

## VULNERABILIDAD Y CAPACITACIÓN COMUNITARIA ANTE TSUNAMIS EN COSTA RICA

Mario Fernández-Arce\*  
mefernan@geologia.ucr.ac.cr  
Guillermo Alvarado Delgado\*\*  
gealvara@gmail.com

Fecha de recepción: 24 de mayo 05 / Fecha de aceptación: 18 de agosto 05

### Resumen

*Los tsunamis son oscilaciones del agua de mar originados por grandes perturbaciones en el fondo marino. El océano Pacífico de Costa Rica presenta un mayor potencial para la existencia de tsunamis que el lado Caribe, aunque las fuentes sísmicas en el mar Caribe son muy efectivas para originarlos. Desde 1539 se han producido quince tsunamis en nuestro país, diez en el lado Pacífico y cinco en el Caribe, siendo el más reciente el de 1991 que fue causado por el terremoto de Limón. Los tsunamis como fenómenos naturales crean una amenaza, por lo tanto es necesario llevar a cabo planes de capacitación ciudadana para enfrentar la vulnerabilidad.*

**Palabras clave:** Costa Rica, geología, tsunamis, vulnerabilidad, riesgo.

### Abstract

*Tsunamis are big waves in the sea originated by deep perturbations of the sea floor. Costa Rica's Pacific coast present a bigger risk in tsunami's events than the Caribbean coast, meanwhile also exposed to big earthquakes. Fifteen tsunamis happened in Costa Rica since 1539. Ten in the Pacific and five in the Caribbean coast. The most recent, in 1991 was the big earthquake of Limon. The knowledge of this phenomena able us to prepare a civic plan of prevention.*

**Keywords:** Costa Rica, geology, Tsunami, Vulnerability

### Generalidades

Para entender los tsunamis es útil distinguirlos de las olas generadas por el viento o por las mareas. Las brisas que soplan a través del océano pliegan la superficie del agua en ondas relativamente cortas, que a su vez crean corrientes

en la capa superficial, es decir, que la mayoría de su energía está cerca de la superficie y el movimiento del agua inducido por esas ondas decae exponencialmente con la profundidad. Las mareas terrestres producen corrientes que alcanzan el fondo del océano, pero estas son provocadas por fuerzas gravitacionales entre la luna y el sol. Los tsunamis son diferentes a las ondas generadas por el viento y por las mareas, pues en ellos el flujo se encuentra en toda la columna de agua, pero, a diferencia de las ondas de marea, son provocados por la fuerza gravitacional.

\* Centro de Investigaciones Geofísicas y Centro Sismológico de América Central (CASC), Universidad de Costa Rica.

\*\* Infosistemas de Costa Rica.

Los tsunamis se pueden definir como oscilaciones del agua del mar o del océano generadas por grandes y abruptas perturbaciones del fondo marino (oceánico) o de la superficie, tales como desplazamientos en fallas (lo que a su vez genera un temblor), erupciones volcánicas submarinas o cercanas a la costa, deslizamientos de tierra submarinos o cercanos a la costa e impacto de meteoritos. El término tsunami es japonés y proviene de las raíces TSU (Puerto) y NAMI (Ola), lo que en conjunto significa *ola de puerto*; los japoneses utilizaron el término para referirse a las grandes olas que impactaban sus puertos después de la ocurrencia de grandes temblores. El sinónimo en español es *maremoto*, aunque el término no es adecuado porque da la idea de que el mar interviene en su génesis. Las tres etapas de un tsunami son: generación, propagación e inundación.

## Generación

Es el proceso mediante el cual una columna de agua del mar o del océano sufre alteraciones debido a procesos geológicos del fondo (movimiento de fallas, deslizamientos, erupciones volcánicas) o a la caída de meteoritos, y pierde tanto su forma como su equilibrio, lo que origina ondas de agua similares a las que se observan cuando un objeto se lanza a un estanque de agua. El repentino desplazamiento de una gran falla bajo el piso oceánico mueve el agua como si estuviera siendo empujada por un enorme remo, y produce grandes ondas de agua en la superficie del océano llamadas tsunamis.

## Propagación

Estas ondas de agua se dispersan desde la vecindad de la fuente y se mueven a través del océano hasta alcanzar la línea de costa. En aguas profundas alcanzan velocidades que pueden sobrepasar los 700 km/h, pero aun así no son peligrosas porque en tales condiciones su altura es apenas de pocos metros y la longitud de sus ondas superior a 750 km; la pendiente que crean en la superficie del agua es tan pequeña que apenas pueden ser percibidas por personas que se encuentren en un barco. A medida que la onda de agua se aproxima a la costa produce un gran

ruido, y pierde velocidad debido a las irregularidades de fondo. Al disminuir la profundidad del agua, las ondas pierden aun más velocidad, por lo que las postreras alcanzan a las primeras, se sobreponen y aumentan con ello la altura de las que finalmente llegan a la costa.

## Inundación

Si la fuente es cercana, estas ondas pueden cubrir por completo una comunidad costera minutos después de su origen y causar pérdidas de vidas, destrucción de la estructura e infraestructura y severa erosión de la línea de costa. La gente es arrastrada junto a otros materiales en las corrientes inducidas por el tsunami a velocidades superiores a los 60 km/h, lo que provoca la muerte debido a múltiples lesiones. En las horas posteriores al impacto del tsunami, los sobrevivientes pueden sufrir por causa de la exposición al medio, ya que las heridas no tratadas pueden favorecer la gangrena y por ende, la muerte.

Las olas se devuelven con una fuerza similar a la que traían al llegar, arrastrando árboles, estructuras y personas al océano. Grandes corrientes arrastran edificios, vehículos, embarcaciones y materiales pesados a las áreas costeras, transformándolos en proyectiles que arrasan todo a su paso; es por esto que muchos no mueren ahogados sino por los golpes recibidos. Puede producirse un período de seductora calma entre ondas sucesivas, que invita a los confiados a retornar a la costa ignorando el peligro de la próxima onda.

La amenaza por tsunamis en América Central se subestimó hasta marzo de 1992, cuando un tsunami de casi 10 metros de altura llegó a las costas nicaragüenses anegando grandes sectores de la misma y matando a 170 personas. Tal tsunami fue precedido por un temblor lento, levemente percibido por la población, la cual no se dio cuenta del peligro y fue sorprendida por el destructivo evento. A partir de entonces se iniciaron los estudios sobre tal amenaza en la región, y se descubrió que, desde 1539 hasta el presente, 49 tsunamis han afectado las costas centroamericanas y han cobrado cerca de 500 vidas. Las fuentes locales producen los tsunamis, aunque no exclusivamente; algunos temblores de Alaska y Colombia también han generado tsunamis que

han llegado hasta las costas centroamericanas e incluso han producido muertes. Siendo real esta amenaza para la región, se pretende establecer un sistema de alerta contra tsunamis. Pero para establecer un sistema de alerta se requiere primero identificar las zonas en riesgo y educar a la población ante la amenaza. Por lo tanto, deben llevarse a cabo simulaciones que permitan elaborar mapas de inundación, y luego recorrer las costas para impartir charlas a los residentes costeros sobre el fenómeno natural, con el propósito de hacerlos tomar conciencia de que tal amenaza podría afectarlos algún día. Sabiendo que la Villa Golfo Dulce, Costa Rica, fue destruida por un tsunami en 1854, se hace imperativo estudiar con mayor precisión la vulnerabilidad de las localidades costeras costarricenses ante tales eventos a fin de reducir los efectos de un futuro desastre.

En este trabajo se presentan algunos resultados sobre cálculos de inundación por potenciales tsunamis y las acciones que se están llevando a cabo para proteger a la población de los efectos de tsunamis futuros.

### Ambiente tectónico y su potencial tsunamigénico

Hace aproximadamente 80 millones de años no existía América Central, solamente

América del Norte y América del Sur, y entre ellas, agua. Por ese entonces, una placa tectónica llamada Farallón se fragmentó para producir las actuales placas del Coco y Caribe. Esta última abarca Mesoamérica, Jamaica, República Dominicana, Haití, Puerto Rico y las Antillas Menores (Fig. 1). La placa del Coco empezó a introducirse por debajo de la placa Caribe, lo que provocó la fusión de las rocas en la zona de contacto. Esta roca fundida ascendió por fracturas y llegó a la superficie produciendo volcanes submarinos que crecieron hasta rebasar la superficie del agua y formar islas volcánicas. Dichas islas crecieron también y provocaron el ensanchamiento del Istmo Centroamericano con la ayuda del efecto de palanca que ejerce la placa del Coco al penetrar bajo la placa Caribe. Desde entonces, el principal rasgo tectónico de América Central lo constituye la zona de subducción Cocos-Caribe, cuyo inicio espacial es una depresión ubicada frente a la costa del Pacífico de América Central, conocida como Fosa Mesoamericana, que se extiende desde el sur de México hasta el sur de Panamá.

Otro rasgo tectónico importante en la región es un sistema de fallas ubicado cerca de la frontera Guatemala-Honduras, que se prolonga por el Caribe hasta el sur de Puerto Rico con el nombre de Falla Swan. Este sistema es el límite

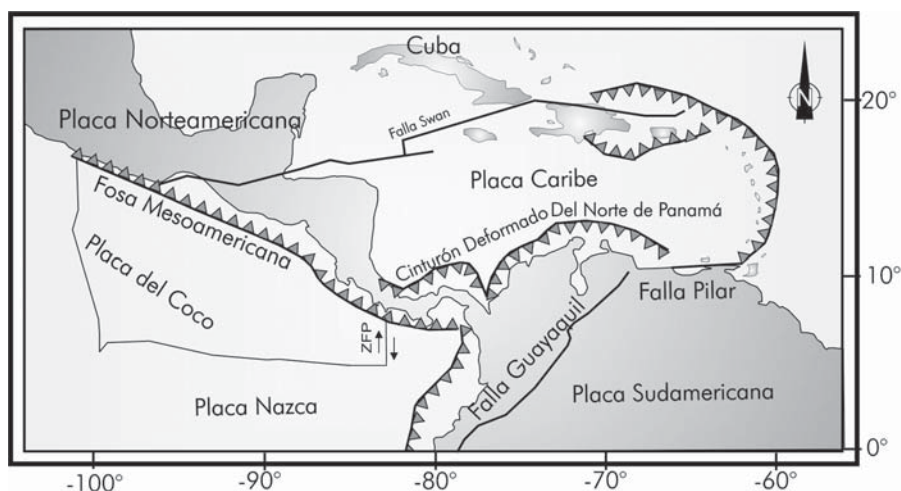


Fig. 1. Marco Tectónico. La placa Caribe está rodeada por otras cuatro placas, a saber: la placa Norteamericana, la placa Sudamericana, la placa Nazca y la placa del Coco. Esta última se introduce por debajo de la placa Caribe. ZFP: Zona de Fractura de Panamá.

entre las placas Caribe y Norteamericana. Una de las fallas más importantes de este sistema se llama Motagua, responsable del terremoto de Guatemala de 1976 que dejó un saldo de 23.870 muertos.

En el Pacífico, al sur de la frontera entre Costa Rica y Panamá, existe otro límite tectónico conocido como Zona de Fractura de Panamá (ZFP), a lo largo del cual interactúan las placas del Coco y Nazca. Se trata de varias fallas de rumbo sur-norte cuyos bloques se mueven horizontalmente.

Al norte de la costa del Caribe de Costa Rica y Panamá se ha desarrollado un relieve submarino paralelo a la costa. Esta estructura es conocida como Cinturón Deformado del Norte de Panamá. Se le considera un ambiente compresivo en donde la placa Caribe parece introducirse bajo ella misma, formando una incipiente zona de subducción.

En todos estos ambientes tectónicos ocurren temblores submarinos, y los temblores submarinos son la principal causa de tsunamis en el mundo. Por tanto, hay potencial tsunamigénico en todos ellos. La evidencia histórica confirma que en la mayoría de estos ambientes han ocurrido tsunamis destructivos.

### Las costas costarricenses

Costa Rica tiene costas tanto el Pacífico como en el Caribe. La costa del Pacífico es geométrica y topográficamente muy irregular. Largos segmentos de esta costa son tierras altas seguras y menos vulnerables al impacto de los tsunamis. Sin embargo, áreas planas como la llanura de Parrita, donde hay importantes centros de población como Quepos y Esterillos (Cantón Aguirre), (Fig. 2) son más vulnerables y por ende presentan un mayor peligro y riesgo de tsunamis. Otras comunidades muy pobladas de esta costa son Jacó y Puntarenas. Jacó es una playa de 3 km de largo con más de 5000 habitantes, y Puntarenas es una barra de arena que alberga al puerto de Puntarenas, una ciudad de 36 000 habitantes, cabecera de provincia y centro funcional importante en la costa del Pacífico de Costa Rica.

La costa del Caribe es más corta, rectilínea y plana que la del Pacífico. Estas características

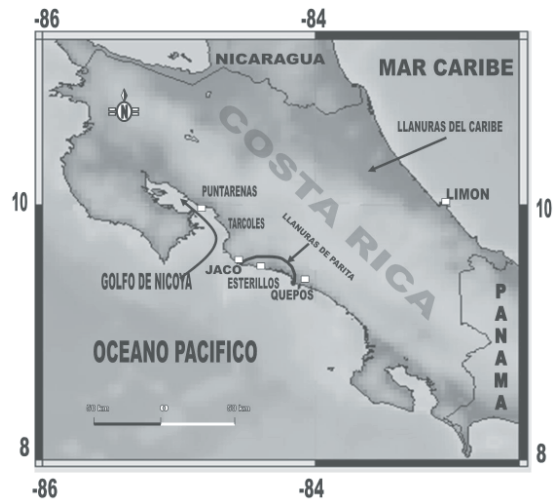


Fig. 2. Mapa de relieve que muestra la topografía del territorio costarricense. Los tonos de gris indican las diferencias topográficas. En gris claro se indican las tierras altas mientras que las áreas sombreadas de gris oscuro corresponden a las llanuras costeras. La región del Caribe es una gran llanura aluvial que ofrece muy poca protección ante los tsunamis. Por el contrario, la costa del Pacífico está limitada por montañas que brindan mayor seguridad a los residentes costeros y turistas.

resultan de las grandes (con respecto a las del Pacífico) llanuras que ocupan el Caribe de Costa Rica. Limón, una ciudad de 56719 habitantes (año 2000) y el principal puerto del Caribe, se encuentra en el centro de la costa.

El Pacífico presenta un mayor potencial tsunamigénico que el Caribe, aunque las fuentes sísmicas del Caribe son muy efectivas para generar tsunamis. Fernández et al. (2000) aseguran que todos los temblores del Caribe de magnitud igual o mayor a 7,0 de los últimos 100 años generaron tsunamis. Un total de 15 tsunamis han llegado a las costas costarricenses desde 1539 hasta el presente: 10 al Pacífico y cinco al Caribe (Fernández y Rojas, 2000). El más destructivo fue el que afectó la Villa Golfo Dulce en 1854; se desconoce la cantidad de muertos y afectados que hubo. El más reciente de los tsunamis originados en territorio costarricense presentó olas que alcanzaron los 3 metros y fue causado por el terremoto que afectó a Limón en 1991.

Un tsunami originado en la costa del Pacífico de Colombia en 1906 llegó a bahía

Potrero, Guanacaste, y causó daños a pequeñas embarcaciones. Igualmente, el que se generó durante el terremoto de Chile de 1960 también llegó a territorio costarricense, puesto que puso en movimiento toda el agua de la cuenca del Pacífico (un tsunami mueve toda la columna de agua, desde la superficie hasta el fondo). Se debe prestar atención a estos tsunamis porque en 1957, uno de ellos originado en las Islas Aleutianas, Alaska, llegó a América Central y causó muertes en Acajutla, El Salvador.

### **Vulnerabilidad de una barra de arena: Puntarenas**

Las barras de arena son áreas que se inundan fácilmente con los tsunamis, ya que son angostas y muy planas, y ofrecen pocas posibilidades de escape a los que habitan en ellas. La barra de arena Sissano entre el mar de Bismark y la laguna Sissano, en Nueva Guinea, fue completamente arrasada por un tsunami en 1998, el

cual dejó estelas de destrucción y muerte. Algunos árboles quedaron en pie, aunque no ninguna casa, quizá porque la construcción típica de esas regiones son débiles chozas de madera.

Puntarenas es una barra de arena cercana a importantes fuentes sísmicas, por lo que es importante evaluar su grado de exposición a tsunamis. Recordemos que el 25 de marzo de 1990, a las 7:22 a. m., la zona del golfo de Nicoya fue impactada por el terremoto de Cóbano, un evento de 7,0 grados de magnitud y 24 km de profundidad que se ubicó 19 km al sureste de Cóbano, frente a la Península de Nicoya. La perturbación provocó un pequeño tsunami que fue registrado en Quepos (Gutiérrez y Lizano, 1991). Este temblor pudo haber sido originado por la falla Barranca (Fig. 3), que se extiende por el golfo de Nicoya hasta penetrar en el continente al norte de la desembocadura del río Barranca. La traza de tal falla se ubica muy cerca de la localidad de Barranca. Este rasgo geológico es un excelente ejemplo de vulnerabilidad ante



Figura 3. Falla Barranca. Esta es una importante falla que atraviesa el Golfo de Nicoya y se interna en el continente pasando por la localidad de Barranca. Es visible bajo el puente sobre el río Barranca en la Carretera Interamericana. Esta falla pudo haber sido la responsable del terremoto de Cóbano.

fallas; como se puede ver en la figura 3, dicha estructura atraviesa la comunidad de Barranca casi por su centro. También amenaza al puente sobre la carretera Interamericana, ya que pasa justo debajo de este provocando un desnivel visible en el lecho del río.

Suponiendo que este evento hubiese sido generado por una falla (Barranca) que atraviesa el golfo de Nicoya en el área epicentral del terremoto indicado, Ortiz et al. (2001) simularon el tsunami asociado al terremoto de Cóbano, y encontraron que alcanzó hasta 1 metro de altura en la costa occidental de la Península y en el bajo de Punta Judas (Fig. 4), mientras que en Puntarenas alcanzó escasos 25 cm (Figs 4 y 5). Es evidente que este tsunami tiene menor potencial de inundación en Puntarenas debido al mecanismo focal oblicuo del sismo y a la orientación de la ruptura. La direccionalidad del tsunami (mayor flujo de energía en la dirección perpendicular a la ruptura; Ortiz et al., 2000) atenúa la altura del tsunami en Puntarenas. Mediante modelos

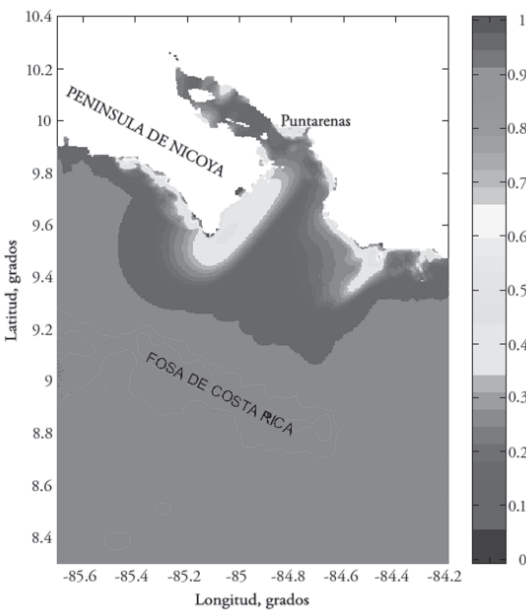


Figura 4. Tsunami potencial generado por un sismo (Mw 7.4) de falla oblicua. La escala de color indica la altura del tsunami (metros). La fosa de Costa Rica se indica con las isóbatas (líneas de igual profundidad) de 3000 m y 3500 m. Para la generación de este tsunami se consideró un sismo similar al de Cóbano, provocado por la falla Barranca. Adaptada de Ortiz et al., 2001.

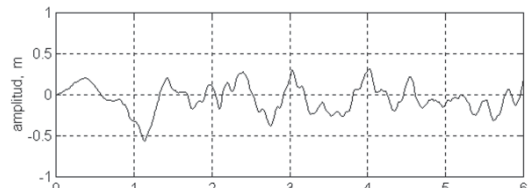


Figura 5. Mareograma sintético (producido por computadora) estimado frente a Puntarenas de un tsunami potencial generado por un sismo (Mw 7.4) de falla oblicua. El origen del tiempo está referido al tiempo de origen del sismo. Nótese que el primer máximo se produce 25 minutos después del temblor con altura menor a 30 cm. Tomada de Ortiz et al. 2001.

numéricos, los mismos autores encontraron que los temblores de subducción podrían generar ondas que llegarían a Puntarenas hasta con 3.5 metros de altura. La probabilidad de que un tsunami ocurriese en marea alta o en marea baja marcaría una diferencia significativa en el patrón de inundación. Según las estimaciones, en el peor de los casos (en marea alta), una onda de agua de 3.5 metros podría inundar la mayor parte de la barra de arena, pero a menos de un metro, lo cual no deja de preocupar pero permite la evacuación vertical en estructuras firmes de más de un metro de altura.

Gutiérrez y Lizano (1991) indican que, según testigos presenciales, en Puntarenas hubo olas de hasta un metro asociadas al tsunami provocado por el terremoto de Cóbano. Además, indican que el tsunami llegó en marea baja. Detectar un tsunami pequeño es difícil, y más aún en marea baja, pues el cambio observado fácilmente se confunde con las fluctuaciones normales del nivel del agua. El resultado de Ortiz et al. (2001) es de tan solo 25 cm en Puntarenas, lo cual concuerda con el patrón de propagación de la energía del tsunami, que es mayor en dirección perpendicular a la falla y menor en dirección paralela a esta. Desde este punto de vista, los resultados encontrados por Ortiz et al. (2001) son consistentes: 1 m hacia Punta Judas y la península de Nicoya, pero menos de un cuarto de esa altura en Puntarenas. Sin embargo, de ser cierto el dato de olas de 1 m en Puntarenas y 1 cm en Quepos por el tsunami del terremoto de Cóbano, entonces la fuente de dicho terremoto no sería una falla paralela al golfo, sino que debería ser una fuente de orientación perpendicular a él, y en ese caso,

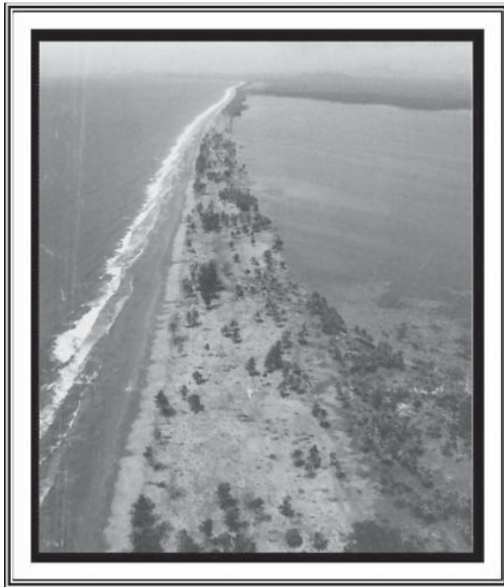
el mejor candidato sería el proceso de subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe. Eso sí, la poca altura detectada en Quepos no parece coincidir con los resultados encontrados por Ortiz et al. (2001) para un tsunami generado por subducción, ya que, según sus cálculos, la ola tendría cerca de tres metros en Parrita, muy cerca de Quepos. Por el contrario, la altura de 1 centímetro registrada por el mareógrafo de Quepos correspondiente al tsunami del terremoto de Cóbano parece coincidir con el dato indicado en la figura 4. Además, la alta sismicidad en el centro del país, empezando en Puriscal y siguiendo en el Valle Central, que sucedió al terremoto de Cubano, parece indicar que el movimiento horizontal de un bloque cortical comprimió la parte central de Costa Rica, y esto es más plausible si el evento de Cóbano hubiese ocurrido en una falla de desplazamiento horizontal, como es Barranca. Hoy en día permanece todavía la duda sobre el origen de tal terremoto; hay quienes

creen que sucedió por callamiento, mientras que otros opinan que se debió al proceso de subducción. Lo importante es que temblores como el de Cóbano son capaces de generar tsunamis; el de 1990 fue pequeño, pero se desconoce si en un futuro cercano podrá haber uno de mayor poder destructivo en una zona donde el crecimiento urbano avanza en varias direcciones.

### Lecciones, Prevención y Capacitación Comunitaria

En 1998, un destructivo tsunami atacó a Nueva Guinea, Pacífico Sur, matando a más de 2200 personas. Tal evento no dejó una sola casa en pie en el área de la barra de arena Sissano (Figura 6), la cual posee una geomorfología muy parecida a la de Puntarenas, que es también una barra de arena. El tsunami prácticamente destruyó todo a su paso por las localidades de Sissano, Arop y Warapu, ubicadas en la barra, y

Nueva Guinea  
1998



Vanuatu  
1999

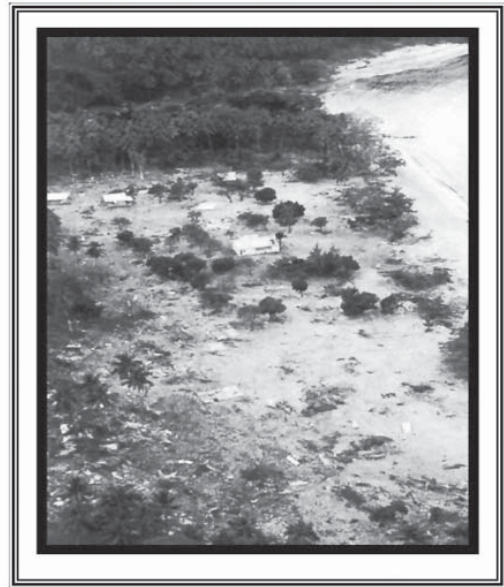


Figura 6. Dos áreas muy afectadas por un tsunami pero con una gran diferencia en el número de muertos. La educación marcó la diferencia. A la izquierda, la barra de arena de Sissano (tomada de González, 1999), y a la derecha, una localidad de la isla Vanuatu (tomada de Caminade et al. 2000).

solamente algunos árboles resistieron el embate de las ondas.

Menos de un año después ocurrió otro tsunami en las Islas Vanuatu, relativamente cerca de Nueva Guinea, que prácticamente arrasó con todo lo que encontró a su paso en la localidad Baie Martelli. Pero, pese al poder destructivo de este evento, murieron solamente 5 personas a raíz de este. ¿Por qué tanta diferencia en el número de muertes entre el tsunami de Nueva Guinea y el de Vanuatu, si el nivel de destrucción fue grande en ambos? La educación y una fiesta explican la diferencia. Unos meses antes del Tsunami de Vanuatu, los vecinos de tal isla habían visto un video sobre el tsunami de Nueva Guinea, y en él aprendieron que si sentían un fuerte temblor en una zona costera, debían observar el nivel del mar, y si notaban cambios bruscos, debían ir hacia las zonas altas o alejarse de la costa. Se había casado una pareja y estaban aún en la fiesta, de noche, cuando sintieron el temblor; inmediatamente ordenaron a una persona ir a ver el nivel del mar. La persona fue y observó que el mar se había retirado. Regresó de prisa donde estaba el resto de la gente y les comunicó el cambio observado. Acto seguido todos huyeron hacia las partes altas y salvaron sus vidas. Las cinco personas que perecieron fueron un borracho, personas de muy avanzada edad con poca capacidad de movimiento, y algunos que regresaron para tratar de salvar pertenencias materiales. Probablemente, en Baie Martelli vivía menos gente que en Sissano, Arop y Warapu, eso sí, más de cinco con toda certeza. Sin embargo, las características demográficas no es lo relevante aquí, sino el hecho de que con educación es posible reducir los efectos de la manifestación de las amenazas de cualquier índole.

Más recientemente, el tsunami de Indonesia del 26 de diciembre de 2004 demostró que, en áreas propensas a temblores, pueden ocurrir tsunamis de efectos inimaginables, y que prácticamente toda la población del mundo es vulnerable al impacto de tal fenómeno, no solamente los residentes costeros como se pensaba anteriormente. Este evento puso en evidencia la urgente necesidad de prepararnos para enfrentar esta amenaza correctamente y así minimizar el riesgo. Hoy en día se acepta por consenso que

la única forma de proteger a la población de un tsunami local es la educación.

Es por lo anterior que los científicos deben identificar la vulnerabilidad de las comunidades costeras ante los tsunamis y preparar a la población para que responda adecuadamente en caso de una emergencia. Para lograr esto, el científico debe estudiar la posibilidad de que las costas puedan ser invadidas por destructivas ondas de agua. También debe recorrer las costas explicando y dando a conocer el fenómeno, eliminando mitos, revelando realidades y evacuando todas las dudas existentes. De manera que se necesitan acciones muy prácticas y concretas para capacitar a la población, a fin de que responda para salvar su vida y para atender las alertas que emanan de los grupos científicos.

Llevar la información científica sobre el fenómeno a la población estudiantil y a la ciudadanía en las zonas costeras es el inicio del Sistema de Alarma Temprana. Esta capacitación ciudadana debe efectuarse en coordinación con las Comisiones de Emergencia de cada país y los grupos organizados, tales como grupos de voluntarios, organizaciones comunales, gobiernos locales y comités locales de emergencia, y estos, a su vez, promoverán los talleres, seminarios, charlas y cualquier otra iniciativa para información general de la población.

Sabiendo que Costa Rica ha sido afectada por tsunamis, se implementó inicialmente un plan piloto en el cantón de Garabito, en la costa del Pacífico de Costa Rica, para obtener una muestra de la información y prevención que la población posee ante un eventual tsunami. Los resultados obtenidos fueron verdaderamente preocupantes ya que, aunque algunas personas tienen algunos conocimientos sobre éste fenómeno, no existe una implementación de acciones para enfrentar el fenómeno. Así que, bajo la modalidad de charlas informativas, se inicia el **PLAN DE CAPACITACION CIUDADANA** en el tema de Tsunamis. La idea inicial era poder brindar información a los residentes costeros para que estuvieran preparados ante una situación similar a la ocurrida recientemente en Asia. Hasta el momento, la principal actividad de este plan ha sido impartir charlas en las comunidades costeras. Se empezó en Sámara a principios del 2005,



luego se pasó a Quebrada Ganado de Garabito y luego la actividad se centró en dicho cantón debido a la excelente respuesta del Gobierno local para desarrollar la capacitación. Posteriormente surgieron contactos con el Ministerio de Educación Pública, y gracias a ello se hizo una presentación a los asesores de Ciencias sobre los tsunamis y su vínculo con los programas de Ciencias de Primaria y Secundaria del país. Esto condujo a elaborar un primer folleto con información básica del fenómeno que será distribuido a todas las escuelas de Costa Rica. La idea es que la capacitación ciudadana en tsunamis pueda llegar a todos los estudiantes de primaria y secundaria del país.

Como parte de las actividades de este plan, se llevó a cabo el primer taller de capacitación comunitaria en tsunamis en el hotel Los Sueños Marriott, Herradura, en el que participaron más de 30 personas, parte de la comunidad y parte de la Industria Hotelera. Quienes recibieron tal capacitación están en condición de difundir el conocimiento sobre los tsunamis por todo el cantón de Garabito. Durante ese taller se instalaron los primeros rótulos de prevención y alerta contra tsunamis en las playas de América Central. Se espera que esta iniciativa permita divulgar información sencilla y básica sobre tsunamis en todas las escuelas y colegios del país.

La tarea no será fácil porque habrá que luchar contra el escepticismo de las personas que se aferran a negar que algo como lo de Indonesia les pueda pasar a ellos y contra los intereses económicos que podrían ver en la educación comunitaria a un enemigo. Cuando en las playas de Puerto Rico se instalaron los primeros rótulos educativos sobre tsunamis hubo críticas a los esfuerzos que solo fueron apaciguadas por el aterrador tsunami de Indonesia del 26 de diciembre de 2004 (Mercado, comunicación personal 2005).

## Conclusiones

La amenaza por tsunamis en Costa Rica es real para las dos costas. Ambas han sido afectadas por tsunamis, aunque de lo que se conoce, la mayoría pequeños. El más reciente de los tsunamis costarricenses ocurrió en la costa

Caribe producto del terremoto de Limón de 1991. Pero el más impactante destruyó la Villa Golfo Dulce en 1854. El Pacífico tiene mayor potencial tsunamigénico que el Caribe debido a la zona de subducción de las placas del Coco y Caribe y a que constituye el ambiente tectónico más activo de Costa Rica y América Central.

Las fallas trascurrentes (de desplazamiento horizontal) del golfo de Nicoya parecen tener poco potencial para generar tsunamis importantes que afecten a Puntarenas y a las otras comunidades costeras ubicadas dentro del golfo de Nicoya. Presentan un mayor potencial los tumbros de subducción que podrían generar ondas de alturas superiores a los tres metros.

Por la amenaza de tsunamis en Costa Rica, la Universidad de Costa Rica ya inició un programa de capacitación comunitaria para que la población conozca el fenómeno y aprenda a enfrentarlo correctamente. Este se ha iniciado en Garabito debido a su fácil acceso, pero ya se está extendiendo a todo el país. Se espera llevar el conocimiento de los tsunamis a todas las escuelas y colegios del país, para lo cual ya se están estableciendo los vínculos necesarios con el Ministerio de Educación Pública.

## Referencias

- Caminade, P., D. Charlie, U. Kanoglu, S. Koshimura, H. Matsutomi, A. Moore, Ch. Ruscher y C. Synolakis, T. Takahashi, 2000. Vanuatu Earthquake and Tsunami Cause Much Damage, Few Casualties. *Eos Trans. AGU*, 81 (52), 641-646.
- Fernández, M., E. Molina, J. Havskov y K. Atakan, 2000. Tsunamis and Tsunami Hazards in Central America. *Natural Hazards*, 22 (2), 91-116.
- Fernández, M. y W. Rojas. 2000. Amenaza sísmica y por tsunamis, en: Denyer, P., Kusmaul, S.(Eds), *Geología de Costa*. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- González, F. 1999. Tsunami. *Scientific American*, 280 (5), 56-65.

- Gutiérrez., A. y O. Lizano. 1991. Análisis de los registros de nivel del mar correspondientes al terremoto de Cóbano del 25-3-90. Revista Geofísica, N 35, 182-196
- Mercado, A., 2005, Críticas a instalación de rótulos educativos sobre tsunamis en Puerto Rico. Comunicación personal.
- Ortiz, M., M. Fernández, W. Rojas. 2001. Análisis de riesgo de inundación por tsunamis en Puntarenas, Costa Rica. GEOS, 21 (2), 108-113.
- Ortiz M., E. Gómez-Reyes, y H. Vélez-Muños, 2000. A Fast Preliminary Estimation Model for Transoceanic Tsunami Propagation. Geof. Int., 39 (3), 1-14.