

GRANDES OLAS EN PUERTOS



TSUNAMI

En diciembre de 2004, intempestiva y trágicamente llegó a la conciencia de millones de personas, con imágenes nunca antes vistas, un tsunami enorme que se formó frente a la costa de Sumatra y causó cientos de miles de víctimas en Indonesia y muchos miles más en costas alejadas (Tailandia, India, Sri Lanka, Somalia, Yemen). Había pasado ya mucho tiempo desde el gran terremoto y tsunami de Chile de mayo de 1960, que causó víctimas en regiones tan alejadas como Hawaii y Japón. Muy pocos, si acaso, imaginaban la posibilidad de semejante mega-tsunami en el océano Índico.

El nombre tsunami, *gran ola en el puerto*, que hoy es de uso internacional, nació en el Japón, uno de los países con mayor frecuencia de ocurrencia.

El tsunami es una serie de olas que se pueden observar en pequeño: al arrojar una piedra al agua tranquila se forman olas que avanzan en todas las direcciones. En el océano se forman por el desplazamiento rápido de un volumen de agua impulsado por una súbita fractura de la corteza terrestre generada por un terremoto bajo el mar (Figura 3.9), un deslizamiento o erupción volcánica submarina, un desprendimiento gigante de hielo, o el impacto de un asteroide.

La inmensa mayoría de tsunami ocurre por grandes fracturas sísmicas submarinas y casi todos ellos ocurren en las zonas de choque o subducción de placas. La más larga del globo, de más de 6 mil kilómetros, es la que recorre la costa occidental de Suramérica, desde el sur de Chile, a 47° de latitud Sur, hasta el norte de Colombia, a 7° de latitud Norte. Las zonas de subducción tienen la capacidad de generar los terremotos de mayor magnitud en el mundo y poseen dos condiciones que hacen que los tsunami sean tan grandes: la fractura rompe la superficie del fondo marino y es, predominantemente, vertical. Ello hace que el fondo del mar al levantarse empuje grandes volúmenes de agua.

Estas condiciones destacan al océano Pacífico como la región con la mayor ocurrencia de tsunami generados por sismo: la mayor parte de esta cuenca oceánica está bordeada por zonas de subducción y se conoce popularmente como el Cinturón de Fuego del Pacífico.

Una vez generado un tsunami (2 en Figura 3.9), la fuerza de la gravedad contribuye para que se formen olas (3, ídem), que se propagan en todas las direcciones, con poca reducción de energía por la baja atenuación del material. La variable que determina la propagación de estas olas es la profundidad del océano: a mayor profundidad mayor velocidad y mayor longitud de onda (4, ídem). En el océano abierto, con profundidades medias del orden de 5 mil metros, las olas son imperceptibles (¡pero sí medibles!); cuando se acercan a las costas la velocidad disminuye y por el principio de conservación de la energía la altura de las olas aumenta.

“Ola de visita” es la expresión utilizada por las poblaciones del Pacífico colombiano para denominar los tsunami.

Un tsunami que en el océano abierto tiene unos pocos centímetros de altura puede llegar a la costa con olas de varios metros.

Figura 3.9. Proceso de generación de un tsunami



Fuente: Elaboración propia.

¹ Longitud de onda: distancia entre dos olas seguidas. ² Profundidad del mar. ³ Velocidad del tsunami

AMENAZA TSUNAMIGÉNICA

Los tsunamis son considerados, en general, como una catástrofe de baja probabilidad y alto impacto. La gran mayoría de desastres por tsunami ocurren por terremotos cercanos a la costa; ocasionalmente tsunamis causados por terremotos muy grandes pueden producir desastres a distancias transoceánicas, como ocurrió cinco veces en el siglo XX en el Pacífico (ETDB/PAC, 2002).

La amenaza por tsunami es la probabilidad de que una o varias olas lleguen a la costa con una altura definida y con determinado periodo de ocurrencia, de tal manera que puedan causar destrozos por impacto, inundación y erosión. Debido a que la principal causa de tsunami en la subregión son los terremotos, en principio sólo los mayores y menos frecuentes (normalmente con magnitudes superiores a 7,5) causan tsunamis.

Toda la costa pacífica de Colombia, Ecuador y Perú está bajo amenaza por olas de tsunami; la costa caribe, aunque no está exenta de esta amenaza, la sufre mucho menos ya que esta región no tiene la capacidad de generar terremotos en el fondo del mar tan grandes como los que se pueden generar en el Cinturón de Fuego en Suramérica.

En la Figura 3.10 se distinguen tres niveles de amenaza: Muy alto, para la zona de subducción desde el norte de Chile y toda la costa del Perú hasta el sur del Golfo de Guayaquil en Ecuador; alto, para la zona de subducción entre Ecuador y Colombia; y bajo, para el litoral del Caribe.

Varias características, entre las cuales destaca la mayor velocidad de las ondas sísmicas en comparación con la de las olas, hacen que los tsunamis sean el fenómeno potencialmente catastrófico de origen geológico más predecible en el corto plazo.

El terremoto de Chile de 1960 sigue siendo el de mayor magnitud (9,5) y tsunami, por encima del de Indonesia en 2004, desde que se inició el registro instrumental a fines del siglo XIX.

Figura 3.10. Potencial de generación de un tsunami



Fuente: Elaboración propia a partir de UNEP (2009) y Global Tsunami Database (Tsunami Laboratory, Novosibirsk, Russia).

EXPOSICIÓN A TSUNAMI

Los tsunamis pueden causar daño y pérdidas de vidas, bienes y recursos ambientales por impacto, inundación, erosión, arrastre e inmersión. Las alturas de ola se incrementan en bahías con entrada ancha mientras que islotes, barras de arena y vegetación (manglares) significan protección, al menos parcial. Para el análisis de la población, bienes e infraestructura expuestos sobre la costa pacífica se realizó un inventario de los principales puertos y ciudades (Mapa 27).

POBLACIÓN

Perú tiene 2 414 kilómetros de costa a lo largo de los cuales se destacan por lo menos 68 ciudades-puerto de 2 mil a 330 mil habitantes. Después de Lima-Callao las de mayor población son Chimbote, Ica y Paita con 328 mil, 290 mil y 120 mil habitantes, respectivamente.

Sobre sus 640 kilómetros de costa Ecuador tiene nueve ciudades-puerto importantes, entre las cuales destacan Guayaquil con 2,2 millones de habitantes y Machala, Manta y Esmeraldas con entre 100 mil y 500 mil habitantes.

La costa pacífica colombiana, de 1 300 kilómetros de longitud, está cubierta por selvas muy lluviosas y tiene una población comparativamente baja y dispersa. Sin embargo, se destacan dos concentraciones urbanas: Buenaventura (500 mil habitantes) y Tumaco (170 mil habitantes). En esta última, 30 mil personas habitan terrenos ganados al mar.

No toda la población de los puertos mencionados se encuentra en las zonas de inundabilidad por tsunami; el porcentaje varía de un puerto a otro y depende de su topografía y la altura de ola. Habría efectos sobre toda la población en la medida que se afecte la infraestructura productiva como instalaciones portuarias, de hidrocarburos, de comercio, pesca, la industria camaronera y el sector turismo.

PUERTOS E INFRAESTRUCTURA DE HIDROCARBUROS

En la costa peruana se ubican tres refinerías (Talara, La Pampilla, Conchán), en los puertos de Talara y Lima-Callao. Además, al puerto de Bayóvar llega el oleoducto de las zonas de explotación en el departamento de Loreto (norte de la selva amazónica).

En la costa ecuatoriana se ubican dos de sus cuatro refinerías (Esmeraldas y Libertad); además, los puertos de Manta y Libertad, adonde llega el poliducto, y el puerto de Esmeraldas, al cual llega el oleoducto transandino, por donde se exporta el petróleo ecuatoriano y se inicia el poliducto.

Al puerto de Tumaco en Colombia llega el oleoducto que trae petróleo y productos refinados de Orito (Putumayo). También hay un puerto de petróleo en Buenaventura.

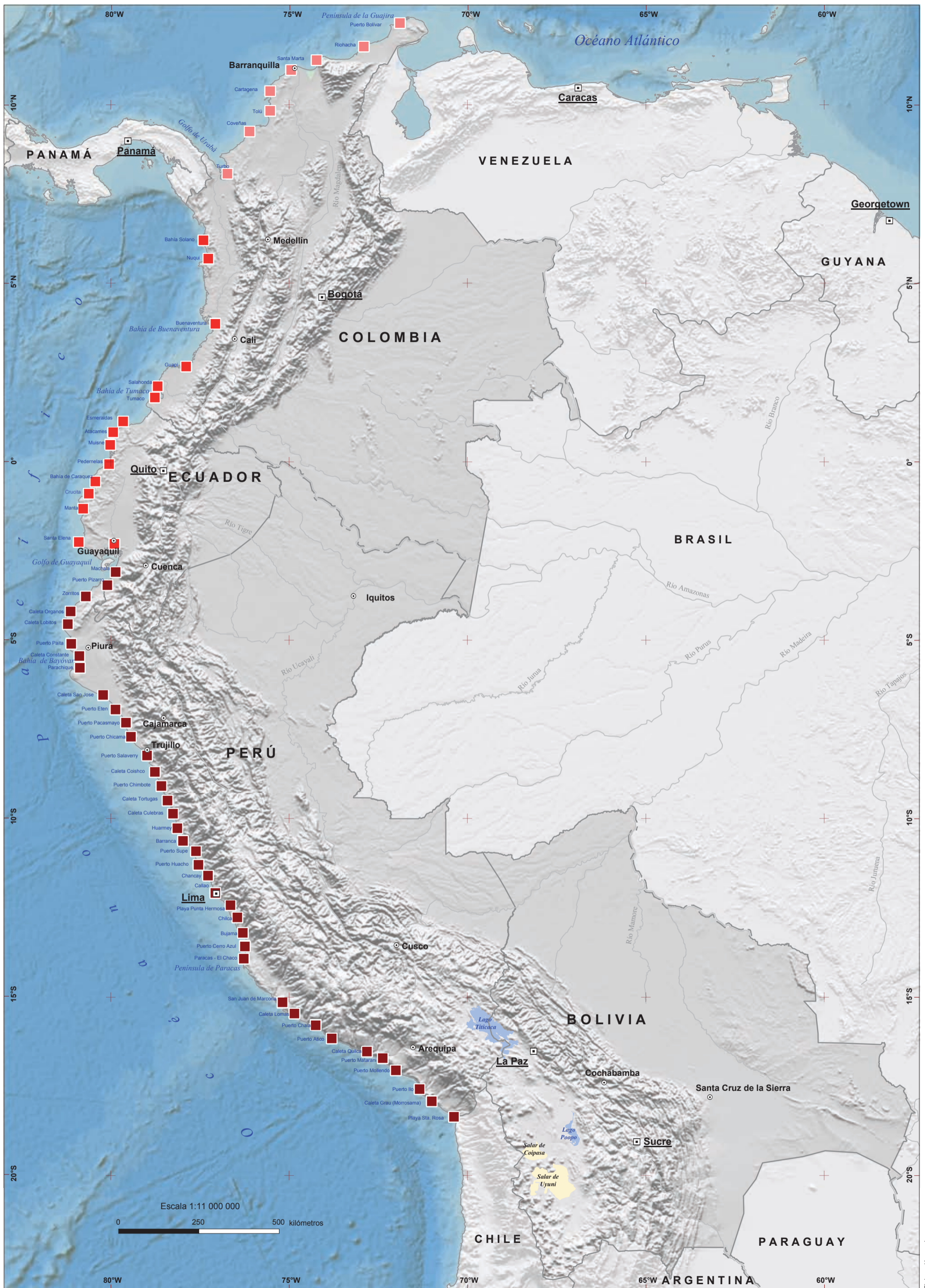
RECURSOS AMBIENTALES

El tsunami de 2004 en Asia demostró que los recursos ambientales están expuestos a los grandes tsunamis (UNEP, 2005). Las vibraciones sísmicas, la subsidencia (hundimiento) de los suelos, el impacto de las olas y la salinidad del agua del mar pueden destruir la vegetación y hacer estériles los terrenos. Pero, por otro lado, existen evidencias del potencial protector de la vegetación (bosques), por ejemplo en las costas de la India (2004), o en Colombia, donde la vegetación costera ha ayudado a configurar y preservar rasgos geomorfológicos.

Todos los puertos, poblados e infraestructura vital a lo largo de la costa del Pacífico están expuestos a tsunami.

San Juan de la Costa (Nariño, Colombia) fue arrasada dos veces por los tsunamis de 1906 y de 1979, porque estaba asentada donde antes había vegetación de manglar y playa.

27. Puertos y ciudades expuestos a tsunami



Nivel de exposición

- Muy alto
- Alto
- Bajo
- Capital
- Ciudades principales

Cerca de 86 poblaciones y puertos cuentan con mapas de inundabilidad por olas de tsunami. En el mapa de esta página se representan 36 de las principales poblaciones con muy alto nivel de exposición en Perú y 2 en Ecuador; en exposición alta se encuentran 15 en Ecuador y Colombia.

PÉRDIDAS HISTÓRICAS

Todos los países de la costa pacífica de Suramérica han sufrido desastres por tsunami locales. Aunque quizá el primer reporte moderno sobre un tsunami es aquel de Darwin sobre el ocurrido en Concepción, Chile, en 1835, testimonios sobre este fenómeno existen desde los primeros años de la época colonial.

A partir de bases de datos mundiales históricas de tsunami se conoce que 47 terremotos han generado tsunami en las costas de la Comunidad Andina, de los cuales se dispone información de las alturas de ola en 94 puntos a lo largo de la costa. En la Figura 3.11 se representan las máximas alturas de ola para un puerto o puertos contiguos.

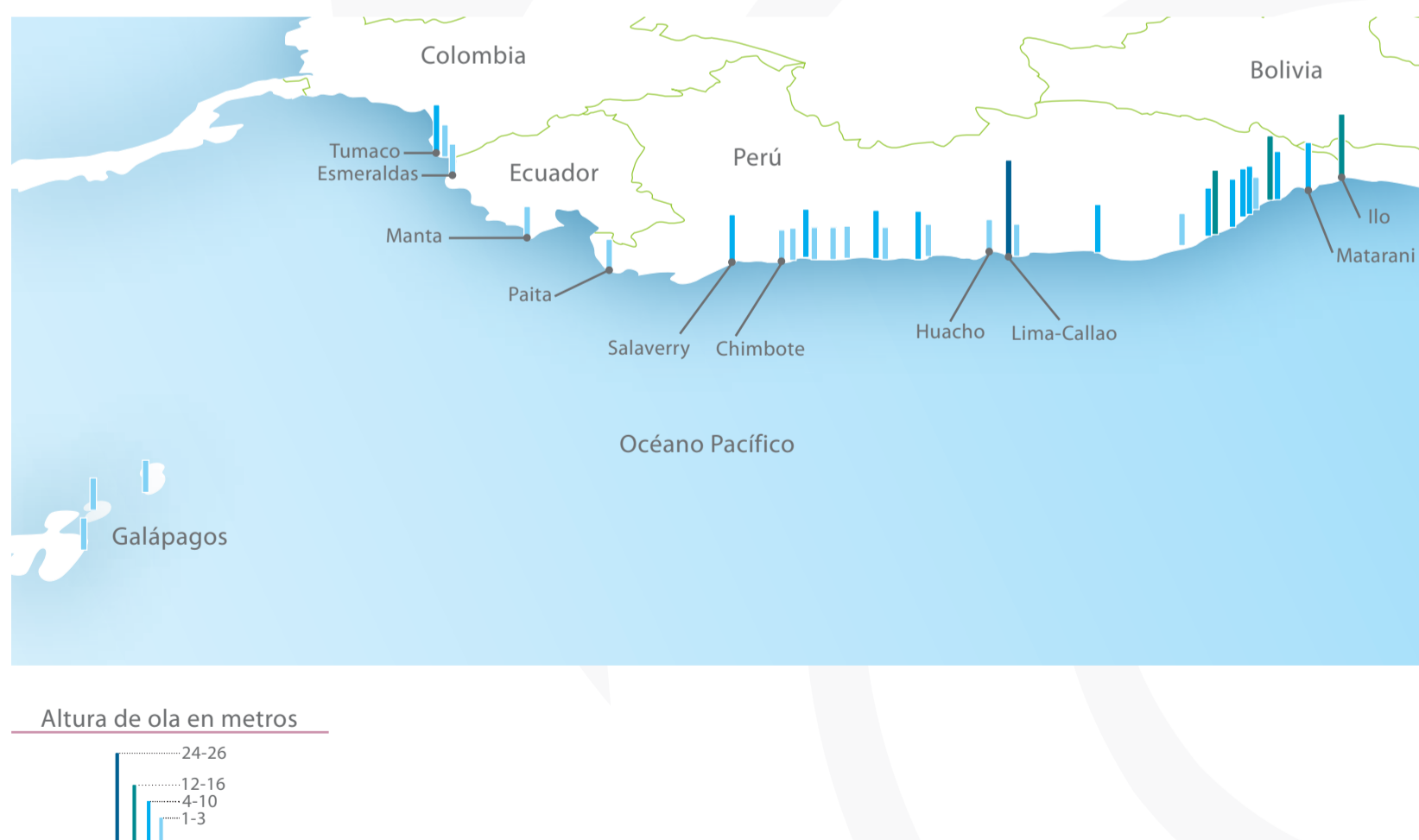
En enero de 1906 un gran terremoto de magnitud 8,7 frente a las costas de Ecuador y Colombia asoló con olas de tsunami las poblaciones costeras, en ese entonces con pocos habitantes, evento que se repitió con menores magnitudes en 1942, 1978 y 1979.

Las costas del Perú han sido el escenario del mayor número de efectos por tsunami de origen local (Mapa 28). Entre 1970 y 2007 el país fue afectado en cinco ocasiones. Los últimos tsunami, el 23 de junio del 2001 y el 15 de agosto del 2007, afectaron gravemente las costas de Arequipa y de Pisco, respectivamente.

Un fenómeno poco conocido asociado con los terremotos que generan tsunami en la zona de subducción son los deslizamientos submarinos. El terremoto de 1906 (Colombia) hizo que el tsunami y los deslizamientos destruyeran los ocho cables de comunicaciones submarinos de la región, lo que dio un temprano ejemplo de la vulnerabilidad de la infraestructura moderna a estos fenómenos.

Las pérdidas históricas por tsunami muestran la necesidad de alertas tempranas y preparativos en los puertos, por su importancia en la economía de la subregión y en el comercio extracomunitario.

Figura 3.11. Grandes olas en puertos, 1586-2007



Fuente: Elaboración propia a partir de Global Tsunami Database (Tsunami Laboratory, Novosibirsk, Russia).

28. Terremotos que generaron tsunamis en la subregión andina, 1586 - 2007

