

RIESGO POR TSUNAMI (Caracterización general)

1. [¿Qué son los Tsunami?](#)
2. [Eventos históricos por Tsunami ocurridos en Colombia](#)
3. [Amenaza por Tsunami en Colombia](#)
4. [Tipos de daño esperado y evaluación del daño](#)
5. [Reducción del riesgo por eventos de tsunami](#)
6. [Preparación para la respuesta ante eventos de tsunami](#)
7. [Sitios Web de interés](#)
8. [Bibliografía](#)

1. ¿Qué son los Tsunami?

La palabra tsunami, viene del japonés (tsu (津), puerto, nami (波), ola, lo que significa “ola de puerto”. Este término alude a una serie de olas de gran longitud de onda que generalmente ocurren por algún disturbio de gran escala como sismos ocurridos en el fondo marino o cerca de la costa, aunque también pueden generarse por erupciones volcánicas, deslizamientos submarinos o por el impacto de meteoritos en el mar.

El tectonismo es la principal causa generadora de eventos de tsunami, usualmente se origina por el movimiento abrupto de placas tectónicas que, aparte de liberar súbitamente energía sísmica, también genera en el fondo del océano un desplazamiento vertical de un gran volumen de agua. Esta fuerte perturbación en el mar, al igual que cuando se tira una piedra en un estanque, genera ondas que se propagan en todas las direcciones en el océano de forma vertical.

A diferencia de las olas marinas, generadas por el viento y que se producen en la superficie, en las olas de tsunami se produce el movimiento de toda una columna de agua, desde la superficie hasta el fondo, y en una extensión horizontal mucho más grandes. Por tanto, transportan muchísima más energía que las olas generadas por el viento, puesto que el volumen de agua desplazado es considerablemente mayor.

1.1 La Física de un Tsunami

Se pueden distinguir tres procesos físicos para un Tsunami: generación, por alguna fuerza de las antes descritas, propagación, de aguas profundas o cerca de la fuente (epicentro) hacia la costa en aguas someras y finalmente el alcance en tierra firme (run-up).

Los casos históricos permiten establecer que, en general, se requieren sismos de subducción de importante magnitud para detonar un tsunami, usualmente superior a magnitud 7.0 Mw. Un tsunami se propaga con una muy alta velocidad (en promedio 800 km/h en mar abierto), las ondas de Tsunami son imperceptibles en alta mar, pero debido a la gran energía que tienen en su propagación, puede atravesar océanos y afectar zonas de otros continentes.

En ocasiones, minutos antes de que el tsunami arribe, el agua de la costa se retrae hacia el mar. En tales casos, la extensión de tierra que queda al descubierto puede ser mayor incluso que en tiempo de marea baja. La aparición de esas grandes áreas expuestas puede considerarse como una alerta natural de que un tsunami es inminente.

Cuando estas olas se acercan a la costa, la profundidad disminuye y, por lo tanto, también la velocidad. Lo que ocurre en el momento de aproximación de la primera de las olas a la costa es que esta se va frenando, reduciendo la distancia hasta la siguiente ola. Por otro lado, la disminución de la velocidad se ve compensada con el aumento de la altura de la ola. De este modo las olas que en alta mar tienen amplitudes de un metro, pueden llegar a tener amplitudes de veinte metros cerca de la orilla.

El tsunami golpea con fuerza devastadora; al llegar la ola a la costa, el agua continúa su avance e inunda rápidamente las áreas costeras bajas. Normalmente, estas olas se observan en la costa como una marea que evoluciona rápidamente, pudiendo repetirse este fenómeno varias veces. Puede avanzar corriente arriba por las desembocaduras de los ríos, afectando a las poblaciones localizadas cerca de sus cauces. Cuando un tsunami se origina lejos de la costa, incluso al otro lado del océano, puede tardar horas en llegar. Si el tsunami se produce cerca de la costa sólo toma minutos en llegar.

La amplitud de onda lejos de la costa no es significativa; sin embargo, cuando llega a aguas poco profundas se amplifica, aumentando la altura de la ola y disminuyendo su velocidad. La altura de las olas depende de la batimetría, es decir, de la forma y profundidad del fondo marino. El alcance de un tsunami suele ser proporcional al tamaño del movimiento que lo origina, es así que cuanto mayor magnitud tenga el evento, más grande podría ser la ola generada y también la distancia recorrida por la misma.



Eventos por Tsunami, SRI LANKA y Japón. Fuente: National Geographic, 2004 y 2011 respectivamente.



Eventos por Tsunami, SRI LANKA y Japón. Fuente: National Geographic, 2004 y 2011 respectivamente.

En mar abierto, las olas del tsunami viajan a una velocidad de 600 a 800 km/h, los períodos (lapsos entre el paso de dos olas sucesivas) son de 15 a 60 minutos. En las profundidades del océano, las olas de un gran tsunami pueden tener tan solo 60 cm de altura, por lo que pasan desapercibidos a los grandes barcos. A medida que avanza en aguas poco profundas, progresivamente disminuye su velocidad, a unos 30 km/h, y aumenta su altura.

En ocasiones, minutos antes de que el tsunami arribe, el agua de la costa se retrae hacia el mar. En tales casos, la extensión de tierra que queda al descubierto puede ser mayor incluso que en tiempo de marea baja. La aparición de esas grandes áreas expuestas puede considerarse como una alerta natural de que un tsunami es inminente.

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 océano 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.

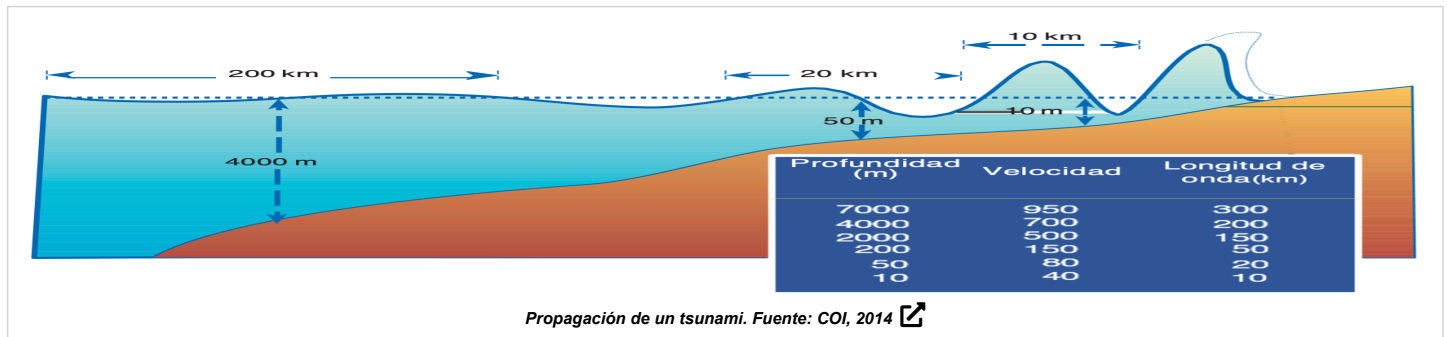


Modelo de propagación de tsunami; nótese el cambio de velocidad con respecto a la altura de la ola; La velocidad del tsunami (C) está determinada por la raíz cuadrada de la gravedad (g) por la altura de la columna de agua (h) en un punto determinado. Fuente: Modificado de Sugawara et al., (2008)

Propagación de ondas de tsunami

El tsunami es un fenómeno ondulatorio que está conformado por una serie de ondas, estas pueden arribar progresivamente a la costa y pueden persistir durante horas, tiempo durante el cual su efecto destructivo puede permanecer. La energía de las ondas tiene su influencia desde la superficie aumentando su altura considerablemente y aunque no está representada, la primera ola no siempre es la más grande, por lo que en el segundo o tercer tren de olas puede observarse la inundación más significativa.

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 océano 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.

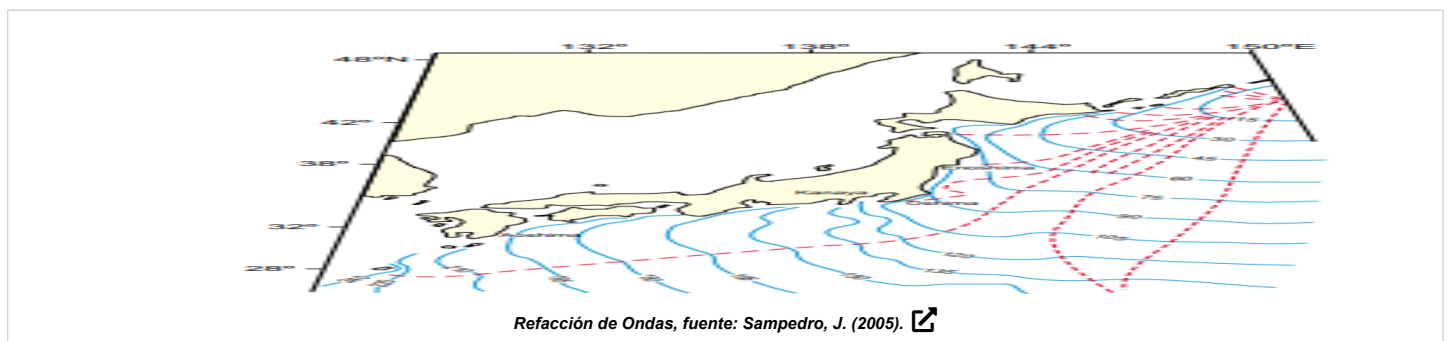
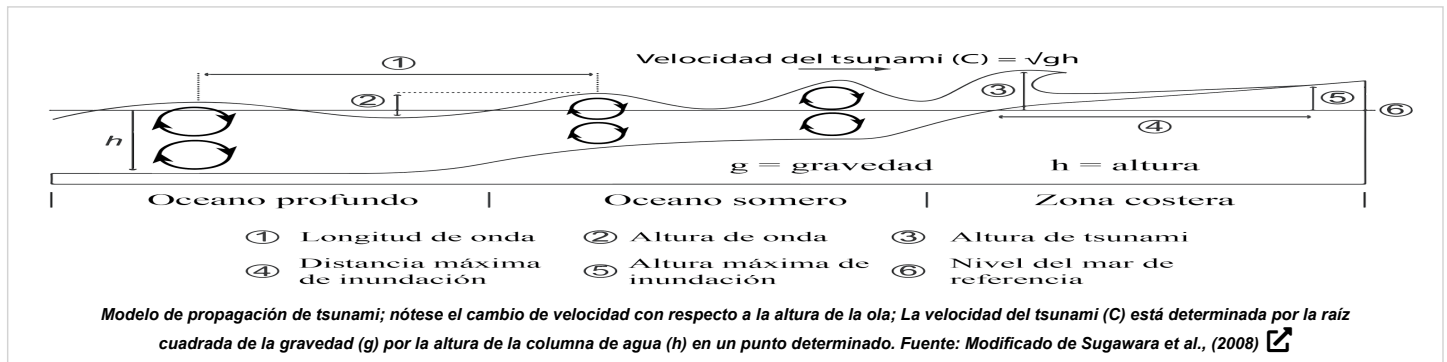


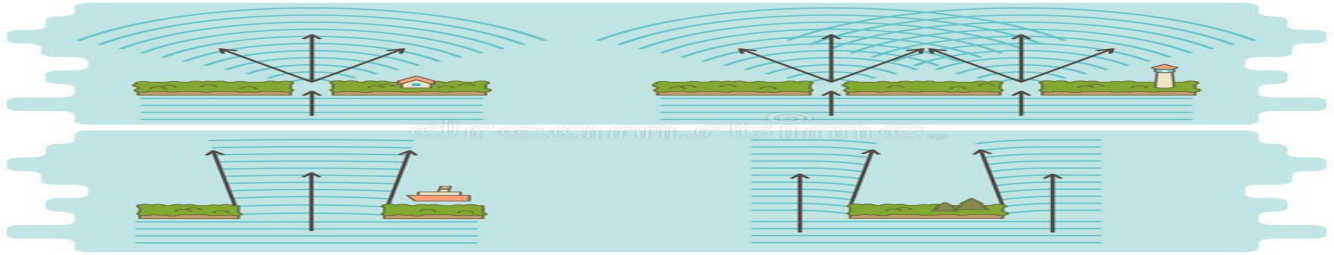
Propagación de un tsunami. Fuente: COI, 2014

En conclusión, existen factores que influyen en el desplazamiento de las olas de un tsunami, cómo la profundidad del suelo marino y 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.

Las ondas a medida que viajan pueden atravesar profundidades muy diferentes, esto afecta la velocidad de las ondas y es por ello que viajarán con velocidades diferentes, provocando que las ondas se curven, a este fenómeno se le llama **refracción de ondas**.

Por otra parte, si las ondas son interrumpidas por una estructura similar a un rompeolas. La parte de las ondas que inciden en la estructura será reflejada, mientras que la porción que se mueve más allá del extremo será el origen de un flujo de energía en la dirección a lo largo de la cresta de la onda y dentro de la región a sotavento de la estructura, es decir la onda se esparcirá en una especie de arco circular, este fenómeno físico es denominado **difracción de ondas**.





Esquema representativo de la difracción de la onda Fuente: es.dreamstime.com

1.2 Mecanismos de generación de los eventos de tsunami

Un tsunami es generado por un repentino movimiento vertical del piso oceánico. Este movimiento provoca un desplazamiento del agua del océano en forma de grandes olas. Existen cuatro mecanismos de generación de un tsunami, a saber (Shiki et al., 2016):

Tsunami generado por un sismo: Los eventos de tsunami generados por sismos generan un gran impacto a nivel local, dado que se suman los efectos del sismo a los del tsunami. No todos los sismos generan tsunamis. Para generar un tsunami, la falla donde ocurre el sismo debe estar bajo o cerca del océano, y debe crear un movimiento vertical (de hasta varios metros) del piso oceánico sobre una extensa área (de hasta cien mil kilómetros cuadrados). Los sismos de foco superficial a lo largo de zonas de subducción son los responsables de la mayor parte de los tsunamis destructores. Forman parte del mecanismo de generación de tsunamis: la cantidad de movimiento vertical del piso oceánico, el área sobre la cual ocurre y la eficiencia con la que la energía es transferida desde la corteza terrestre al agua oceánica.

Deslizamientos submarinos o costeros: Los deslizamientos submarinos o costeros pueden generar desplazamientos de agua en la cuenca marina. Dichos deslizamientos pueden ser detonados por sismos u otros factores externos. Los eventos de tsunami generados por deslizamientos tienden a ser altamente direccionales, es decir, la onda generada se propaga en la misma dirección de propagación del deslizamiento.

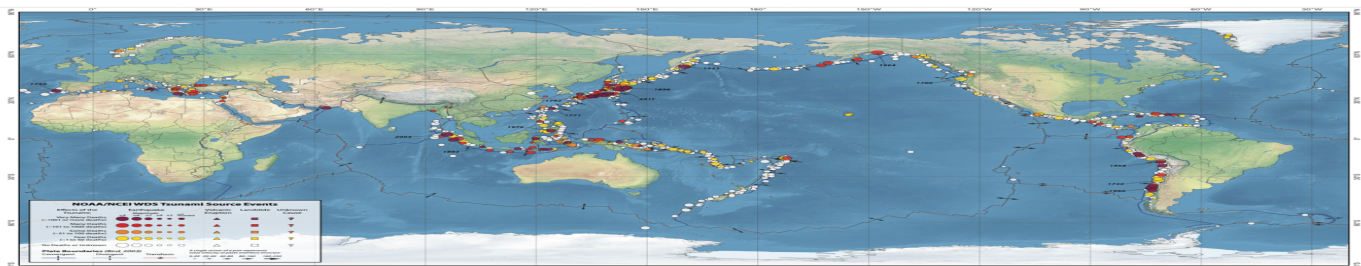
Erupciones volcánicas: Como sabemos, una erupción volcánica submarina puede estar precedida de una serie de sismos de diferente magnitud. Estos sismos provocan una salida de energía súbita que mueve las masas de agua provocando un tsunami. De igual forma, los flujos piroclásticos del evento eruptivo y el colapso de la caldera volcánica pueden inducir un tsunami.

Caidas de meteoritos: Es quizás un mecanismo de baja probabilidad. El único evento del cual se tiene certeza es el meteorito que impactó en el golfo de México hace unos 65 millones de años, y que generó una inundación que alcanzó la mitad de los estados del sur de los Estados Unidos de América.

Más de un 80% de los tsunamis ocurridos en el mundo han sido generados por terremotos, un 70 % de los cuales han sido observados en el Pacífico donde ocurren grandes terremotos debido a la subducción de placas tectónicas a lo largo del Cinturón de Fuego.



Tsunami generado por un sismo. Fuente: Red Sísmica de Puerto Rico. Fuente: NOAA, 2016

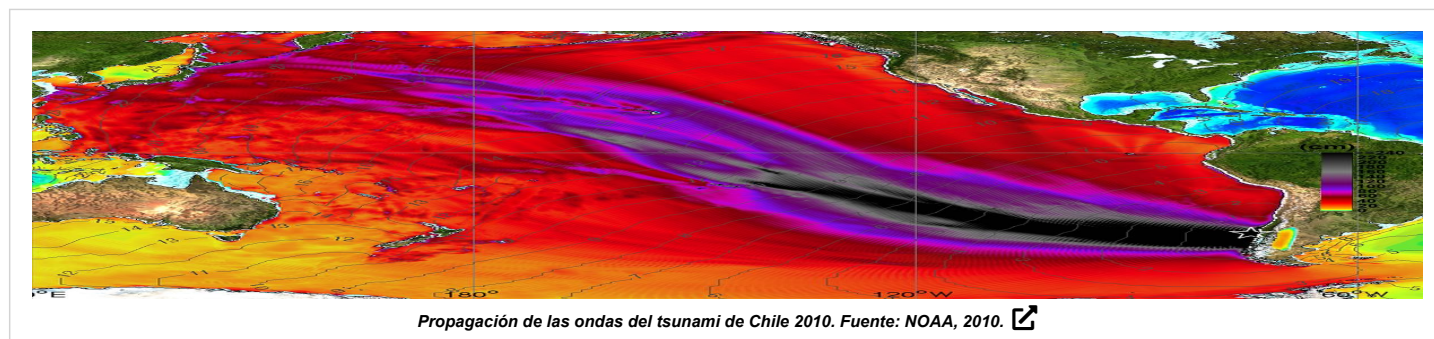


Localización de los eventos tsunamigénicos en el mundo. Localización de terremotos, erupciones volcánicas y deslizamientos generadores de eventos de tsunami que causaron daños y víctimas locales. Aunque la mayoría de los eventos de tsunami que fueron observados a más de 1.000 km de distancia (teletsunami) fueron generados por terremotos en el Pacífico, estos teletsunami también han causado daños y víctimas en los océanos Atlántico e Índico. Estos datos están basados en registros históricos. Fuente: NOAA, 2021

1.3. Clasificación

Una clasificación usual de Tsunami es por su tiempo de viaje desde su lugar de origen:

TSUNAMI LEJANO: El tsunami lejano, transpacífico o tele tsunami, es cuando un tsunami viaja una gran distancia a través de los océanos, generalmente a más de 1.000 kilómetros o a más de 3 horas de tiempo de viaje de las ondas de tsunami desde su origen. Normalmente, empiezan como un tsunami local que causa gran destrucción cerca de la fuente. Sus ondas siguen viajando por toda la cuenca del océano con energía suficiente para causar víctimas y destrucción en costas ubicadas a más de 1.000 kilómetros de la fuente. En los últimos 300 años se han producido al menos 43 eventos de tsunami destructivos de este tipo, y 18 de ellos han causado víctimas (Atwater et al., 2014).



TSUNAMI REGIONAL: Es un tsunami capaz de causar destrucción en una región geográfica en concreto, normalmente situada a 1.000 kilómetros como máximo de su fuente, o en zonas situadas de 1 a 3 horas de tiempo de viaje de las ondas del tsunami. Ocasionalmente, un tsunami regional también tiene efectos muy limitados y localizados en zonas fuera de la región. La mayoría de los eventos de tsunami destructivos pueden ser clasificados como locales o regionales, por lo que la mayoría de las muertes y de los daños materiales son causados por este tipo de eventos de tsunami.

TSUNAMI LOCAL: Son eventos de tsunami producidos por terremotos muy cercanos a las costas, hasta 100 km. Estos eventos de tsunami por lo general son muy devastadores puesto que sus olas llegan a las costas entre 10 y 20 minutos después de producido el sismo. Estos datos son básicos para planificar la evacuación, porque es el tiempo que se tiene para evacuar a la población de la zona inundable.

Entre 1980 y 2017, se generaron 34 eventos de tsunami de carácter local o regional, 24 de ellos en el océano Pacífico y en sus mares adyacentes, que causaron en conjunto casi 252.000 muertes y provocaron daños materiales valorados en miles de millones de dólares.

Entre 1980 y 2017, se generaron 34 eventos de tsunami de carácter local o regional, 24 de ellos en el océano Pacífico y en sus mares adyacentes, que causaron en conjunto casi 252.000 muertes y provocaron daños materiales valorados en miles de millones de dólares.

Otra clasificación es dada por la escala de intensidad de un Tsunami, que es altamente dependiente de la morfología costera de un sitio. Mientras que en una población costera las olas pueden no causar daños, sobre otra población cercana se pueden generar olas de gran tamaño que causan gran destrucción. Papadopoulos e Imamura (2001), introdujeron la escala descrita a continuación para describir la intensidad de un tsunami en un lugar específico de la costa:

I. No sentido	
II. Apenas sentido	<ul style="list-style-type: none"> • Sentido por pocas personas a bordo de embarcaciones pequeñas; no observado en la costa. • Sin efectos. • Sin daños.
III. Débil	<ul style="list-style-type: none"> • Sentido por la mayoría de las personas a bordo de embarcaciones pequeñas. • Observado por algunas personas en la costa • Sin efectos • Sin daños

<p>IV. Observado ampliamente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sentido por todos a bordo de embarcaciones pequeñas y por pocas personas a bordo de grandes embarcaciones. • Observado por la mayoría de la gente en la costa • Pocas embarcaciones pequeñas se mueven ligeramente hacia la costa • Sin daños
<p>V. Fuerte</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sentido por todos a bordo de embarcaciones pequeñas y por pocas personas a bordo de grandes embarcaciones. • Observado por la mayoría de la gente en la costa. • Pocas embarcaciones pequeñas se mueven ligeramente hacia la costa • Sin daños
<p>VI. Ligeramente dañino</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mucha gente se asusta y corre a terrenos más altos. • La mayoría de las embarcaciones pequeñas se mueven violentamente hacia la costa, chocan fuertemente entre sí o se vuelcan • Daños e inundaciones en algunas estructuras de madera • La mayoría de los edificios de mampostería resisten.
<p>VII. Dañino</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mucha gente está asustada e intenta correr a un terreno más alto. • Muchas embarcaciones pequeñas dañadas. • Pocos barcos grandes oscilan violentamente. • Objetos de tamaño y estabilidad variables vuelcan y se desvían. • Se dejan capas de arena y acumulaciones de guijarros. • Pocas balsas de acuicultura fueron arrastradas. • Muchas estructuras de madera dañadas, pocas son demolidas o arrasadas. • Daños de grado 1 e inundaciones en algunos edificios de mampostería.
<p>VIII. Muy dañino</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Todas las personas escapan a terrenos más altos, algunas son arrastradas. • La mayoría de los barcos pequeños están dañados, muchos son arrastrados. • Pocas embarcaciones grandes se mueven a tierra o chocan entre sí. • Los objetos grandes se alejan. • Erosión y basura en la playa. • Grandes inundaciones. • Daños leves en los bosques y bloques de protección para tsunamis. • Muchas balsas de acuicultura fueron arrastradas, pocas parcialmente dañadas. • La mayoría de las estructuras de madera son arrastradas o demolidas. • Daño de grado 2 en algunos edificios de mampostería. • La mayoría de los edificios de hormigón armado sufren daños, en unos pocos se observan daños de grado 1 e inundaciones.
<p>IX. Destructivo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mucha gente es arrastrada. • La mayoría de los barcos pequeños se destruyen o son arrasados. • Muchos barcos grandes son trasladados violentamente a tierra, pocos son destruidos. • Extensa erosión y basura en la playa. • Subsistencia del suelo local. • Destrucción parcial en bosques controlados por tsunamis y bloques de control de erosión. • La mayoría de las balsas de acuicultura fueron arrastradas, muchas de ellas parcialmente dañadas. • Daños de grado 3 en muchos edificios de mampostería, pocos edificios de hormigón armado sufren daños de grado 2.
<p>X. Muy destructivo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pánico generalizado. • La mayoría de la gente es arrastrada. • La mayoría de los barcos grandes se mueven violentamente a tierra, muchos son destruidos o chocan con edificios. • Pequeños cantos rodados del fondo del mar se mueven tierra adentro. • Los coches se vuelcan y se desvían. • Derrames de petróleo, comienzan los incendios. • Subsistencia extensa del suelo. • Daños de grado 4 en muchos edificios de mampostería, pocos edificios de hormigón armado sufren daños de grado 3. • Derrumbe de terraplenes artificiales, rompeolas de puertos dañados.

XI. Devastador	<ul style="list-style-type: none"> • Líneas de vida interrumpidas. • Fuegos extensos. • El agua a contracorriente arrastra los coches y otros objetos al mar. • Grandes rocas del fondo del mar se mueven tierra adentro. • Daño de grado 5 en muchos edificios de mampostería. • Pocos edificios de hormigón armado sufren daños de grado 4, muchos sufren daños de grado 3.
XII. Totalmente devastador	<ul style="list-style-type: none"> • Prácticamente todos los edificios de mampostería demolidos. • La mayoría de los edificios de hormigón armado sufren al menos daños de grado 3.

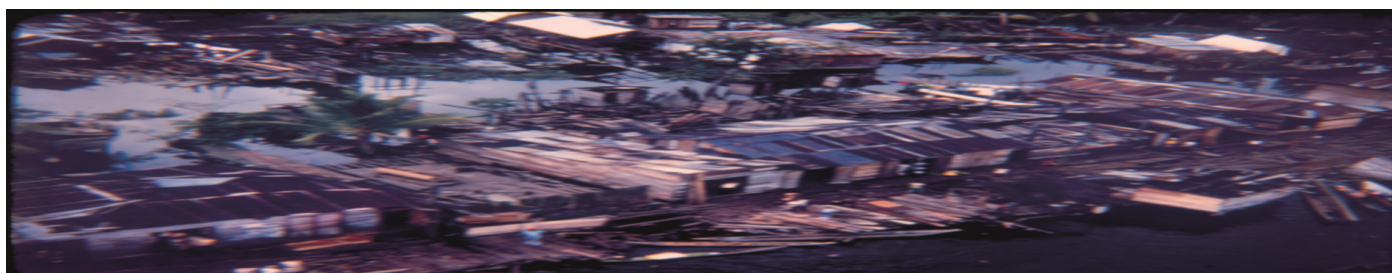
2. Eventos históricos por tsunami ocurridos en Colombia

La siguiente tabla muestra datos importantes sobre los eventos de tsunami de 1906, 1979 y 2017:

Fecha ↓	Localización ↓	Causa ↓	Magnitud sismo ↓	Profundidad ↓	Impacto ↓
31 de enero de 1906	Costa Pacífica	Sismo zona de subducción en los límites Colombia-Ecuador	8.8 Mw.	20 km	Afectó la región costera desde Tumaco hasta Buenaventura. En Tumaco murieron al menos 220 personas por causa del tsunami y una embarcación desapareció con 40 pescadores a bordo. Generó un tsunami con olas entre 2 y 5 m de altura que destruyó las costas de Ecuador y Colombia; las playas pertenecientes a los municipios de Tumaco, Francisco Pizarro (Salahonda), Mosquera, Olaya Herrera (Bocas de Satinga), La Tola, El Charco, Iscuandé (Santa Bárbara), Guapi y Timbiquí quedaron sumergidas por la ola marina (Quiceno y Ortiz 2001).
12 de diciembre de 1979	Costa Pacífica	Sismo zona de subducción en los límites Colombia-Ecuador	8.1 Mw.	23.6 km	Si bien el tsunami se registró en marea baja, afectó los municipios de Guapi y Timbiquí (Cauca), y Mosquera, El Charco y Tumaco (Nariño), ocasionando la muerte a aproximadamente a 260 personas, más de 1000 personas heridas y cerca de 1600 viviendas destruidas. Produjo subsidencia en la costa de Cauca y Nariño de hasta 1,20 m, agrietamientos del terreno de 40 cm de ancho o más, volcanes de arena y una gran inundación súbita como consecuencia de una ola de tsunami (Quiceno y Ortiz 2001).
19 de julio 2017	Costa Caribe	Deslizamiento submarino	-	-	Sin registro de afectaciones (UNGRD, 2019)

Nota: Mw: escala de magnitud de momento sísmico, es una escala logarítmica utilizada para medir la cantidad de energía liberada por un sismo.

Registro fotográfico de los efectos del tsunami de 1979 en la costa pacífica colombiana:



Destrucción viviendas en madera por tsunami, en El Charco (Nariño). Fuente: Hansjürgen Meyer, 1979 [↗](#)



Destrucción viviendas paratíficas en madera por tsunami de Tumaco (Nariño). Fuente: Hansjürgen Meyer, 1979 [↗](#)



Destrucción viviendas paratíficas en madera por tsunami de Tumaco (Nariño) – Vista área Fuente: colombia.com

3. Amenaza por tsunami en Colombia

Las costas Pacífica y Caribe de Colombia se encuentran expuestas a la ocurrencia de tsunami; sin embargo, las características de cada costa causan que los impactos del fenómeno sean diferentes en cada una de ellas. En el Pacífico colombiano históricamente se han registrado cuatro eventos de tsunami en los años 1906, 1942, 1958 y 1979, de especial severidad fueron los ocurridos en 1906 y 1979 causados por sismos con fuente en la zona de subducción en los límites Colombia – Ecuador. En la región Caribe, por el contrario, no se conoce claramente el potencial tsunamigénico de la convergencia de placas en frente de la costa; no obstante, existe el potencial de ocurrencia de tsunami causado por deslizamientos submarinos como el registrado el 19 de julio de 2017 en las costas entre Santa Marta y Barranquilla y los eventuales eventos regionales generados en la cuenca del Mar Caribe.

Impacto de un Tsunami: La acción de las ondas de tsunami sobre una costa es variable, en las zonas costeras bajas, pueden viajar bastante tierra adentro, invadiendo con agua y residuos grandes extensiones de terreno. La altura de las ondas también se ve afectada por la costa misma, por ejemplo, aumenta la altura de las ondas. Por otra parte, una barra de arena mar afuera disminuye la altura. Un ejemplo de lo extrema que puede ser esta variación son los eventos ocurridos en Tailandia, un tsunami avanzó 3 kilómetros tierra adentro destruyendo casi todo a su paso, en el tsunami de Japón del 2011, alcanzó 5 kilómetros y en Banda Aceh, el tsunami se extendió 6 kilómetros tierra adentro. Al igual que olas producidas por el viento, las olas de tsunami comienzan a perder energía a medida que avanzan hacia la costa. Parte de la energía de las olas se refleja hacia el mar, mientras que la energía de las olas que se propaga hacia la costa se disipa a través de fricción del fondo y turbulencia. A pesar de esto, un tsunami aún llega a la costa con enormes cantidades de energía. Dependiendo de si la primera parte del tsunami que llega a la costa es una cresta o una depresión, puede aparecer como una marea que sube o baja rápidamente. La batimetría local también puede hacer que el tsunami aparezca como una serie de olas rompientes.

El tsunami tiene un gran potencial de erosión, puede despojar a las playas de arena que puede haber tardado años en acumularse y socavando árboles y otra vegetación costera. Capaz de inundar cientos de metros tierra adentro más allá del nivel alto típico del agua, el agua que se mueve rápidamente asociada con el tsunami puede aplastar casas y otras estructuras costeras. Un tsunami puede además alcanzar una altura vertical máxima en tierra sobre el nivel del mar, a menudo llamada altura de subida, de decenas de metros, por ejemplo, el tsunami de Japón del 2011 alcanzó alturas de hasta 46 metros. El potencial destructivo de un tsunami proviene principalmente del impacto de las ondas, de la inundación y daños en las estructuras. Este daño se ve aumentado por los despojos flotantes, de botes y vehículos y fragmentos que puedan contener las olas.

Tanto los arrecifes como las bahías, las desembocaduras de los ríos, las formaciones del suelo marino o la pendiente de las playas modifican en cierta medida el tsunami cuando éste se acerca a la costa. Un daño adicional que puede producirse, proviene de incendios de derrames de combustibles relacionados con el tsunami y la consiguiente contaminación por estos derrames y por aguas de alcantarillas y productos químicos.

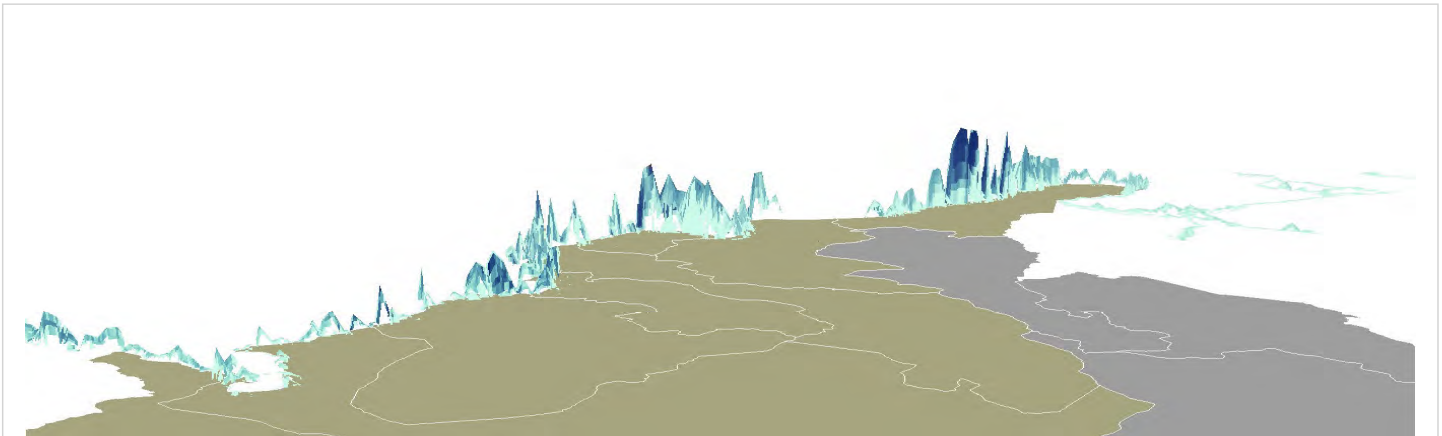
4. Tipos de daño esperado y evaluación del daño

Población y elementos expuestos: El análisis y evaluación de riesgo implica la consideración de las causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir. Es el modelo mediante el cual se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales y sus probabilidades (Ley 1523 de 2012).

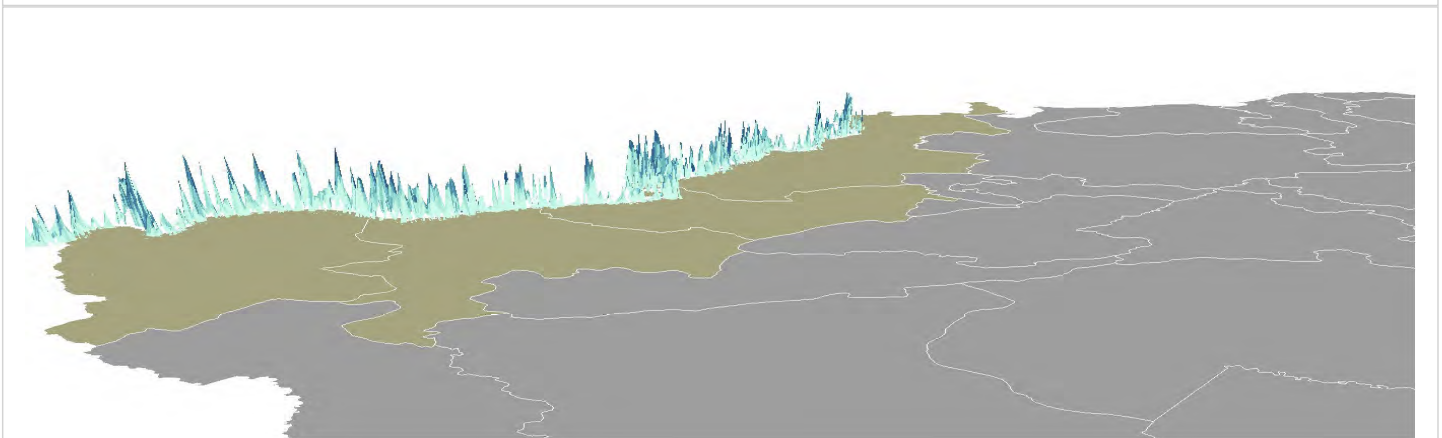
La UNGRD en el año 2018, publicó el documento “Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes”, en el cual se presentan resultados de evaluaciones probabilistas de riesgo por cuatro fenómenos: sismos, inundaciones, tsunami y ciclones tropicales. El atlas puede ser consultado a través del siguiente visor: [UNGRD-MAPS](https://veronicab.gitlab.io/escenarios-de-riesgo/Riesgo-Tsunami.html)

Para la evaluación de riesgo, la amenaza se representa como un mapa que contiene la distribución geográfica de una medida intensidad representativa del fenómeno, allí se presenta la amenaza de tsunami para 475 años de periodo de retorno; las barras muestran los valores de inundación estimados para el Pacífico colombiano y la costa Caribe, esta información es necesaria para el cálculo del riesgo por tsunami en el país.

A continuación, se presentan los mapas de amenaza estimados en el Atlas de Riesgo de Colombia:



Mapa de amenaza por tsunami en la costa Caribe colombiana para un periodo de retorno de 475 años. Fuente: (UNGRD, 2018). [🔗](#)

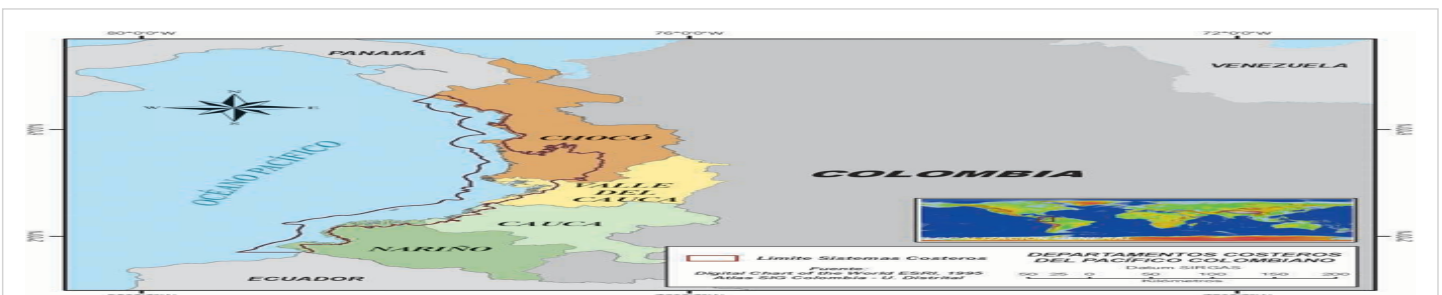


Mapa de amenaza por tsunami en la costa pacífica colombiana para un periodo de retorno de 475 años. Fuente: (UNGRD, 2018) [🔗](#)

En Colombia, de los 32 departamentos que tiene el país, 12 tienen límites con el mar y están expuestos a amenaza por tsunami. Estos se encuentran distribuidos en las tres costas de la siguiente manera: **a.** Costa Caribe continental, los departamentos de Antioquia, Atlántico, Bolívar, Córdoba, Chocó, La Guajira, Magdalena y Sucre; **b.** Costa Caribe Insular, corresponde al departamento Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina; y **c.** Costa del Pacífico, los departamentos del Cauca, Choco, Nariño y Valle del Cauca. Estos departamentos a su vez se subdividen en **47 municipios costeros, 31 en el Caribe y 16 en el Pacífico.**

Según el censo del Dane, 2018, la población del Pacífico Colombiano se estima para el año 2.021 en 8.237.407 personas, de las cuales 836.808 habitan en los 16 municipios costeros. El poblamiento litoral es disperso, estimado en 22 Hab/km², que obedece a actividades económicas muy específicas y a la deficiente infraestructura en comunicaciones, limitada a los ríos y el mar, a lo largo de los cuales se han orientado los asentamientos humanos. Los municipios con mayor número de habitantes por área son Buenaventura en el Valle del Cauca, Guapi y Timbiquí en Cauca, y Tumaco y Olaya Herrera en Nariño; sin embargo, los promedios no sobrepasan los 38 hab/km².

En la siguiente tabla se presenta la población expuesta a tsunamis en el Pacífico colombiano, según cifras de población del Censo Nacional de Población y Vivienda - población proyectada a 2021. DANE, (2018)

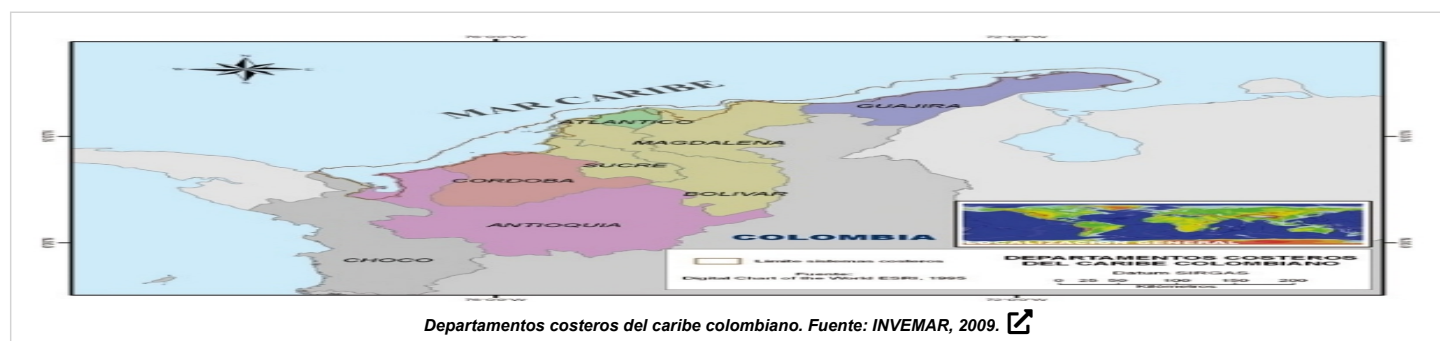


Departamentos costeros del pacífico colombiano. Fuente: INVEVAR, 2009. [🔗](#)

Departamento	Municipio	Población Expuesta (número de personas)
Chocó	Litoral del San Juan	23.080
	Bajo Baudó	30.719
	Nuquí	16.780
	Bahía Solano	10.362
	Juradó	6.898
Valle del Cauca	Buenaventura	313.508
Cauca	Guapí	27.917
	Timbiquí	26.824
	López de Micay	19.086
Nariño	El Charco	22.549
	La Tola	7.460
	Francisco Pizarro	14.155
	Mosquera	12.582
	Olaya Herrera	25.204
	San Andrés de Tumaco	257.042
	Santa Bárbara	22.549

Por otra parte, la población del Caribe colombiano se estima para el año 2.021 en 10.548.783 personas (esta cifra incluye la población de los municipios costeros de los departamentos de Antioquía y Chocó), de las cuales 4.413.453 habitan en los 31 municipios costeros.

En la siguiente tabla se presenta la población expuesta a tsunamis en el Caribe colombiano, según cifras de población del Censo Nacional de Población y Vivienda - población proyectada a 2021. DANE, (2018))

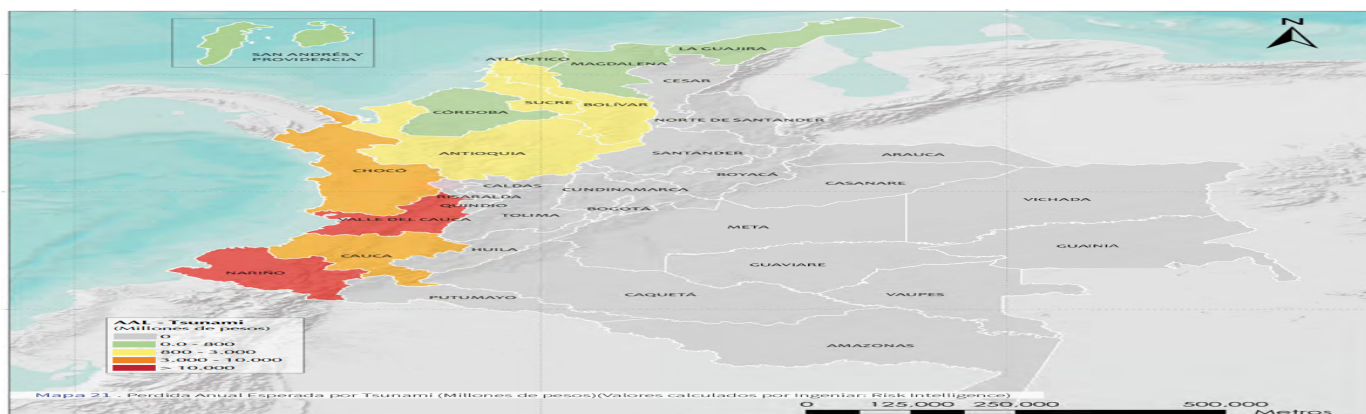


Departamento	Municipio	Población Expuesta (número de personas)
Antioquía	Arboletes	30.984
	Necoclí	44.811
	San Juan de Urabá	21.279
	Turbo	132.236
Chocó	Acandí	14.274
	Unguía	12.926
Atlántico	Barranquilla	1.297.082
	Juan de Acosta	23.164
	Piojó	7.216
	Puerto Colombia	54.621
	Tubará	19.187
Bolívar	Cartagena de Indias	1.043.926
	Santa Catalina	15.166
	Turbaco	115.116

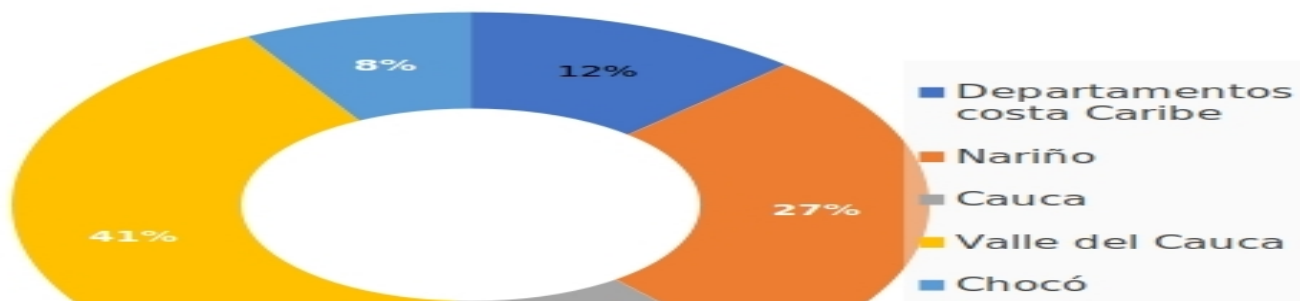
Departamento	Municipio	Población Expuesta (número de personas)
Córdoba	Moñitos	30.837
	Puerto Escondido	24.568
	San Antero	35.328
	San Bernardo del Viento	37.378
La Guajira	Riohacha	206.435
	Dibulla	43.026
	Manaure	95.577
	Uribia	194.450
Magdalena	Santa Marta	546.979
	Ciénaga	126.245
	Puebloviejo	32.688
	Sitio nuevo	29.612
Sucre	Coveñas	19.789
	San Onofre	51.813
	Tolú Viejo	222.596
San Andrés y Providencia	San Andrés y Providencia	64.672

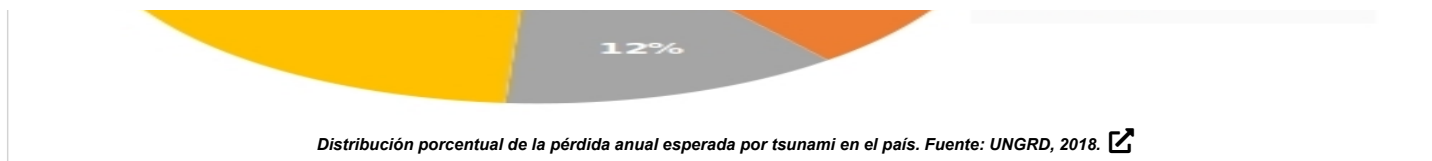
Para estimar las pérdidas económicas asociadas a la ocurrencia de un tsunami se requiere definir el valor expuesto de la infraestructura susceptible a verse afectada.

Se representa el promedio anual de las pérdidas estimadas, debido a la ocurrencia de todos los escenarios de tsunami posibles, resultado de la evaluación probabilista de riesgo presentada en el Atlas de Riesgo de Colombia (UNGRD, 2018).



Pérdida anual esperada por tsunامي en millones de pesos. Fuente: (UNGRD, 2018) Aunque la amenaza por tsunami es mayor en la Costa Pacífica en comparación con el Caribe, las pérdidas anuales esperadas por tsunami podrían ser mayores en la Costa Caribe debido a que hay mayor valor expuesto (UNGRD, 2018).





A partir de los resultados de la evaluación probabilista de riesgo, se puede indicar que, de la pérdida anual esperada por tsunami total del país, el 41% corresponde al departamento del Valle del Cauca, el 27% al departamento de Nariño, el 12% al departamento del Cauca, el 8% al departamento del Chocó y el restante 12% se distribuye en los departamentos de la costa Caribe.

Estos resultados están asociados a la amenaza por tsunami de estos territorios, así como a las condiciones de exposición y vulnerabilidad física de las edificaciones.

Así como los científicos no pueden predecir cuándo sucederá un terremoto, tampoco pueden determinar exactamente cuándo aparecerá un tsunami. Sin embargo, un estudio histórico de este fenómeno ha permitido a los científicos averiguar en qué lugares es más probable que se produzca un tsunami y su aproximado periodo de recurrencia.

De igual forma, las alturas de eventos de tsunami ocurridos en el pasado ayudan a predecir los efectos de eventos de tsunami futuros y los límites de las áreas inundables en determinadas ubicaciones y poblaciones costeras.

Los estudios de paleotsunami, consistentes en analizar los sedimentos depositados por los eventos de tsunami, ayudan a ampliar los registros históricos de los eventos de tsunami hasta épocas prehistóricas. Cuantos más fenómenos se identifican, mejores estimaciones se obtienen de la frecuencia de los eventos de tsunami en una región determinada. A partir de dichos estudios ha sido posible determinar que en el Pacífico la recurrencia de eventos de tsunami es alta para ciertos países, incluso teniendo en cuenta eventos que sucedieron hace más de 5000 años, la mayoría de ellos con origen frente a las costas de Chile, Japón, Canadá y Nueva Zelanda.

5. Reducción del riesgo por eventos de tsunami

Las estructuras de protección disminuyen los efectos destructivos de un tsunami, son construidas asumiendo que las barreras de protección no lograrán frenar la progresión del tsunami. La construcción de dichas estructuras depende de las condiciones geográficas de cada zona.

Estructuras como cinturones forestales de manglares, edificaciones con especificaciones de sismo resistencia y con diseño y reforzamiento frente a eventos de tsunami, espigones, rompeolas y compuertas para mareas calculadas para eventos de tsunami, diques fluviales, entre otras.

Su utilidad está ligada a la reducción de la velocidad de progresión de un tsunami y sus escombros. No obstante, son diseñados a partir de modelos, por lo que su precisión no es bien conocida. Si la altura de la inundación causada por el tsunami supera la altura para lo que fueron diseñados, dichas estructuras de protección prácticamente no tienen efecto (UNESCO/IOC, 2008).

A pesar de su beneficio, ninguna estructura defensiva ha sido capaz de proteger las costas bajas. Por el contrario, las barreras pueden aumentar la destrucción si son sobrepasadas por el tsunami, incrementando la carga de escombros en la inundación (UNESCO/IOC, 2008). Este es el caso del tsunami del 2011, en donde las estructuras de protección fueron diseñadas bajo un escenario de tsunami menor al ocurrido, por lo que fueron sobrepasadas por las olas de inundación. De hecho, las estructuras generaron un estancamiento adicional de las aguas, incrementando los efectos destructivos.



Barrera de contención, con escaleras como ruta de evacuación, usada para proteger un pueblo costero contra la inundación por tsunami en Japón. Fotografía por ciudad de Miyako, 2010. [↗](#)



Esclusa usada como protección contra las ondas de tsunami en Fudai, Iwate, Japón. La compuerta comienza a cerrarse automáticamente unos segundos después de que el movimiento telúrico active los sensores sísmicos. Fotografía por AP [↗](#)

En la ciudad de Nankoku, prefectura de Kochi y en varias ciudades costeras, es común encontrar plataformas de evacuación, incluso con doble propósito, como miradores turísticos y centros de almacenamiento de materiales de emergencia.

Las autoridades realizan capacitaciones y simulacros para reforzar el conocimiento de las rutas de evacuación. [Ver más](#)



Prefectura de Kochi, Nankoku [↗](#)



Prefectura de Kochi, Nankoku [↗](#)



Prefectura de Kochi, Nankoku [↗](#)



Prefectura de Kochi, Nankoku [↗](#)

No hay un diseño o modelo único que sea la respuesta frente al riesgo de tsunami. Las evaluaciones que se realicen por los equipos interdisciplinarios permitirán definir las alternativas más convenientes para cada territorio, su viabilidad técnica, económica y, sobre todo, las

posibilidades reales de mantenimiento y sostenibilidad futura.



Plataforma de evacuación. Fuente: <https://cdn.mainichi.jp/>

5.2. Sistemas de Alerta Temprana (Tsunami Warning System, TWS)

En 1965 la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO estableció el Sistema de Alerta por Tsunami del Pacífico (Pacific Tsunami Warning Centre (PTWC), en inglés) con sede en Honolulu, Hawái. 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 diseminar esta información mediante Mensajes de Observación y de Alerta a los países miembros (UNESCO, 2010).

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).

En el año 1982, la Comisión Colombiana del Océano, creó el Comité Técnico Nacional de Alerta por Tsunami - CTN AT, quienes han promovido la gestión del riesgo por tsunami a través de la integración de esfuerzos y capacidades de las instituciones que lo conforman:

En el año 1989, se conformó el Sistema Nacional de Detección y Alerta de Tsunami – SNDAT, el cual es una instancia del SNGRD, que es responsable de la detección y evaluación de eventos con potencial tsunamigénico, así como de emitir y diseminar alertas de tsunami para las costas de Colombia. El SNDAT está integrado por el Servicio Geológico Colombiano (SGC), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Dirección General Marítima (DIMAR) y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD).


La DIMAR se desempeña como el punto focal de alerta por tsunami y Centro Nacional de Alerta contra los Tsunamis para Colombia, en virtud del Decreto 1338 de 2018. Así, el punto focal de alerta por tsunami (TWFP) es un punto de contacto disponible 24 horas al día, los 7 días de la semana (oficina, unidad o puesto operativo, no una persona) designado oficialmente por el Centro Nacional de Alerta contra los Tsunamis (NTWC) o por el Gobierno Nacional, para recibir y difundir información sobre eventos de tsunami procedente de un proveedor de servicios sobre tsunami de un Grupo Intergubernamental de Coordinación. Por otra parte, el Centro Nacional de Alerta contra los Tsunamis (NTWC), es un centro designado oficialmente por el Gobierno para supervisar y emitir alertas por tsunami y otros avisos conexos dentro de su país, de conformidad con los procedimientos normalizados de operaciones establecidos en el país.

Como parte de los resultados derivados del SNDAT, hoy se cuenta con un Protocolo Nacional de Detección y Alerta de Tsunami que recomendamos sea consultado en el siguiente [repositorio](#)

Un sistema de alerta por tsunami será eficaz cuando todas las personas de las comunidades costeras vulnerables están informadas, lo conocen, están preparadas para responder adecuadamente y tienen la capacidad de reconocer que un posible tsunami destructivo puede estar acercándose para tomar medidas a tiempo. Para hacer frente a este desafío se requiere un seguimiento a tiempo y en sitio con flujos de datos en tiempo real y alertas rápidas, así como comunidades preparadas, un sistema de gestión de riesgo de desastres en los territorios fortalecido y una estrecha y eficaz cooperación y coordinación entre todas las partes interesadas, públicas, privadas y comunitarias.

En última instancia, un sistema de alerta por tsunami será juzgado por su capacidad para salvar vidas y minimizar los daños y pérdidas.



Medidas de alerta y respuesta durante un tsunami. Fuente: UNESCO, 2010. 

El gráfico anterior ilustra los seis pasos consecutivos recomendados a nivel global que intervienen en una cadena de procesos de alerta y respuesta de extremo a extremo durante un evento de tsunami. (Estos pasos implican una situación de alerta formal, y no se aplican necesariamente a las alertas de tsunami de origen local, pues estos están determinados en el protocolo nacional).

Los sistemas de alerta temprana por tsunami involucran una serie de partes interesadas que deben trabajar juntas de manera coordinada y tener una buena comprensión de las funciones, responsabilidades, autoridades y responsables de todas las partes durante un tsunami. Planificar y practicar antes del evento real, ayuda a familiarizar a todas las partes en los pasos y la toma de decisiones que deben llevarse a cabo sin dudarlo en una emergencia real. La resiliencia del tsunami se basa en la comprensión del riesgo, la preparación y respuesta de las comunidades con respecto al peligro del tsunami.

6. Preparación para la respuesta ante eventos de tsunami

Como ciudadano y parte de una comunidad estas recomendaciones generales serán de mucha utilidad:

1. Un tsunami no es una sola ola, sino una serie de olas. La primera ola puede no ser la más alta, estas llegan a la costa con intervalos de tiempo entre 20 a 60 minutos, y pueden durar varias horas. Permanezca fuera de las zonas de riesgo hasta que la señal "fuera de peligro" sea dada por la autoridad competente.
2. Un tsunami es una amenaza para la vida y las propiedades. Todas las alertas dadas por las autoridades deben tomarse en serio. El tsunami de mayo de 1960 mató 61 personas en Hilo, Hawái porque algunos pensaron "esto es otra falsa alarma".
3. Todos los eventos de tsunami son potencialmente peligrosos, aun cuando ellos no dañen cada costa que golpean. Un pequeño tsunami en un punto de la costa puede volverse extremadamente grande a pocos kilómetros. No permita que el poco tamaño de uno, haga que usted pierda el respeto por todos.
4. Un tsunami generado por un terremoto local puede llegar a la costa en pocos minutos, antes que una alerta sea emitida. No permanezca en áreas costeras bajas después de haber sentido un sismo fuerte. Todos los sismos no causan eventos de tsunami, pero muchos SI.
5. Algunas veces, un tsunami, es precedido por una notable disminución del nivel del mar, así como un retroceso del agua dejando expuesto el fondo del mar. Algunas veces puede escucharse un rugido similar al de un tren aproximándose, conforme las ondas del tsunami se aproximan a la costa. Estas son las señales naturales de alerta de tsunami de origen cercano.
6. Nunca vaya a la playa a observar un tsunami. Cuando usted pueda verlo, la ola estará demasiado cerca, como para escapar de ésta. Nunca intente surfear un tsunami. La mayoría de los eventos de tsunami son flujos instantáneos repletos de escombros y no se encrespan o rompen como las olas de surf.
7. Tarde o temprano, un tsunami llegará la costa en el Pacífico, Costa Caribe e Insular. Si vive en cualquier área costera, prepárese y conozca las señales naturales de alerta de tsunami. El mecanismo de protección más importante con el que se cuenta es la ALERTA PERSONAL.

La **ALERTA PERSONAL** consiste en que, ante la percepción de CUALQUIERA de las señales naturales de un tsunami, la comunidad debe evacuar sin esperar una orden oficial, dirigiéndose a los puntos de encuentro o zonas de menor exposición. La comunidad puede percibir las señales naturales de un tsunami así:



SENTIR

Un sismo fuerte que dificulta a las personas permanecer en pie o caminar.



OBSERVAR

Un aumento o retroceso repentino del nivel del mar.



ESCUCHAR

Un ruido extraño o fuerte que viene del mar.



Si se percibe cualquiera de las condiciones anteriores, las personas no deben esperar un orden oficial de evacuación, se deben dirigir de inmediato a los puntos de encuentro o zonas de menor exposición.

Alerta personal para Tsunami. 

IMPORTANTE

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 de tsunami oficial. Alejese de ríos y esteros que conducen al mar debido a la fuerte acción de la onda del tsunami y las corrientes.

¿QUÉ HACER EN CASO DE UN TSUNAMI?**PREPARESE**

Procure no vivir o edificar en áreas expuestas a tsunami.
 Conozca las rutas de evacuación y la ubicación de las zonas seguras de su población.
 Participe en las capacitaciones y simulacros que desarrolle el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres de su municipio, y esté atento a los mensajes de prevención.
 Aprenda a reconocer las señales naturales de alerta de un tsunami.
 Asegure sus bienes ante desastres cuando le sea posible.
 Disponga de un maletín y plan de emergencia familiar a la mano que pueda tomar rápidamente.

ACTÚE

Durante el tiempo que dure el terremoto ante todo se debe mantener la calma y no correr, el pánico puede poner en peligro muchas vidas.
 Diríjase a la zona segura más cercana, caminando rápido y sin correr.
 No trate de ayudar a los familiares y amigos.
 Una vez en la zona segura, atender las indicaciones de las autoridades y estar dispuesto a colaborar en todo momento.
 Permanezca en la zona segura hasta cuando las autoridades lo indiquen.
 Sea solidario con niños, mujeres embarazadas, ancianos y discapacitados.

RECUPERESE

Manténgase al tanto de la información suministrada por las autoridades.
 No ingrese en las edificaciones o en el área inundada hasta que no sean revisada y verificadas las condiciones.
 Verifique el estado y ubicación de su familia en los puntos de encuentro.
 Inicie las labores de limpieza y remoción de escombros cuando las autoridades lo indiquen.

Recomendaciones Importantes 

7. Sitios web de interés

- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD](#)
- Servicio Geológico Colombiano [SGC](#)
- Dirección General Marítima [DIMAR](#)
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM](#)
- Centro de Documentación e Información de Gestión del Riesgo de Desastres [CEDIR](#)
- [Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes](#)
- [Visor geográfico “Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes”](#)
- Base de datos del Inventario Históricas Nacional de Desastres, “Desinventar” de la Corporación OSSO - Universidad EAFIT, la cual es una herramienta para la construcción de bases de datos de pérdidas, daños o efectos ocasionados por emergencias o desastres, se puede consultar en el sitio web [Desinventar](#).
- [Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO](#)
- [International Tsunami Information Center](#)
- [Tsunami Warning Centers](#)

8. Bibliografía

- Atwater et al. (2014). Cómo sobrevivir a un tsunami: lecciones de Chile, Hawai y el Japón. Folleto COI 2014-2 (OIC/BRO/2014/2). COI/UNESCO. 21 p.
- Banco Mundial. (2012). Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas, Bogotá, Colombia.
- González, D. y Herrera, C. (2016). Evaluación internacional de mapas de evacuación por tsunamis: desafíos para la preparación y respuesta. Conference: XXXVII Congreso Nacional y XXII Internacional de Geografía, anales de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas. Universidad Talca. Chile 14 p.
- Eko Yulianto, Fauzi Kusmayanto, Nandag Supriyatna y Mohammad Dirhamsyah. (2010). Donde llega la primera ola en pocos minutos - La experiencia de Indonesia sobre cómo sobrevivir a los tsunamis cerca de su punto de partida. Folleto de la COI 2010-4 (COI/BRO/2010/4). UNESCO/COI 28 p
- Papadopoulos, G. a, e Imamura, F., 2001, A proposal for a new tsunami intensity scale: ITS 2001 Proceedings, p. 569–577.
- Quiceno, A. y M. Ortiz. (2001). Evaluación del Impacto de Tsunamis en el Litoral Pacífico Colombiano. Parte I (Región Tumaco). Boletín Científico CCCP No. 8.Pp. 5-14
- Sistema Nacional de Detección y Alerta de Tsunami. (2016). Protocolo Nacional de Detección y Alerta de Tsunami. Bogotá, D.C
- Shiki, T., Tsuji, Y., Yamazaki, T., and Nanayama, F., 2016, Tsunamiites: v. 4, 64–75 p.
- Sugawara, D., Minoura, K., and Imamura, F., 2008, Tsunamis and Tsunami Sedimentology: Elsevier UNESCO/IOC, 2008, Preparación para casos de tsunami: , p. 29.

- UNESCO, 2010, Tsunamis - Todo lo que debemos saber y hacer (DIPECHO, Ed.): Ecuador, UNESCO.
- UNESCO/COI. (2014). Tsunamis: las grandes olas, edición revisada. París, UNESCO. 16 págs., ilustr. Folleto 2012-4 rev. de la COI (inglés, francés y español), revisado en 2014.
- UNESCO/COI. (2019). Tsunami Glossary, Fourth Edition (Glosario de tsunamis, cuarta edición en español). París, UNESCO, Colección Técnica de la COI N° 85. (inglés, francés, español, árabe, chino) (IOC/2008/TS/85 rev.4)
- UNESCO/COI. (2020). Preparación para evacuaciones de comunidades en caso de tsunami: de mapas de inundación a mapas de evacuación, planes de respuesta y simulaciones. París, UNESCO. (Manuales y guías, 82)
- Unidad Nacional de Gestión del Riesgo - UNGRD (2018). Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes. Bogotá, D.C.
- Sampedro, J. (2005). Cómo salvarse de un tsunami, Diario El País, España, 9 de enero de 2005.



Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres

Avenida Calle 26 No. 92-32 Edificio Gold 4 - piso 2, Bogotá, Colombia

Código Postal: 111071

Horario de Atención: 8:00 a.m. a 5:00 p.m.



Contacto

Teléfono Conmutador: +57(1) 5529696

Línea Gratuita: 01-8000-113200

Línea Anticorrupción : 01-8000-113200

Correo Institucional: contactenos@gestiondelriesgo.gov.co

Correo de notificaciones judiciales:

notificacionesjudiciales@gestiondelriesgo.gov.co

[Política de seguridad de la información](#)

