Marzo 2, 2010)

Ecuador, al igual que Chile y Haití, es vulnerable a sismos por su proximidad a los límites de dos placas: Oceánica Nazca y Continental Sudamericana

Los sismos que sacudieron a Chile y Haití evidencian cuán vulnerable es la región ubicada entre Colombia y el sur de Chile.

En esta zona tiene lugar la interacción entre la Placa Oceánica Nazca y Continental Sudamericana. La primera, que constituye parte del piso oceánico y ubicada al occidente del continente sudamericano, mantiene un constante movimiento que produce un hundimiento de la Placa Nazca bajo la Placa Sudamericana.

**En Ecuador** no se registró el sismo de 1906, porque las primeras estaciones sísmicas comenzaron a funcionar en la década de los treinta.

Sandro Vaca, sismólogo del Instituto Geofísico, dice que en la zona donde convergen las placas existe un alto nivel de rozamiento, el cual genera una acumulación de energía. “Cuando la energía sobrepasa el nivel de resistencia en la zona de rozamiento se produce un movimiento súbito que es el sismo. Este a su vez genera la propagación de ondas sísmicas”.

En el caso de Haití, el sismo se produjo en la zona del límite de dos placas tectónicas: del Caribe y la Placa Norteamericana.

Liliana Troncoso, sismóloga, dice que la tierra es un sistema dinámico, donde la parte superior denominada litósfera está dividida en una especie de rompecabezas. “Cada pieza denominada placa tectónica interactúa con su vecina, la interacción de las placas se da en sus límites”. Las placas chocan debido al movimiento que cada una tiene y la placa Nazca se sumerge debajo de la placa Sudamericana.

La especialista precisa, además, que se ha determinado que el planeta Tierra está dividido en 15 placas tectónicas que interactúan entre sí, moviéndose en diferentes direcciones.

La región costera del Ecuador también está expuesta a sismos causados por la interacción de las placas de Nazca y Sudamericana. El sismo de mayor magnitud tuvo lugar en 1906 y provocó gigantescas olas, en las costas de Ecuador y Colombia. Su magnitud fue de 8,8 grados en la escala de Richter.

Ese sismo de principios del siglo anterior, fue tan fuerte que rompió la superficie del

fondo marino y provocó un tsunami (una o más olas de gran tamaño que aparecen como resultado de sismos, erupciones volcánicas y otros factores).

De acuerdo con la base histórica, recopilada por el investigador ecuatoriano José Egred, miembro del Instituto Geofísico, este sismo de 1906 generó olas de hasta seis metros de alto en la población de Tumaco, sur de Colombia, y de hasta tres metros en Las Palmas, provincia de Esmeraldas.

“Causó 1500 víctimas en Ecuador y Colombia y centenares de viviendas destruidas”, señala el registro histórico.

En 1906, según los datos científicos recopilados por los investigadores del Instituto Geofísico, se produjo una fractura de las placas (Nazca y Continental) que se extendió desde Manta hasta Buenaventura, en Colombia (entre 400 y 500 km), un trecho grande.

Estos grandes sismos no son muy comunes. De acuerdo con los registros del Geofísico, en 500 años de historia solo hubo uno con esta magnitud, lo cual indica que su tiempo de recurrencia es aparentemente grande.

Aunque esto puede tranquilizar a la población ecuatoriana, los especialistas del Instituto advierten que el país debe optimizar sus planes de contingencia.

Contra los sismos lo único que se puede hacer, es tener buenas construcciones sismoresistentes, porque los sismos, como las erupciones volcánicas, son fenómenos naturales que no se pueden predecir. Después del gran sismo de 1906, las costas ecuatorianas volvieron a temblar en 1942.

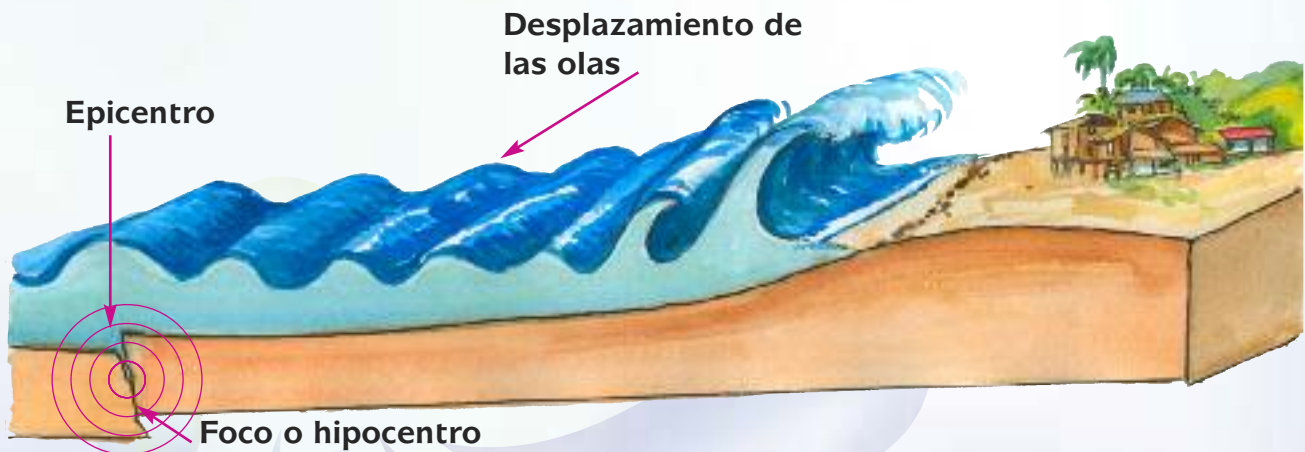
Ese año, la fractura o dislocación de las placas fue menos extensa que la anterior, aproximadamente 200 kilómetros que se extendieron desde Manta hasta Punta Galera, en la provincia de Esmeraldas.

Registró una magnitud de 7,8 en la escala de Richter. 14 años después, en 1956, otro sismo sacudió a Bahía; su magnitud 7,3 grados. Estos y otros eventos revelan una continua actividad sísmica. En ella también se han registrado enjambres sísmicos como los que hoy se producen en Puerto López, Manabí.

La gran interrogante es si estos sismos pueden o no generar tsunamis. Para que esto suceda primero tiene que ocurrir un sismo y no todos llegan a romper el fondo marino. Solo cuando se rompe se considera un tsunami.

## 7. MECANISMOS DE GENERACIÓN DE UN TSUNAMI

Los tsunamis son generados por un repentino **movimiento vertical del piso oceánico**. Este movimiento provoca un desplazamiento del agua del océano en forma de grandes olas.



Como ya se señaló, la mayor parte de los tsunamis ocurren después de un gran sismo de **foco superficial bajo el mar**. Sin embargo, puede ocurrir que un sismo originado tierra adentro provoque también ondas que se transmitan hacia la superficie del agua provocando grandes olas.

## 8. PROPAGACIÓN DEL TSUNAMI. FACTORES QUE MODIFICAN LOS EFECTOS DE UN TSUNAMI.

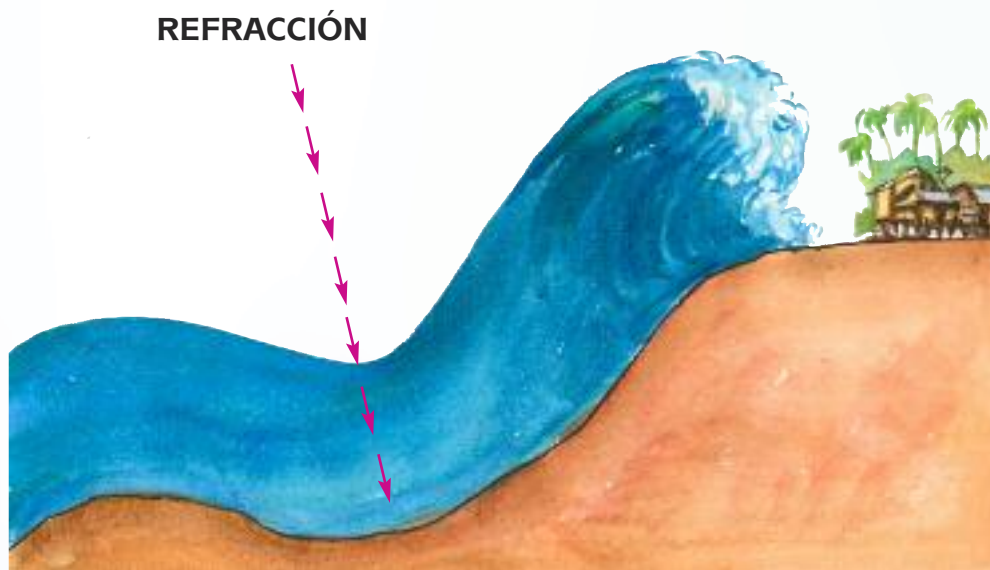
**La velocidad** con la cual viaja un tsunami **depende de la profundidad del agua** por la cual se desplaza. Si la profundidad del agua disminuye, la velocidad de propagación del tsunami hace lo mismo. En el medio del Pacífico, donde las profundidades del mar alcanzan 4,5 kilómetros, las velocidades del tsunami pueden ser superiores a 700 kilómetros por hora.

A continuación, se considerarán algunos conceptos generales respecto a la **refracción y la difracción** de olas en el agua. Estos fenómenos son importantes para el problema de la propagación de un tsunami.

### REFRACCIÓN DE ONDAS EN EL AGUA.

Cuando las olas se inclinan hacia las aguas menos profundas disminuyendo su velocidad, se conoce con el nombre de **refracción**.

Como la profundidad determina la velocidad de las ondas largas, partes diferentes viajarán con diferentes velocidades, provocando que las ondas se curven, lo cual es llamado **refracción de ondas**.



### DIFRACCIÓN DE ONDAS EN EL AGUA.

En física, la **difracción** es un fenómeno característico de las ondas que consiste en la dispersión y curvado aparente de las ondas cuando encuentran un obstáculo.



### Resumiendo

Existen factores que influyen en el desplazamiento de las olas de un tsunami:

- 1) La profundidad del suelo marino, y
- 2) Los obstáculos naturales o artificiales que afectan la velocidad y por lo tanto en el impacto de las olas de un tsunami, por ejemplo, los rompeolas.

## TSUNAMIS GENERADOS A GRAN DISTANCIA

Cuando un tsunami viaja una gran distancia a través de los océanos, se debe considerar la **esfericidad** de la Tierra para determinar los efectos del tsunami sobre una costa lejana. Las olas que divergen cerca de su origen, convergerán nuevamente en un punto ubicado en el lado opuesto del océano.

Un ejemplo de esto fue el tsunami de 1960, cuyo origen estuvo en la costa Sur de Chile, en latitud  $39,5^{\circ}$  S, y longitud  $74,5^{\circ}$  W. La costa de Japón está entre las latitudes  $30^{\circ}$  y  $45^{\circ}$  N y longitudes entre  $135^{\circ}$  y  $140^{\circ}$  E, una diferencia de 145 a 150 grados de longitud desde el área origen. Como resultado de la convergencia de rayos sin refractar, la costa de Japón sufrió daños importantes y ocurrieron muchas muertes. La figura siguiente ilustra la convergencia de los rayos de las olas de tsunami, debido a la esfericidad de la Tierra.



Convergencia de los rayos de ondas del tsunami generado por el terremoto de Valdivia (Chile) en 1960

Además del efecto ya mencionado, los rayos de las ondas de tsunami son desviados de su trayectoria natural a lo largo de círculos máximos, debido a la **refracción** de los rayos provocada por **diferencias de profundidad**, desplazándolos hacia trayectorias dadas por los lugares más profundos.

Hay otros mecanismos que causan la refracción de ondas en el agua, aún en aguas profundas y sin haber irregularidades topográficas. Ha sido demostrado que **una corriente** que se desplaza en forma oblicua a las ondas, puede cambiar la dirección de propagación de ellas y su largo de onda.

A medida que un tsunami se aproxima a la línea de costa, las ondas son modificadas por

los diversos rasgos que existen mar afuera y en la costa. **Montañas sumergidas y arrecifes, plataformas continentales, lomas, bahías de diferentes formas y la inclinación de la playa que pueden modificar el período y altura de la ola.**

Las cordilleras oceánicas proporcionan muy poca protección a una línea de costa. Mientras que algo de energía en un tsunami podría reflejarse en una cordillera, la mayor parte de la energía será transmitida a través de la cordillera submarina. El tsunami de 1960, que se originó a lo largo de las costas del Sur de Chile, es un ejemplo de esto. Ese tsunami tuvo olas de gran altura a lo largo de Japón, incluyendo Shikoku y Kyushu que quedan detrás de la Cordillera del Sur de Honshu.

## TSUNAMIS LOCALES

Son producidos por **terremotos muy cercanos** a las costas, hasta 100 km. Estos tsunamis por lo general son muy devastadores puesto que sus olas llegan a las costas entre **10 y 20 minutos** después de producido el sismo. Esto impide que se realicen los planes de evacuación previstos.

## 9. EFECTOS COSTEROS

Los efectos de las olas de un tsunami dependen de los factores antes mencionados así como del área terrestre afectada y de la orientación de las olas.

### ALTURA DE LAS ONDAS

La altura de las ondas también se ve afectada por la costa misma. El efecto de embudo de una bahía, por ejemplo, aumenta la altura de las olas. Por otra parte, un banco de arena mar afuera disminuye la altura. Esto explica las amplias variaciones de un tsunami que ocurren a lo largo de una costa.

### ASCENSO DE UN TSUNAMI (*RUN UP*) SOBRE LA COSTA

La llegada de un tsunami a una línea costera causa un aumento en el nivel del agua del mar que puede llegar hasta 30 metros o más en casos extremos.

El aumento del nivel del mar de 10 metros no son raros. Esta diferencia vertical del nivel del agua es llamada en inglés el ***run up*** del tsunami.

La altura de un tsunami variará desde un punto a otro a lo largo de la línea de costa. Las variaciones en la altura del tsunami y la topografía costera, provocarán realmente variaciones en las características del ***run up*** a lo largo de cualquier sección de la línea de costa.

Un ejemplo de lo extrema que puede ser esta variación ha sido dada por algunos científicos, para Haena, en la isla de Kauai, Hawaii, donde hubo un leve ascenso del nivel del agua en el lado occidental de la bahía, pero a menos de 2 kilómetros hacia el Este, las olas impactaron sobre las costas, aplastando bosquecillos y destruyendo casas.

Debe destacarse que las características de las ondas pueden variar de una onda a la siguiente en el mismo lugar de la costa. Algunos científicos citan un caso en Hawaii donde las primeras ondas llegaron tan suavemente que un individuo fue capaz de avanzar con dificultad a través de aguas a la altura del pecho, mientras ellas ascendían. Las ondas posteriores fueron tan violentas, que destruyeron casas y dejaron una línea de despojos contra los árboles 150 metros tierra adentro.

## IMPACTO DE UN TSUNAMI

La **destrucción** causada por los tsunamis proviene principalmente del impacto de las ondas, de la inundación y erosión de los cimientos de los edificios, de los puentes y de los caminos.

El daño se ve aumentado por los despojos, por los botes y automóviles que chocan contra los edificios. Se agregan a esto fuertes corrientes, a veces asociadas con el tsunami, que liberan grandes troncos y embarcaciones ancladas.

### Talcahuano, Bio Bio. CHILE Febrero 2010 (2)



© UNESCO/G.Santillan - Talcahuano, Bio Bio. Chile Febrero 2010.

Un daño adicional que puede producirse, proviene de incendios provocados por derrames de combustibles, la contaminación del agua por productos químicos y aguas de alcantarilla.

A las pérdidas materiales se añaden las pérdidas de seres humanos y la alteración de las labores productivas, laborales y educativas en los lugares afectados.

## 10. PROTECCIÓN CONTRA LOS TSUNAMIS

Es imposible proteger completamente cualquier costa de la furia de los tsunamis. Algunos países han construido rompeolas, diques y varias otras estructuras para tratar de debilitar la fuerza de los tsunamis y para reducir su altura. En Japón, los ingenieros han construido enormes terraplenes para proteger los puertos y rompeolas para angostar las bocas de las bahías en un esfuerzo para desviar o reducir la energía de las poderosas ondas.



Pero ninguna estructura defensiva ha sido capaz de proteger las costas bajas. En efecto, las barreras pueden aumentar la destrucción si son sobrepasadas por el tsunami, lanzando trozos de cemento como proyectiles.

Las arboledas solas o como complemento a estructuras de protección costera, pueden disipar la energía del tsunami y reducir su altura.

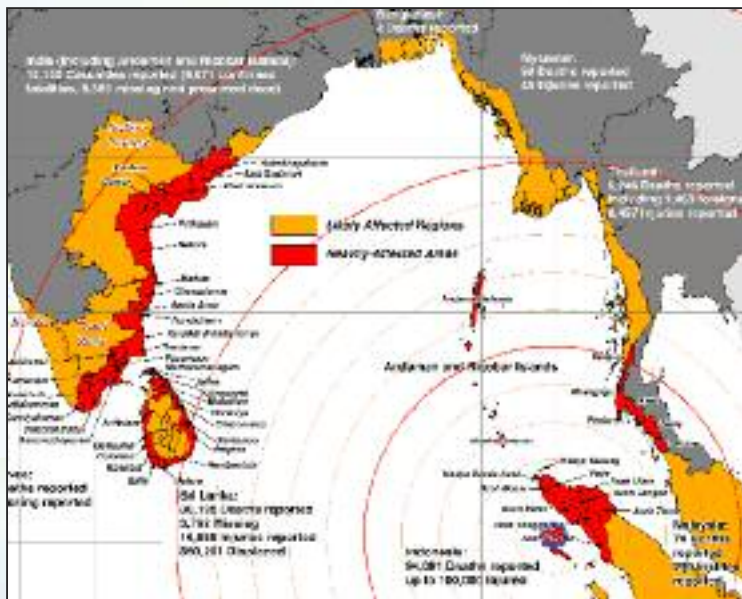
**Las acciones educativas de prevención** de riesgos, autoprotección y estrategias de evacuación disminuyen los efectos de un tsunami.

## 11. EL SISTEMA DE ALARMA DE UN TSUNAMI

En 1965 la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de **UNESCO** estableció el **Pacific Tsunami Warning Centre (PTWC) Sistema de Alerta de Tsunamis del Pacífico** con sede en Honolulu, Hawaii. **El PTWC** opera las 24 horas del día durante los 365 días del año y tiene como funciones monitorear la actividad sísmica y las fluctuaciones excesivas y rápidas del nivel del mar reportadas por una red extensa de instrumentos detectores, evaluar la existencia o la potencialidad de producción de un tsunami y disseminar esta información mediante Mensajes de Observación y de Alerta a los países miembros.



## Sistema de Alarma de Tsunami en el Pacífico (GIC/ITSU).



El **PTWC** detecta y ubica los terremotos ocurridos en el Cinturón de fuego del Pacífico, determina si se ha generado un tsunami y proporciona información y alarmas en forma oportuna y efectiva a la población y navegantes del Pacífico.

Este programa internacional requiere de la participación de observatorios sísmicos operados por la mayor parte de las naciones localizadas alrededor del Océano Pacífico. Los países participantes están organizados bajo la **Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI)**, y el **Grupo Internacional de Coordinación para el Sistema de Alarma de Tsunami en el Pacífico (GIC/ITSU)**.

### PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES

El funcionamiento del Sistema comienza con la **detección**, en cualquier observatorio participante, de un sismo de tamaño suficiente como para activar la alarma adjunta al sismógrafo de esa estación. El personal de la estación interpreta inmediatamente sus sismogramas y envía sus lecturas al PTWC. Al recibo de un informe proveniente de uno de los observatorios sismológicos participantes, o como consecuencia de la activación de su propia alarma sísmica, el PTWC envía mensajes solicitando datos a otros observatorios en el Sistema.

Cuando el PTWC haya recibido datos suficientes para ubicar el sismo y calcular su magnitud, se toma una decisión respecto a acciones posteriores. Si el sismo es lo suficientemente grande como para causar un tsunami y está localizado en un área donde es posible su generación entonces el PTWC solicita a las **estaciones mareográficas** ubicadas cerca del epicentro que revisen sus registros en busca de evidencias del tsunami.

Se difunden **boletines de alarma y alerta de tsunami** a las agencias de difusión en

caso de sismos de magnitudes superiores a 7,5 (mayores a 7,0 en la región de las islas Aleutianas), alertando acerca de la posibilidad de que haya sido generado un tsunami y proporcionando datos que pueden ser traspasados al público, de tal manera que puedan tomar precauciones.

Se evalúan los informes recibidos de las estaciones mareográficas. Si ellos muestran que se ha generado un tsunami que puede afectar a la población en parte o en la totalidad del Pacífico, la emisión del **boletín** se extiende o mejora a la totalidad del Pacífico.

De esta manera las agencias de difusión **implementan planes** previamente establecidos para la **evacuación** de la gente de los lugares peligrosos. Si el informe de la estación mareográfica indica que se ha generado un pequeño tsunami o ninguno, el PTWC cancela su aviso de alarma.

**En algunas áreas de la cuenca del Pacífico, existen sistemas nacionales o regionales de alarma de tsunami para proporcionar información efectiva y oportuna a las poblaciones afectadas.**

Para proporcionar algún grado de protección, dentro de la primera hora después de la generación de tsunamis en el área local, se han establecido **sistemas de alerta de tsunamis nacionales** y regionales en algunos países, incluido el nuestro.

Los **sistemas regionales** proporcionan la **alerta** más temprana posible a la población, basada en la información del sismo, sin esperar la confirmación del tsunami. Para funcionar de manera efectiva, estos centros regionales tienen **datos de varias estaciones sísmicas**.

Los sismos locales son normalmente localizados en **15 minutos o menos**. Basados en la evidencia sismológica se difunde una alarma a la población del área.

Entre los sistemas nacionales más sofisticados están los de Japón, Francia, la ex Unión Soviética y los Estados Unidos de América. En este último país, el PTWC tiene una responsabilidad como el Centro Nacional de Alarma de Tsunami de proporcionar servicios de alarma de tsunami para el caso de cualquier tsunami que impacte los intereses nacionales de los EEUU. Además, el PTWC actúa como el Centro Regional de Alarma de Tsunami de Hawaii para aquellos tsunamis generados dentro de las Islas Hawaianas.

## 12. SIGNOS DE LA LLEGADA DE UN TSUNAMI

Los tsunamis a diferencia de los terremotos pueden ser detectados debido a algunos **signos y circunstancias**.

Cuando existe un sismo en el mar que se siente en la tierra, el aparecimiento de un tsunami es inminente. Probablemente estamos hablando de un sismo local. En este caso, la llegada de las olas de tsunami tomará poco tiempo.

Muchas veces, los sismos son imperceptibles por el ser humano, ya sea porque son muy leves, o porque se han producido a grandes distancias.

Los maremotos producidos a grandes distancias producen olas que demorarán más tiempo en llegar, pero que inevitablemente lo harán. La ventaja en ese caso es que puede haber mayor tiempo para la evacuación de las áreas de riesgo.

Existe otro signo que nos alerta de la llegada de un tsunami. El agua del mar se retira muy lejos de la costa, esto deja gran cantidad de conchas, moluscos y peces que no tienen tiempo de retornar al mar.

## A) RESUMEN DEL CAPÍTULO

- La Tierra está formada por **tres capas**: la corteza, el manto y el núcleo.
- La corteza puede ser **oceánica y continental**.
- La **corteza** está a su vez **formada por placas**, las mismas que no se encuentran unidas unas con las otras. Esto provoca que las placas se deslicen, se rocen entre ellas, produciendo sismos o temblores.
- El roce de las placas en la corteza oceánica provoca un desprendimiento de energía que a su vez, mueve grandes masas de agua. Este momento se **inicia un tsunami**.
- Un **tsunami** es una serie de **ondas oceánicas** generadas por terremotos que ocurren bajo o cerca del piso oceánico.
- Otras **causas** de los tsunamis son las **erupciones volcánicas submarinas**, los derrumbes costeros y las perturbaciones provocadas por el hombre, tales como explosiones atómicas bajo el agua.
- Los **sismos, erupciones volcánicas, derrumbes superficiales submarinos** y experimentos explosivos en los océanos pueden generar tsunamis.
- La **velocidad** de las ondas de tsunami **depende de la profundidad** del agua.

- Existen **factores que influyen en el desplazamiento de las olas de un tsunami:**
  - 1) La profundidad del suelo marino, y
  - 2) Los obstáculos naturales o artificiales que afectan la velocidad y por lo tanto en el impacto de las olas de un tsunami, por ejemplo, los rompeolas.
- A medida que un tsunami se aproxima a la línea de costa, las ondas son modificadas por los diversos rasgos que existen mar afuera y en la costa. **Montañas sumergidas y arrecifes, plataformas continentales, lomas, bahías de diferentes formas y la inclinación de la playa.**
- La propagación de las ondas de tsunami está sujeta a las leyes de **refracción y difracción.**
- La **altura de un tsunami varía** de un punto a otro a lo largo de una línea de costa.
- La **esfericidad de la Tierra** provoca convergencia de los rayos de las ondas provenientes de tsunamis generados a gran distancia.
- La **destrucción** causada por los tsunamis proviene principalmente del impacto de las ondas, de la inundación y erosión de los cimientos de edificios, puentes y caminos.
- El desarrollo de **acciones preventivas** de los efectos del tsunami puede salvar vidas humanas.
- **En algunas áreas de la cuenca del Pacífico, existen sistemas nacionales o regionales de alarma de tsunami para proporcionar información efectiva y oportuna a las poblaciones afectadas.**
- El objetivo operacional del **Sistema de Alarma de Tsunami en el Pacífico** es **detectar y localizar** los grandes sismos que ocurren en la Región del Pacífico, para determinar si ellos han generado tsunamis.
- En 1965 la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (**COI**) de **UNESCO** estableció el **Centro de Alerta de Tsunamis del Pacífico (PTWC)** con sede en Honolulu, Hawaii. **El PTWC** opera las 24 horas del día durante los 365 días del año y tiene como funciones monitorear la actividad sísmica.
- La Comisión Oceanográfica Intergubernamental (**COI**), y el Grupo Internacional de Coordinación para el Sistema de Alarma de Tsunami en el Pacífico (**GIC/ITSU**) participan de observatorios sísmicos operados por la mayor parte de las naciones localizadas alrededor del Océano Pacífico.

## B) EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

### Expone tus respuestas.

Con un grupo de compañeros-as responde las siguientes preguntas. Utilicen diagramas, maquetas, cuadros, ilustraciones elaboradas por ustedes para explicar sus respuestas.

- ¿Qué es un tsunami?
- ¿Cómo se genera un tsunami?
- ¿Cómo se genera un tsunami por derrumbe y un tsunami por un terremoto?
- Describe las modificaciones que puede tener una onda de tsunami al viajar desde su zona origen. ¿Qué factores afectan su desplazamiento?
- ¿Por qué son los tsunamis locales más peligrosos?
- ¿Cuál es el impacto de un tsunami en un centro poblado de la costa?
- ¿Qué medidas se pueden tomar para protegernos de los efectos de un tsunami?
- ¿Qué medidas se deben tomar en la comunidad para proteger a los habitantes de los efectos de un tsunami?
- Para qué sirven los sistemas de alarma **PTWC y COI y GIC/ITSU**
- Cuales son los signos de un tsunami?

### CRUCIGRAMA

Conforma un grupo de trabajo de 4 ó 5 miembros. Elabora un crucigrama para otros grupos. Este deberá contener las definiciones de 10 palabras del vocabulario o términos específicos de este capítulo. Utiliza las palabras **resaltadas** en el texto y/o las del glosario

### MAPAS

Conforma un grupo de trabajo de 4 ó 5 miembros. Elaboren un mapa gigante que contenga uno de los siguientes temas:

- Estaciones sismológicas en el Pacífico.
- Tsunami generado a grandes distancias. Impacto de las ondas.
- Tsunami generado a nivel local. Impacto de las ondas.
- Cinturón de fuego del Pacífico

Asegúrate que el mapa contenga el título, los puntos cardinales, los principales nombres como continentes, océanos, ciudades, islas, etc.

Una vez elaborados los mapas, preséntalos a tus compañeros-as.

## FLUJOGRAMA

Elabora un **flujograma** que demuestre los pasos que el **PTWS** realiza antes de la alerta de tsunami.



## GLOSARIO

**Cinturón de Fuego del Pacífico.-** Cadena montañosa marítima situada cerca de las costas del Océano Pacífico. Se caracteriza por concentrar algunas de las zonas de **subducción** más importantes del mundo, lo que ocasiona una intensa actividad sísmica y volcánica en las zonas que abarca.

Incluye países como Chile, Perú, Ecuador, Colombia, Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador, Guatemala, México, los Estados Unidos, Canadá, luego dobla a la altura de las Islas Aleutianas y baja por las costas e islas de Rusia, China, Japón, Taiwán, Filipinas, Indonesia, Papúa Nueva Guinea, Australia y Nueva Zelanda.

**Epicentro.-** Es el punto en la superficie de la Tierra que está directamente encima del foco de un terremoto que ha sucedido bajo tierra.

**Esfericidad.-** Cualidad de esférico. La Tierra es esférica al igual que otros planetas de nuestro sistema solar.

**Estaciones mareográficas.-** Lugares donde se monitorea los cambios de los movimientos de las mareas o corrientes de agua de los océanos. Para tal efecto se utiliza, entre otros, instrumentos como los **mareógrafos**. Las estaciones mareográficas contribuyen a la navegación marítima.

**Flujograma.-** Es una representación gráfica de la secuencia de actividades de un proceso. Además de la secuencia de actividades, el flujograma muestra lo que se realiza en cada etapa, los materiales o servicios que entran y salen del proceso, las decisiones que deben ser tomadas y las personas involucradas (en la cadena cliente/proveedor)

Pueden utilizarse círculos o figuras rectangulares unidas con flechas para indicar los pasos a seguir según un orden. Mira el ejemplo.



**Run up.-** Expresión en lengua inglesa que significa en el caso de tsunami, el aumento del nivel del mar.

## Capítulo 2





## QUÉ HACER ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE UN FENÓMENO NATURAL

Los fenómenos naturales que producen desastres no podemos evitarlos. Lo que sí podemos hacer es desplegar una serie de medidas de **MITIGACIÓN** de los riesgos de tsunami o de cualquier fenómeno natural que se desencadena rápidamente.

**MITIGACIÓN = Moderación, disminución de la dureza o rigor de algo.**

### PLAN DE CONTINGENCIAS

El Plan de contingencias es un instrumento que nos permite **organizarnos** en la casa, en la escuela y en los sitios de trabajo para saber **cómo actuar, qué hacer antes, durante y después de un fenómeno natural.**

En primer lugar se debe **evaluar** con precisión el carácter de la amenaza que plantea el riesgo, diseñar y aplicar una técnica de **alerta**, y **preparar** a las zonas en peligro para que tomen las medidas adecuadas para disminuir las consecuencias del riesgo.

#### UN PLAN DE CONTINGENCIAS DEBE INCLUIR ALGUNOS PASOS

1)	Evaluación del riesgo
2)	Diseño y aplicación de la alerta
3)	Preparación de la población y de la zona
4)	Simulacro

Como los **sismos** llegan sin aviso, es importante actuar correctamente en el momento. Saber cómo reaccionar y qué hacer podría salvar tu vida. Rara vez el movimiento del sismo es la causa real de muerte o heridas. La mayor parte de las víctimas resultan del derrumbe parcial de los edificios y de la caída de objetos y escombros.

Si conocemos como actuar y protegernos durante un terremoto, entonces disminuirémos el riesgo de morir o sufrir heridas por aplastamiento.

En la mayor parte de los **tsunamis**, las víctimas son las personas que ignoran qué hacer o a dónde ir. A diferencia de los terremotos existen algunos signos más claros que alertan la llegada de un tsunami y por lo tanto algunas medidas que tomar antes de la llegada éste.

En este manual encontrarás una serie de recomendaciones y medidas a tomar en caso de sismo y tsunami.

## 2. SISMOS

### 2.1 QUÉ HACER ANTES DE UN SISMO

Desafortunadamente, aun no se pueden predecir los sismos. No sabemos dónde y cuándo ocurrirá el próximo. Debido a esto, lo único que podemos hacer es prepararnos, mediante el conocimiento de lo que se espera que suceda y conociendo qué hacer antes del sismo, con el objeto de minimizar la pérdida de vidas humanas y el daño a las propiedades.

#### ANTES DE UN SISMO LA FAMILIA Y LA COMUNIDAD DEBEN PREPARARSE

Para saber qué debemos hacer antes de un sismo, es necesario conocer cuáles son los posibles efectos de éste.

#### Haití / Enero / 2010



© UNESCO/F. Brugman - Port-au-Prince. Haiti Enero 2010.

- Daño total o parcial de casas y edificios.
- Incendios
- Electrocuación por caída de líneas eléctricas.
- Explosiones de gas
- Heridas leves o graves por la caída de objetos sobre las personas.
- Muerte de seres humanos y animales.

Tomando en cuenta esto, las acciones que debemos tomar **antes** de un sismo son:

- Elaborar un **plan de contingencias** en el que:
  - ✓ Se nombren responsables específicos para: activar la señal de alerta (sirena, campanada, pitido, etc.); desconexión de sistemas de energía y gas;

- ✓ Nombrar monitores que guíen a los grupos de personas durante el sismo y la evacuación.
- ✓ Designar responsables de kits de primeros auxilios.
- ✓ Designar responsables de la provisión de agua, alimentos, etc.
- El **plan de contingencias** además deberá contemplar la información a la comunidad sobre las rutas de evacuación, la señalización de las mismas y la ejecución de simulacros. Es necesario recordar que **toda ruta de evacuación a nivel universal, se la realiza por el lado derecho**. Así, en los simulacros se debe enfatizar en la necesidad de que todas las personas utilicen únicamente este lado para dirigirse al sitio determinado.



- **Asegurar las repisas** y los sistemas de **iluminación** del techo.
- Colocar los objetos pesados que pueden romperse fácilmente en repisas bajas.
- Evitar colocar **espejos o cuadros** sobre las camas o sofás.
- **Asegurar los maceteros** interiores y exteriores (balcones) que pueden caer sobre las personas.
- **Revisar las instalaciones** eléctricas o de gas defectuosas o con escapes, para evitar incendios.
- **Guardar** ceras, insecticidas y otros productos inflamables en lugares seguros no muy altos para evitar su derrame.

- **Evaluar** los daños estructurales en su vivienda. Lo puede hacer con la ayuda de un experto.
- **Identificar los lugares seguros dentro de casa**, escuela o trabajo, donde las personas puedan ubicarse durante un sismo, por ejemplo, bajo una mesa, lejos de vidrieras y ventanas, junto a muebles sólidos, bajo el marco de una puerta, y en el ángulo formado entre la pared y el suelo.
- **Identificar lugares seguros fuera de la casa** y trabajo, que estén alejados de edificios, árboles, redes eléctricas, puentes y objetos que pueden caer (escombros, avisos luminosos, postes, etc.). Este será el sitio de evacuación.



- Tenga a mano su **kit de emergencia**: comida no perecible, agua y otros elementos, incluyendo una linterna, una radio a pilas, silbato, fósforos, velas de cera y ropa de abrigo.
- Establezca un **punto de reunión**, en el caso de que la familia se encuentre dispersa durante un sismo.
- Identifique el número de emergencia de la Cruz Roja de su localidad, socialícelos con sus familiares para que todos lo conozcan y escríbalo en un lugar que esté a la vista de todos.
- En escuelas y sitios de trabajo se debe realizar con anterioridad una **supervisión con un especialista** que determine los lugares seguros e inseguros, así como las medidas preventivas a tomar.
- En escuelas y lugares de trabajo se debe organizar **simulacros de evacuación**.

## Guía preventiva para personas responsables de otros grupos de personas.

Se sugiere realizar un **plan de emergencias** en centros escolares, centros laborales y oficinas, que incluya los siguientes pasos:

- **Evaluar** los sitios seguros e inseguros de las instalaciones.
- **Nombrar a** la persona que active la señal de alarma (sirena) y demás otros responsables que se ocupen por ejemplo de que la electricidad y el gas se corten inmediatamente de producirse un sismo. **La alarma deberá sonar 2 veces.** La primera como señal de protección y la segunda como señal de evacuación.
- **Designar guías** y monitores para instruirlos en las acciones a tomar durante un sismo y luego en la evacuación. En los centros educativos serán los maestros y las maestras quienes deben tener claro cómo actuar durante un sismo y la posterior evacuación.
- Predeterminar el **sistema de evacuación** de un edificio donde haya un gran número de personas. Es importante señalar la **ruta de evacuación** con letreros y flechas que señalen las vías de evacuación. La evacuación siempre debe realizarse por el lado **derecho** para evitar aglomeraciones y tumultos de personas que entorpezcan el paso de otras.

Se debe elaborar un mapa del lugar en el que se indique las vías de evacuación. Este mapa deberá ser comentado por todos y colocado en distintos sitios de la edificación.

**Antes de los simulacros** de evacuación todas las personas deberán haberse familiarizado con los letreros y las flechas que señalan las rutas de evacuación.



**ZONA DE  
AMENAZA  
DE TSUNAMI**



**RUTA DE  
EVACUACIÓN**



**ZONA DE  
SEGURIDAD.**

- Establecer un **espacio abierto** donde pueda ser evacuada la gente de los edificios.
- Los **hospitales** y otros servicios, especialmente necesarios durante un desastre, deben tener planes predeterminados para establecer dichos servicios fuera del edificio original en caso de sismos.

- Realizar ejercicios periódicos o **simulacros** para revisar los planes y las reacciones en caso de sismos.
- Esté al corriente de las **instrucciones y alertas** de las autoridades.
- **Cooperar** con las autoridades.
- **Participar** en los simulacros.



## 2.2 QUÉ HACER DURANTE EL SISMO

### ¡MANTÉN LA CALMA!

Lo primero es tratar de no perder la calma. Aunque se debe actuar rápido, no debes huir o gritar, pues con eso creas pánico. Hay que controlarse. Trata de calmar a otros. Preocúpate de los niños menores y de los adultos con problemas físicos.

Apenas se inicie el sismo, el encargado deberá sonar la alarma por primera vez. Signo de protección mientras dura el sismo. Posteriormente, a la segunda alarma, se debe iniciar el proceso de evacuación.

### Acciones a tomar para minimizar riesgos:

- Ubicarse en un sitio seguro durante el sismo: bajo una mesa, **lejos de vidrieras y ventanas**, junto a muebles sólidos, bajo el marco de una puerta, y contra la pared.
- Esperar las indicaciones para iniciar el proceso de evacuación.



### ¡ RECUERDA !

Lugares seguros en una habitación:

- ✓ Contra las paredes internas.
- ✓ Bajo mesas, pupitres o escritorios.
- ✓ Bajo el umbral de cualquier puerta.

### ¡ ALÉJATE !

- ✓ De las ventanas.
- ✓ De espejos o vidrieras.
- ✓ De objetos colgantes.
- ✓ De chimeneas y cocinas encendidas.
- ✓ De repisas o muebles frágiles.
- ✓ Del cielo raso en malas condiciones.
- ✓ De muebles altos no asegurados a la pared.

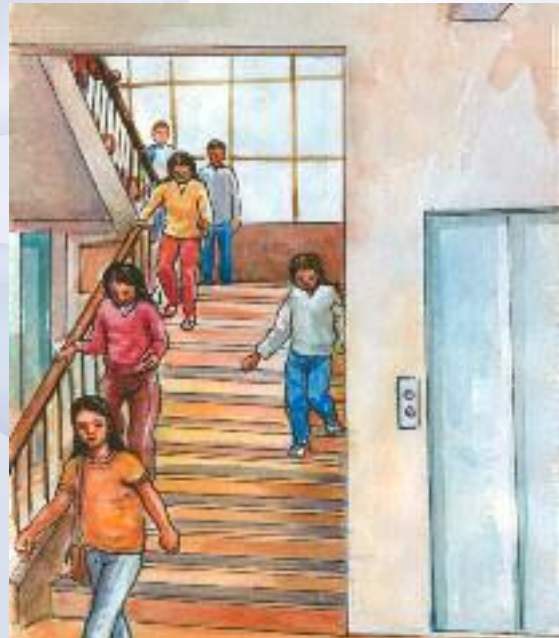
Cada individuo, familia y comunidad deben tomar las acciones más apropiadas para su protección, tomando en cuenta las recomendaciones mencionadas.

## 2.3 QUÉ HACER DESPUÉS DE UN SISMO.

- ✓ Apenas cese el sismo, se debe comenzar la **evacuación** luego de la segunda sirena, siguiendo las indicaciones de los monitores y utilizando las rutas respectivas.

**RECUERDA:  
UTILIZA SIEMPRE TU DERECHA  
DURANTE LA EVACUACIÓN.**

- ✓ Es necesario **cortar** el suministro de electricidad y de gas. Estas son fuentes potenciales de incendios accidentales después de un sismo. La persona o personas asignadas con anterioridad deberán hacer esto.
- ✓ Acudir a **espacios abiertos** determinados con anterioridad. Lo importante es concurrir en forma organizada para evitar atropellos. Por este motivo son **muy importantes los simulacros**. Al estar todos familiarizados con el procedimiento de evacuación, ésta se la realizará en forma ordenada evitando así mayores riesgos.
- ✓ En las calles, es necesario mantenerse fuera del alcance de la **caída de escombros** u otros objetos tales como avisos luminosos, postes, redes eléctricas, estructuras altas y terraplenes de los ríos. Manténgase fuera y lejos de **edificios dañados**.
- ✓ **Apagar los incendios** incipientes antes de pretender salvar vidas. Un incendio puede dispersarse tan rápido que puede impedir la oportunidad de rescatar a alguien.
- ✓ Las personas que trabajan en edificios **no** deberán utilizar **ascensores** durante o después de un sismo. Normalmente, los ascensores se atascan y puede haber cortocircuitos que pueden provocar electrocución.
- ✓ Se debe tener **cuidado con el uso de velas** o lámparas de petróleo. Ellas deben colocarse donde no haya peligro de volcamiento que provoque incendios.
- ✓ No duermas donde haya **muebles pesados** o altos que puedan volcarse y herirte. Tales muebles deben anclarse a las paredes o al piso.
- ✓ **Administrar** con precaución la reserva de provisiones y agua.
- ✓ Mantenga a la mano un **botiquín** de emergencias, linterna, cobijas, alimentos enlatados y agua.
- ✓ **Reúna agua** en tinajas y otros recipientes, por si se corta el suministro, (no se olvide que el agua que va a ser destinada al consumo debe ser tapada de una manera adecuada). **Hierva el agua** que va a beber.
- ✓ No transite ni se ubique en lugares costeros, ya que puede producirse un **tsunami** producto del sismo.
- ✓ No haga viajes innecesarios a pie o en auto.





- ✓ Abra los muebles y gavetas con cuidado ya que las cosas en su interior pudieron moverse y hay la posibilidad de que le caigan encima.
- ✓ **Escuche la radio** o la televisión para obtener información sobre la emergencia, y posibles instrucciones de la autoridad a cargo.
- ✓ **No haga caso de rumores**, oriéntese solamente por la información oficial.
- ✓ **Ayude a las personas heridas** o que han quedado atrapadas. Si hay lesionados, pida ayuda a los organismos de socorros de su zona.
- ✓ Ayude a sus vecinos que tengan familiares de edad, discapacitados - as o niños pequeños.
- ✓ **Efectúe una revisión** de la energía eléctrica, agua, gas y teléfono, tomando las precauciones necesarias.
- ✓ **Limpie** derrames de líquidos inflamables.
- ✓ **Abra** las ventanas con cuidado y abandone el lugar si escucha un silbido o huele a gas u a otros químicos, avise de manera inmediata a los bomberos.
- ✓ **Revise** su vivienda para detectar grietas. Inspeccione las chimeneas. Un daño que pase desapercibido puede generar un incendio.
- ✓ Mantenga a los **animales domésticos** en un lugar cerrado con agua y comida para algunos días.
- ✓ Use el **teléfono** sólo para emergencias.

### ACCIONES A TOMAR SI ESTÁS EN EL COLEGIO

- ✓ Trata de mantener la **calma** y escucha las instrucciones del profesor o profesora.
- ✓ **Colócate bajo** el pupitre o escritorio al escuchar la primera sirena o signo de alarma acordado con anterioridad.
- ✓ **Aléjate de ventanales** y objetos que puedan caer sobre ti.
- ✓ Al escuchar la **sirena**, prepárate para la evacuación.
- ✓ **Cubre** tu cabeza con un libro antes de salir del aula.

- ✓ **Sal en orden** y con calma para evitar empujones. Sigue la ruta de evacuación predeterminada. Siempre por tu lado **derecho**.
- ✓ **Dirígete hacia el lugar indicado** en los simulacros de evacuación previamente establecidos.
- ✓ Una vez llegado al área de evacuación **espera otras instrucciones**.



### SI ESTÁS MANEJANDO

En todo sismo de cierta violencia resulta muy difícil controlar un vehículo en movimiento. El conductor debe **disminuir** la velocidad paulatinamente, pero de forma inmediata, y estar listo a parar el vehículo al costado **derecho** del camino o calle. Es necesario evitar quedar en un cruce bajo un puente o bajo cables de alta tensión. Permanece en el interior del vehículo hasta que pase el sismo.



### 3. TSUNAMI

La palabra TSUNAMI en japonés significa “gran ola en el puerto” El tsunami es un grupo de olas grandes que miden de 10 a 30 metros de altura. Estas se originan en un sismo o maremoto producido bajo el océano. Este sismo produce desplazamientos verticales del piso oceánico y de grandes masas de agua, lo que genera ondas de **tsunami**.

Las ondas de tsunami, mar adentro pueden ser imperceptibles. Recorren la superficie del océano a gran velocidad. Pero al llegar a la costa, éstas toman gran altura debido a la poca profundidad de las playas.



#### 3.1 RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD.

A diferencia de un sismo, un tsunami puede “**predecirse**”. Generalmente luego de un sismo en el océano, las olas del tsunami viajan con rapidez en todas las direcciones.

El tiempo que tarda en llegar un tsunami a las costas depende de la ubicación del foco del sismo que produjo el tsunami. Si el sismo se produjo **cerca** de la costa, entonces las olas del tsunami llegarán **más rápido**; mientras que si un sismo se produjo en un lugar **lejano** en el océano, las olas del tsunami llegarán **más tarde**.

Es justamente ese tiempo que tarda en llegar las olas de un tsunami, importante para tomar ciertas medidas y salvar muchas vidas.

Existen **sistemas de alarma** que permiten informar a la población sobre un sismo en el océano que producirá un tsunami. Las autoridades de los países son las primeras en ser alertadas de la presencia de un tsunami. Son justamente ellas las encargadas de informar

a la población a través de los diferentes medios de comunicación.

Pero si la población no se encuentra organizada y preparada para la llegada de un tsunami, los sistemas de alarma poco pueden hacer. Es necesario que se realice un trabajo previo de **información y preparación** de familias y comunidad para **mitigar o disminuir el riesgo** de un tsunami.

### 3.2. PREPARACIÓN: ANTES DE LA LLEGADA DE UN TSUNAMI.



Existen algunas acciones que se deben tomar antes de ser afectados por un **evento adverso** como lo constituye un tsunami. Es necesario recordar que estos eventos naturales no se pueden evitar. Lo que sí se puede hacer es tomar una serie de **medidas preventivas** que nos permitan **mitigar o disminuir los efectos** catastróficos de un tsunami, sobretodo en lo que se refiere a la preservación de la vida de grandes y chicos.

A continuación algunas medidas necesarias a realizarse:

- ✓ Recorra su comunidad y elabore un **mapa** de ésta donde consten los sitios seguros de tsunami, así como las rutas de acceso a esos sitios. Recuerde que esos sitios deben ser altos. Tome en cuenta que las olas de tsunami pueden medir de 10 a 30 metros de altura. Coordine la información con las autoridades de su comunidad.

**Proyecto UNESCO-DIPECHO: APRENDIZAJE ADAPTATIVO DE MECANISMOS DE PREPARACIÓN PARA EL TSUNAMI EN COMUNIDADES COSTERAS DE COLOMBIA, ECUADOR, PERÚ Y CHILE.**



© UNESCO/D. Granados - Esmeraldas, Ecuador Mayo 2010.



ZONA DE AMENAZA TSUNAMI

**ZONA DE AMENAZA DE TSUNAMI**



CALLE 14 DE MAYO 1300 m

**RUTA DE EVACUACIÓN**



ZONA DE SEGURIDAD

**ZONA DE SEGURIDAD.**

- ✓ Tome en cuenta la señalética de tsunami: **zona de amenaza de tsunami, ruta de evacuación y zona de seguridad.** Coloque en el mapa la señalética.
- ✓ Diseñe y ejecute un **plan de evacuación** en caso de alerta de tsunami. Coordine con las autoridades de su comunidad las señales de alerta.
- ✓ Identifique en el mapa, si usted vive, trabaja, juega, o transita en un área de inundación o zona de evacuación de tsunamis. **Recorra la ruta de evacuación** con su familia, con sus compañeros de colegio o de trabajo.
- ✓ Establezca una estrategia de evacuación para niños pequeños, ancianos y personas enfermas.



- ✓ En las escuelas y colegios se debe establecer también una **estrategia de evacuación inmediata**. Para ello es importante realizar **simulacros** de evacuación con todo el personal de la escuela: profesoras-es, estudiantes y personal administrativo, con el fin de que todos-as se encuentren familiarizados-as con la señalética de tsunami, con las rutas de evacuación y con las zonas de seguridad.
- ✓ Tanto en instituciones como en la comunidad en general se debe establecer una **señal de alerta**, ya sea visual y/o auditiva: sirena, altavoces, campanazo, etc.

## LUEGO DE LOS SIGNOS DE TSUNAMI Y DE LA ALARMA DE ALERTA

- ✓ Si usted vive en una zona de peligro de tsunamis y escucha que hay una alerta de tsunami, su familia debe evacuar la vivienda. Camine ordenadamente, de manera calmada, utilizando siempre su **derecha**, al sitio de evacuación o a cualquier lugar seguro que se haya designado con anterioridad. Siga los consejos de las autoridades de su comunidad.
- ✓ Si está en la playa o cerca del mar, y siente que la tierra se mueve, diríjase inmediatamente tierra adentro a un lugar más alto. **NO** espere por la alerta oficial de tsunami. **Aléjese de ríos y esteros** que conducen al mar debido a la fuerte acción de la onda del tsunami y las corrientes.
- ✓ Si está en la escuela y escucha que hay una **alerta** de tsunami, debe seguir las instrucciones de profesores y de otros funcionarios de la escuela.
- ✓ Los edificios altos, de concreto reforzado y que han resistido mas de un evento sísmico, ubicados a lo largo de las áreas costeras pueden proporcionar un refugio seguro en el tercer piso y los **pisos superiores**.
- ✓ Acudir a la zona de seguridad que debe estar por lo menos a 30 mts., sobre el nivel del mar.

### 3.3. DURANTE Y LUEGO DEL TSUNAMI

- ✓ Manténgase alejado de la playa hasta estar completamente seguro que las olas del tsunami han cesado. Escuche las informaciones oficiales de las autoridades de su localidad.
- ✓ Coopere con las autoridades. Manténgase en la zona de seguridad hasta que reciba nuevas instrucciones e información.
- ✓ Ayude a las personas más afectadas físicamente, a niños pequeños y a ancianos.

## A) REPORTAJE

### SISMO

#### ¿Preludio al grande?

Por Thomas Y. Canby (Extractado de "NACIONAL GEOGRÁFICA, VOL. 117 , N° 5, MAYO 1990")

Como miles de otros californianos, Lee y Terry Peterson habían concurrido al tercer juego de las Series Mundiales esa tarde, para ver a los Gigantes tratando de derrotar a Oakland en el Parque Candlestick. Lejos al sur del parque, el nuevo hogar de los Peterson, su alegría y orgullo, se adhería a un faldeo de las Montañas de Santa Cruz, cerca de una cumbre oscura denominada Loma Prieta.

Dieciocho kilómetros bajo ese hogar y esa cumbre, se jugaba otro juego, en un estadio conocido como la Falla de San Andreas. Aquí dos enormes placas de la corteza terrestre se habían enlazado en un combatiente empuje desde el gran sismo de San Francisco de 1906. Estos contendores estaban cansados, alcanzando el punto de ruptura. Su juego estaba en la última etapa.

Los Petersons encontraron sus asientos en el parque Candlestick. Con expectación observaban el precalentamiento de los equipos. El reloj marcaba las 5:04. En las profundidades bajo el hogar montañoso de los Petersons una sección de las rocas débiles chasqueó. Los dos lados de la falla de San Andrés se desplazaron en direcciones opuestas. Simultáneamente, el lado oeste de la falla se elevó, levantando las montañas.

El desgarró fue imparable. Por alrededor de 8 segundos la corteza de la Tierra se desgarró a más de dos kilómetros por segundo, por una distancia de 20 kilómetros hacia el norte y hacia el sur. Las encorvadas Montañas Santa Cruz arrancaron la casa de los Peterson de sus fundaciones, partiéndola como una cáscara de huevo.

El fallamiento generó un frenesí de ondas sísmicas. Pusieron a garrapatear a las agujas de los sismómetros de todo el mundo y llevaron un mensaje letal a los californianos. Las ondas que rodaban hacia el sur aporrearón la ciudad de Santa Cruz, sólo a 16 kilómetros del epicentro. Arrasaron su centro comercial y arrebataron cuatro vidas.

Las ondas chocaron con Watsonville, dañando o destrozando la mayor parte de los hogares y convirtiendo la calle principal en una ciudad fantasma. Las ondas también mutilaron Hollister y agitaron los ricos sedimentos del valle Salinas.

Las ondas que rodaban hacia en norte hicieron ondular el terreno bajo el pintoresco Los

Gatos, destruyendo sus casas victorianas y la mitad del distrito comercial. Sacudieron San José, pero la mayor parte de los edificios aguantaron.

Las ondas se extendieron a través de la península, sacudiendo ciudades establecidas en forma segura tales como Palo Alto y Menlo Park. En la Universidad de Stanford encontraron estructuras viejas y quebradizas las torcieron y rompieron.

Por delante se encontraba el Parque Candlestick, repleto con 62.000 fanáticos y preparado para el desastre. Las ondas sacudieron a los Petersons y al resto de los asombrados espectadores. Pero, el Parque Candlestick está fundado en roca y esto venció a las ondas.

Ahora las ondas se estaban debilitando. Con poco efecto, ellas zangolotearon la parte de San Francisco y los pueblos al otro lado de la bahía.

Una cansada vanguardia de las ondas llegó al área de la vieja calle Market de San Francisco y el barrio Marina y el ocupado frente marino de Oakland. Estas áreas están establecidas sobre relleno artificial del terreno. Aquí las ondas encontraron terreno sintonizados con sus propias vibraciones y resonaron como cuerda de guitarra. Llegaron más ondas y bombearon más energía. La tierra revivió y danzó.

Las vibraciones fluyeron hacia arriba a los edificios y estructuras de las carreteras. Tomando el ritmo, el suelo y las estructuras oscilaban al compás creciente como parejas de un baile. Los edificios del barrio Marina se pandearon; muchos cayeron. Las uniones de las columnas que soportaban la carretera interestatal 880 fallaron, y 44 bandejes de concreto de la carretera, cada uno de 600 toneladas, colapsaron sobre los autos de más abajo. Las ondas empujaron el extremo de nivel bajo él.

En 15 segundos, las vibraciones cesaron. Pero, 63 personas estaban muertas o agónicas. Alrededor de 3.800 personas sufrieron heridas que requerían atención médica. Las ondas dañaron más de 24.000 casas y edificios de departamentos, así como 4.000 negocios. A lo menos mil estructuras encaraban la demolición. Medido en dólares ajustados, el daño a la propiedad se aproximó al causado por el terrible sismo de 1906, que desencadenó 60 veces más energía. El daño en Loma Prieta superó al causado por el huracán Hugo durante las horas que golpeó el Sudeste.

Así y todo California había sido afortunada. Unos pocos segundos más de sacudidas habría dañado seriamente una unión importante de la carretera Embarcadero en San Francisco, colapsándola como la I-880, y varios miles más de hogares habrían sido dañados o destruidos. Si hubieran fallado los pernos en el Puente de la Bahía, armaduras oscilantes podrían haber demolido más del trecho vital. Si la Series Mundiales no hubieran clavado a los californianos en sus seguros hogares para mirar la televisión o se agruparan en el protector nido del Parque Candlestick, ¿quién sabe cuántas hubieran sido las víctimas de



la carretera. Con los numerosos heridos, además, llegó un nuevo sentido de desconfianza entre los californianos, la creencia que estaban haciendo muchas cosas correctas acerca de los temblores. Algunas de las cosas a favor:

### **EL RELATIVO BAJO NIVEL DE LOS DAÑOS.**

El valor de la preparación de emergencia. Horas después del sismo, se abrieron refugios desde el barrio Marina hasta Hollister. Aunque parcialmente manejados por legiones de voluntarios espontáneos, estos centros neurálgicos han sido cuidadosamente planificados. A lo largo del año, la Cruz Roja, la Oficina de Servicios de Emergencia del Estado y otras agencias, efectuaron ensayos que dieron frutos en la respuesta del 17 de octubre.

La mayor confiabilidad en el pronóstico de sismos. En 1988, la estimación de las probabilidades de sismo a lo largo de la Falla de San Andrés, publicado por el Servicio Geológico de los EE.UU., había asignado al segmento de más al sur, en Santa Cruz, la probabilidad más alta de deslizamiento para el norte de California.

La respuesta humana. Como un grifo abierto, el sismo liberó un diluvio de preocupación y bondad.

Surgieron voluntarios como si salieran de la tierra, dirigiendo el tránsito en las calles oscurecidas, consolando a los aterrorizados con una palabra y un abrazo, sacando a los heridos y los muertos.



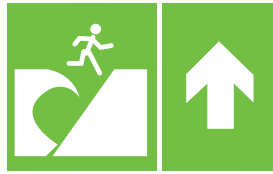
## B) RESUMEN DEL CAPÍTULO

- ✓ Los sismos no se pueden predecir. Debemos prepararnos conociendo lo que se espera que suceda y conociendo qué hacer antes, durante y después de un sismo.
- ✓ Las **consecuencias** de los sismos son:
  - 1) Daño total o parcial de casas y edificios.
  - 2) Incendios.
  - 3) Electrocutación por caída de líneas eléctricas.
  - 4) Explosiones de gas.
  - 5) Heridas leves o graves por la caída de objetos sobre las personas.
- ✓ Existen **acciones para minimizar el riesgo** antes, durante y después de un sismo.
- ✓ Se debe guardar la **calma** durante el sismo.
- ✓ Los **lugares abiertos** son los lugares más seguros durante un sismo.
- ✓ Si no es posible acceder a un espacio abierto de inmediato, se debe buscar **protección** bajo los muebles.
- ✓ **No uses los ascensores** durante el sismo.
- ✓ Si manejas un **vehículo**, disminuye la velocidad y estacionate al costado de la calle o del camino.
- ✓ Luego de un sismo, pueden venir **réplicas**.
- ✓ Después del sismo se debe **chequear posibles problemas** con el gas, electricidad, agua, incendios, grietas y otros daños.
- ✓ Es necesario mantenerse **informado** usando la radio.
- ✓ Si vives cerca de la costa, prepárate a seguir las recomendaciones de seguridad en caso de tsunami.
- ✓ Antes de un tsunami, la población debe estar familiarizada con la **señalética específica de tsunami**: zona de amenaza de tsunami, ruta de evacuación y zona de seguridad.



**ZONA DE AMENAZA  
TSUNAMI**

**ZONA DE  
AMENAZA  
DE TSUNAMI**



**CALLE 14  
DE MAYO  
1300 m**

**RUTA DE  
EVACUACIÓN**



**ZONA DE  
SEGURIDAD**

**ZONA DE  
SEGURIDAD.**

- ✓ Es importante **establecer un sitio de reunión familiar** en caso de sismo y tsunami.
- ✓ Para resguardarse de un tsunami la población debe buscar **lugares altos de más de 30 metros de altura.**
- ✓ Existen también **acciones** antes, durante y después de un tsunami.
- ✓ En la familia, en la escuela y en los sitios de trabajo se deben establecer **planes de contingencia además de simulacros de evacuación.**



## C) EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

### Trabajo en grupos.

Prepara una teatralización de las siguientes situaciones:

- ✓ Riesgos durante un sismo.
- ✓ Plan de contingencia.
- ✓ Acciones antes, durante y después de un sismo.
- ✓ Acciones antes, durante y después de un terremoto.
- ✓ Actitud durante un sismo.
- ✓ Actitud durante un tsunami.
- ✓ Plan de evacuación en la escuela o colegio.
- ✓ Elementos que contiene un botiquín de primeros auxilios.

### LISTADO

1. Entrevista al médico o enfermera de la comunidad y elabora un listado de los objetos que deberían ir en un botiquín de primeros auxilios de una familia.
2. Conversa con tu familia, profesores y compañeros y elabora un listado de cosas útiles que deberías tener a mano, en caso de evacuación de tu domicilio.



### ENTREVISTA

Entrevista a las autoridades de tu comunidad sobre las medidas de alerta en caso de fenómenos naturales como sismos y tsunamis.

### SELECCIÓN MÚLTIPLE.

Selecciona y marca la letra que mejor complete la frase o que conteste la pregunta.

1. Para estar seguro **durante** un sismo uno debería:
  - a) Mantenerse cerca de una ventana.
  - b) Mantenerse cerca de una chimenea.
  - c) Protegerse junto o debajo de una estructura firme y sólida.

2. Si estás en el colegio y ocurre un sismo, deberías:
  - a) Arrancar.
  - b) Ponerse bajo el pupitre.
  - c) Apagar la electricidad.
  - d) Ir hacia la ventana.
  
3. Si estás manejando un auto cuando comienza el sismo, deberías:
  - a) Tocar la bocina o el pito del carro.
  - b) Conducir lentamente.
  - c) Detener el auto.
  - d) Ninguno de los anteriores.
  
4. Después que termina el sismo, deberías:
  - a) Evacuar las instalaciones donde estabas.
  - b) Manejar rápidamente hacia tu casa.
  - c) Apagar tu radio.
  - d) Buscar los peligros.
  
5. Si vives en la costa y ocurre un sismo, deberías:
  - a) Mantenerte cerca de la costa.
  - b) Acudir a lugares altos lo más rápido que puedas.
  - c) Tener cuidado con las réplicas.
  - d) Ninguno de las anteriores.

## SIGLAS UTILIZADAS

- ITIC : International Tsunami Information Center (Centro Internacional de Información de Tsunami).
- PTWC : Pacific Tsunami Warning Centre (Centro de Alarma de tsunami del Pacífico).
- COI : Comité Oceanográfico Intergubernamental.
- UNESCO: United Nations Education and Science Commission (Comisión de las Naciones Unidas para la Educación y la Ciencia).
- GIC/ITSU: Grupo Internacional de Coordinación para el Sistema de Alarma de Tsunami en el Pacífico.



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura

UNESCO

