



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



Intergovernmental Oceanographic Commission

85

# GLOSARIO DE TSUNAMIS

2008



UNESCO

IOC/INF-1221  
Hawaii, 2006  
Original: English  
The Tsunami Glossary (Spanish) was revised in 2008.

The designations employed and the presentation of the material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of UNESCO concerning the legal status of any country or territory, or its authorities, or concerning the delimitation of the frontiers of any country or territory.

**For bibliographic purpose, this document should be cited as follows:**

UNESCO-IOC. *Tsunami Glossary*. IOC Information document No. 1221. Paris, UNESCO, 2006.

Published by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization  
7 Place de Fontenoy, 75 352 Paris 07 SP, France  
© UNESCO 2006



Fotografía cortesía de Archivos del Museo Bishop.

# 1 CLASIFICACIÓN DE TSUNAMIS

## CARACTERÍSTICAS DEL FENÓMENO

Un tsunami se desplaza fuera de su región de origen como una serie de ondas. Su velocidad depende de la profundidad del agua, y por consiguiente las ondas sufren aceleraciones o desaceleraciones al pasar por diferentes profundidades del océano. Por este proceso, la dirección de propagación de la onda también cambia, y la energía de la onda se puede concentrar. En el océano profundo, las olas del tsunami pueden viajar a velocidades de 500 a 1.000 kilómetros por hora. Cerca de la playa, sin embargo, un tsunami disminuye su velocidad a unas decenas de kilómetros por hora. La altura de un tsunami también depende de la profundidad del agua. Un tsunami que tiene un metro de altura en el océano profundo puede crecer a decenas de metros en la línea de costa. Contrario a las familiares olas del océano causadas por el viento que son sólo una perturbación de la superficie del mar, la energía de las olas de tsunami se extiende hasta el fondo del océano. Cerca de la costa, esta energía se concentra en la dirección vertical por la reducción en la profundidad del agua, y en la dirección horizontal por una reducción de la longitud de onda debido a que se reduce su velocidad.

Los tsunamis tienen períodos (el tiempo de un solo ciclo de la onda) que pueden ser entre unos minutos hasta una hora, o excepcionalmente más. En la orilla, un tsunami puede presentarse

en una amplia variedad de expresiones que dependen del tamaño y período de las ondas, de la batimetría cerca de la costa y de la forma del litoral, del estado de la marea, y de otros factores. En algunos casos un tsunami puede inducir sólo una inundación relativamente benigna de áreas costeras bajas, aproximándose a la playa en forma similar a una rápida marea creciente. En otros casos puede llegar a la costa en forma de una pared vertical de agua turbulenta conteniendo desechos que pueden ser muy destructivos. En la mayoría de los casos también hay un decrecimiento del nivel del mar que precede a las crestas de las ondas del tsunami que producen un retroceso de la línea de agua costera, a veces por un kilómetro o más. Fuertes e inusuales corrientes del océano también pueden acompañar a tsunamis pequeños. Tsunamis pequeños también pueden causar fuertes e inusuales corrientes en el océano.

La destrucción y los daños provocados por un tsunami son el resultado directo de tres factores: inundación, impacto de la onda en estructuras, y erosión. Se pueden producir pérdidas de vidas por inmersión y por impacto físico cuando la gente se encuentra atrapada en las olas de tsunami, las cuales son turbulentas y cargadas de desechos. Fuertes corrientes inducidas por un tsunami han llevado a la erosión de fundaciones y al derrumbe de puentes y muros. La boyantez y las fuerzas de arrastre pueden mover casas y volcar carros del ferrocarril. Fuerzas asociadas a las olas del tsunami demuelen edificios y otras estructuras. Daño



considerable también es causado por los desechos flotantes, incluso los barcos y automóviles se tornan en peligrosos proyectiles que pueden chocar contra diferentes estructuras. Barcos e instalaciones de puertos han sido dañados incluso por la acción de ondas de tsunamis débiles. Los incendios, que son el resultado del derrame de aceite o de combustible de los barcos dañados en puerto, o de estanques de petróleo rotos y refinerías dañadas, pueden causar mayor daño que el infligido directamente por el tsunami. Otro daño secundario puede ser resultado de la contaminación por aguas negras y químicos después de la destrucción. Los daños a instalaciones de carga, descarga y almacenamiento también pueden presentar problemas peligrosos. Una creciente preocupación es el efecto potencial del tsunami, cuando las aguas en descenso destapan las entradas del agua de enfriamiento de las plantas nucleares.

## TSUNAMI HISTÓRICO.

Tsunami documentado a través de un testigo ocular u observación instrumental dentro de un registro histórico.

## TSUNAMI LOCAL.

Tsunami proveniente de una fuente cercana con efectos destructivos que se confinan a las costas dentro de cien kilómetros de la fuente que lo generó, normalmente causado por un terremoto, a veces por un deslizamiento de tierra o un flujo piroclástico producido por una erupción volcánica.

## MAREMOTO.

Término en español para tsunami.



Daños causados por el tsunami en Chile, 22 de mayo, 1960. Fotografía cortesía de la Ilustre Municipalidad de Maullín, Circular 1187 USGS.

## TSUNAMI METEOROLÓGICO (METEOTSUNAMI).

Es un fenómeno con características de tsunami generado por perturbaciones meteorológicas o atmosféricas. Estas ondas pueden ser producidas por ondas atmosféricas de gravedad, bruscas variaciones de presión, sistemas frontales, rachas de viento, tifones, huracanes y otros orígenes atmosféricos. Los Meteotsunamis tienen la misma escala temporal y espacial que las ondas de tsunami y pueden ser similarmente devastadoras en las áreas costeras, especialmente en bahías y caletas con una fuerte amplificación y propiedades de resonancia (por ejemplo caleta Ciutadella en Islas Baleric, Bahía de Nagasaki en Japón, Puerto Longkou en China, Bahías de Vela Luka, Stari Grad y Mali Ston en Croacia). Algunas veces llamado *rissaga*.

## MICRO TSUNAMI.

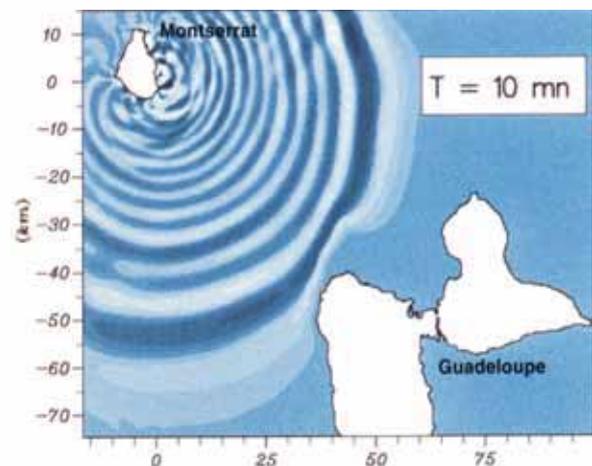
Tsunami de amplitud tan pequeña que debe observarse instrumentalmente; no se puede detectar fácilmente de manera visual.

## TSUNAMI TRANSOCEÁNICO (OCEAN-WIDE TSUNAMI).

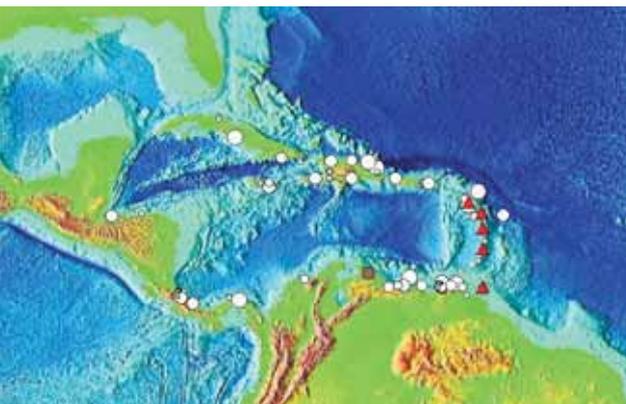
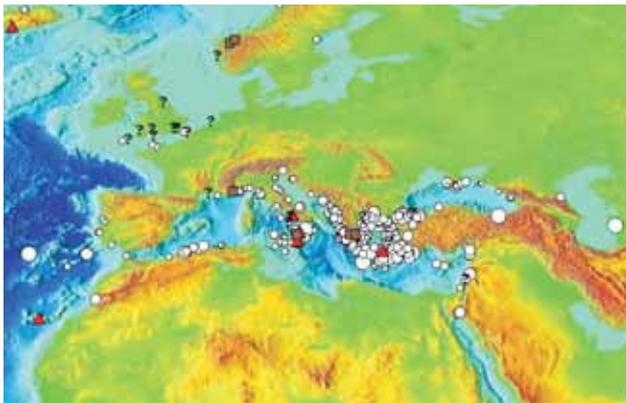
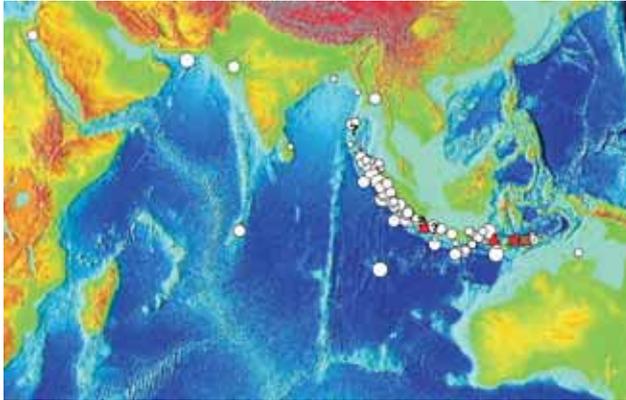
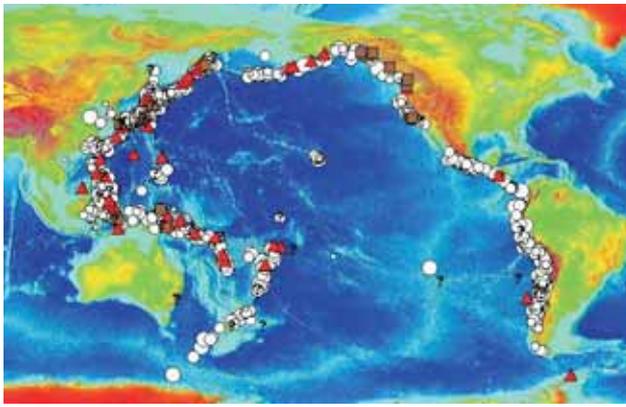
Un tsunami capaz de causar una amplia destrucción, no solamente en la región inmediata al área de generación, si no que a través de todo el océano por el que se propaga. Todos los tsunamis transoceánicos han sido generados por grandes terremotos. Sinónimo de teletsunami o tsunami de campo lejano.

## PALEO TSUNAMI.

Tsunami que ocurre antes del registro histórico o para el cual no existen observaciones escritas. Investigaciones sobre paleotsunamis se han



Diapositivas del modelamiento numérico de la superficie del mar en los 10 minutos posteriores a que un flujo piroclástico en la zona suroeste de la isla Montserrat se convierta en un deslizamiento submarino y genere un tsunami. Cortesía de LDG, Francia.



La cuatro imágenes superiores muestran la localización de las fuentes de tsunamis en el Océano Pacífico, Índico, Mar Mediterráneo y Mar del Caribe. Los símbolos indican el origen del tsunami: ■ es un deslizamiento, ▲ es una erupción volcánica, ? es de origen desconocido, y ○ es un terremoto donde el tamaño del círculo fue graduado para indicar la magnitud del sismo. Fuente: Centro Nacional de Datos Geofísicos / Centro de Datos Mundiales.

### Regional and Local Tsunamis causing 2,000 or more deaths

Date			Source Location	Estimated Dead or Missing
365	7	21	Crete, Greece	5,700
887	8	2	Niigata, Japan	2,000
1341	10	31	Aomori Prefecture, Japan	2,600
1498	9	20	Enshunada Sea, Japan	31,000
1570	2	8	Central Chile	2,000
1586	1	18	Ise Bay, Japan	8,000
1605	2	3	Nankaido, Japan	5,000
1611	12	2	Sanriku, Japan	5,000
1674	2	17	Banda Sea, Indonesia	2,243
1687	10	20	Southern Peru	*5,000
1692	6	7	Port Royal, Jamaica	2,000
1703	12	30	Boso Peninsula, Japan	*5,233
1707	10	28	Enshunada Sea, Japan	2,000
1707	10	28	Nankaido, Japan	30,000
1746	10	29	Central Peru	4,800
1751	5	20	Northwest Honshu, Japan	2,100
1755	11	1	Lisbon, Portugal	*60,000
1771	4	24	Ryukyu Islands, Japan	13,486
1783	2	5	Strait of Messina, Italy	*30,000
1792	5	21	Kyushu Island, Japan**	4,300
1854	12	24	Nankaido, Japan	*3,000
1883	8	27	Krakatau, Indonesia**	36,000
1896	6	15	Sanriku, Japan	*27,122
1899	9	29	Banda Sea, Indonesia	*2,460
1923	9	1	Sagami Bay, Japan	2,144
1933	3	2	Sanriku, Japan	3,022
1941	6	26	Andaman Sea, India	5,000
1976	8	16	Moro Gulf, Philippines	3,744
1992	12	12	Flores Sea, Indonesia	*2500
1998	7	17	Papua New Guinea	2,183
2004	12	26	Banda Aceh, Indonesia	*227,898

\* May include earthquake casualties

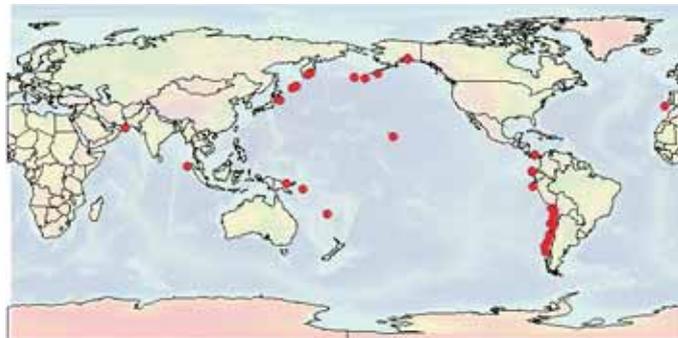
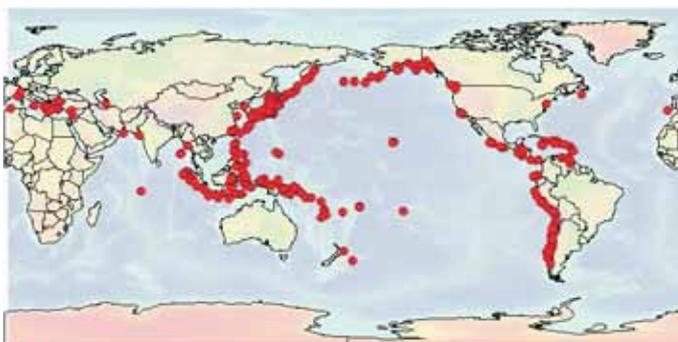
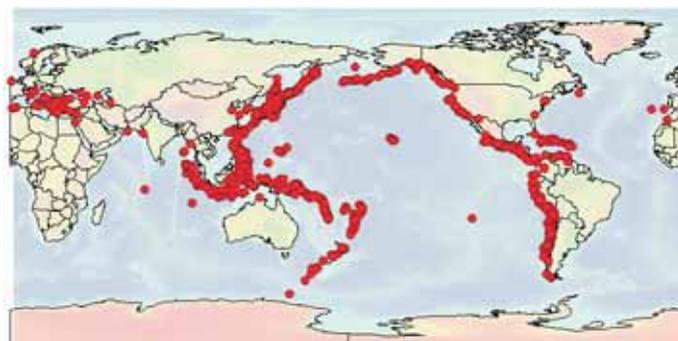
\*\* Tsunami generated by volcanic eruption

efectuado recientemente en algunas regiones alrededor del Pacífico. Estos trabajos se basan principalmente en la identificación, recolección y análisis de depósitos de tsunamis encontrados en áreas costeras y su correlación con sedimentos similares encontrados en forma local, regional o a través de cuencas oceánicas. En un caso, la investigación ha llevado a una nueva preocupación por la posible ocurrencia futura de grandes terremotos y tsunamis a lo largo de la costa noroeste de América del Norte. En otro caso, el registro de tsunamis en la región de Kuril-Kamchatka se extendió mucho más

### Regional and Local Tsunamis causing deaths since 1975

Date	Source Location	Estimated Dead or Missing
1975 10 31	Philippine Trench	1
1975 11 29	Hawaii, USA	2
1976 8 16	Moro Bay, Philippines	4,456
1977 8 19	Sumbawa, Indonesia	189
1979 7 18	Lebata Island, Indonesia**	539
1979 9 12	Irian Jaya, Indonesia	100
1979 10 16	French Rivera**	6
1979 12 12	Narino, Colombia	*600
1981 9 1	Samoa Islands	2
1983 5 26	Noshiro, Japan	100
1988 8 10	Solomon Islands	1
1991 4 22	Limon, Costa Rica	2
1992 9 2	Off coast Nicaragua	170
1992 12 12	Flores Sea, Indonesia	*2,500
1993 7 12	Sea of Japan	330
1994 2 15	Sumatra, Indonesia	7
1994 6 2	Java, Indonesia	250
1994 10 8	Halmahera, Indonesia	1
1994 11 4	Skagway Alaska, USA**	1
1994 11 14	Philippine Islands	*78
1995 5 14	Timor, Indonesia	11
1995 10 9	Manzanillo, Mexico	1
1996 1 1	Sulawesi, Indonesia	9
1996 2 17	Irian Jaya, Indonesia	110
1996 2 21	Northern Peru	12
1998 7 17	Papua New Guinea	2,183
1999 8 17	Izmit Bay, Turkey	150
1999 11 26	Vanuatu Islands	5
2001 6 23	Southern Peru	26
2005 3 28	Sumatra, Indonesia	10
2006 3 14	Seram Island, Indonesia	4
2006 7 17	Java, Indonesia	664
2007 4 1	Solomon Islands	*52
2007 4 21	Southern Chile	10

\* May include earthquake casualties  
 \*\* Tsunami generated by landslide



Más de un 80% de los tsunamis ocurridos alrededor del mundo fueron causados por terremotos y sobre un 60% de éstos fueron observados en el Pacífico, donde ocurren grandes terremotos debido a la subducción de placas tectónicas a lo largo del Cinturón de Fuego. Arriba: Epicentros de todos los terremotos tsunamigénicos. Los tsunamis han causado daños locales en todas las cuencas oceánicas. Medio: Localización de terremotos, erupciones volcánicas, y deslizamientos generadores de tsunamis que han causado localmente daños y víctimas. Aunque la mayoría de los tsunamis que fueron observados a más de 1,000 km de distancia (teletsunamis) fueron generados por terremotos en el Pacífico, estos teletsunamis también han causado daños y víctimas en los océanos Atlántico e Índico. Abajo: Localización de las fuentes de teletsunamis causantes de daños o víctimas. Estos datos están basados en registros históricos. Fuente: Centro Nacional de Datos Geofísicos / Centro de Datos Mundiales.

atrás en el tiempo. Con la continuación del trabajo en este campo se puede esperar una cantidad significativa de nueva información sobre antiguos tsunamis para ayudar en la evaluación de dicha amenaza.

### TSUNAMI REGIONAL.

Tsunami capaz de causar destrucción en una región geográfica particular, generalmente dentro de 1000 km de su fuente.

Ocasionalmente, los tsunamis regionales también tienen efectos muy limitados y localizados en zonas fuera de la región.

La mayoría de los tsunamis destructivos pueden ser clasificados como locales o regionales. De esto resulta que la mayoría de las muertes y daños a la propiedad relacionados a tsunamis, también son producidos por tsunamis de este tipo. Entre 1975 y 2007 ha habido 34 tsunamis locales o regionales, los que han producido

significativas pérdidas de vidas y/o daños a propiedades en el Pacífico y mares adyacentes.

Por ejemplo, un tsunami regional que ocurrió, en 1983, en el Mar del Japón o Mar del Este, dañó severamente áreas costeras de Japón, Corea, y Rusia, causando más de US\$ 800 millones en daños, y más de cien muertos. Después de nueve años sin un evento, once tsunamis localmente destructivos en un periodo de siete años entre 1992 y 1998, produjeron más de 5,300 muertes y centenares de millones de dólares en daños a la propiedad. En la mayoría de los casos, los esfuerzos de mitigación de tsunami establecidos en el momento fueron incapaces de prevenir los daños importantes y las pérdidas de vidas. Sin embargo, futuras pérdidas por tsunamis locales o regionales pueden reducirse si se establece una red más densa de centros de alerta, se instalan estaciones sísmicas y mareográficas, y se mejoran las comunicaciones para proporcionar una advertencia oportuna, en conjunto con mejores programas de preparación y educación sobre tsunami.

## **TELE TSUNAMI = TSUNAMI GENERADO A DISTANCIA O TSUNAMI DE CAMPO LEJANO.**

Tsunami originado por una fuente distante, generalmente a distancias de más de 1,000 km y a más de 3 horas de tiempo de viaje de las ondas de tsunami desde su origen. Mucho menos frecuentes, pero con un potencial de amenaza más alto que los regionales son los

tsunamis distantes que afectan toda la cuenca del Pacífico. Normalmente empiezan como un tsunami local que causa destrucción extensa cerca de la fuente, estas ondas continúan viajando por toda la cuenca del océano con energía suficiente para causar víctimas adicionales y destrucción en las costas ubicadas a más de mil kilómetros de la fuente. En los últimos doscientos años, ha habido por lo menos 26 tsunamis destructivos de este tipo.

El tsunami Trans-Pacífico más destructivo de la historia reciente fue generado por un potente terremoto frente a la costa de Chile el 22 de mayo de 1960. Todos los pueblos costeros chilenos entre los paralelos 36 y 44 °S fueron destruidos o fuertemente dañados por la acción del tsunami y del sismo. Tsunami y terremoto cobraron 2,000 vidas humanas, 3,000 heridos, 2,000,000 de damnificados, y US\$ 550 millones de daños materiales. En el pueblo costero de Corral, Chile, las alturas de las ondas fueron estimadas en 20 metros. El tsunami causó 61 muertes en Hawaii, 20 en Filipinas y 139 o más en Japón. Los daños estimados fueron de US\$ 50 millones en el Japón, US\$ 24 millones en Hawaii y algunos millones más a lo largo de la costa Oeste de los Estados Unidos y Canadá. Las alturas de las ondas en estas distancias variaron de oscilaciones ligeras en algunas áreas a 12 metros en la Isla de Pitcairn; 11 metros en Hilo, Hawaii; y 6 metros en algunos lugares del Japón.

La peor catástrofe producida por un tsunami en la

*Tsunamis Causing Deaths greater than 1,000 km from the source location*

Date	Earthquake Location	Estimated Dead or Missing		Distant locations that reported casualties
		Local	Distant	
1837 11 7	Southern Chile		16	USA (Hawaii)
1868 8 13	Northern Chile	25,000*	1	New Zealand, Southern Chile
1877 5 10	Northern Chile	Hundreds	Thousands	Fiji, Japan, Peru, USA (Hawaii)
1923 2 3	Kamchatka, Russia	2	1	USA (Hawaii)
1945 11 27	Makran coast, Pakistan	300*	Some	India
1946 4 1	Unimak Island, Alaska, USA	5	160	USA (California, Hawaii)
1960 5 22	Central Chile	1,000	283	Japan, Philippines, USA (California, Hawaii)
1964 3 28	Prince William Sound, Alaska, USA	106	18	USA (California, Oregon)
2004 12 26	Banda Aceh, Indonesia	175,827*	52,071	Bangladesh, India, Kenya, Maldives, Myanmar, Seychelles, Somalia, South Africa, Sri Lanka, Tanzania, Yemen

\* May include earthquake casualties



historia, ocurrió en el océano Índico el 26 de diciembre de 2004, cuando un terremoto de magnitud 9.3 con epicentro fuera de la costa noroeste de Sumatra, Indonesia, produjo un tsunami transoceánico que alcanzó a Tailandia y Malasia por el este, y Sri Lanka, India, las Maldivas y África por el oeste.

Alrededor de 228,000 personas perdieron la vida y más de un millón de personas fueron desplazadas, perdiendo sus casas, propiedades y bienes. La magnitud de la destrucción y muertes causó la inmediata respuesta de los líderes mundiales, lo que condujo al desarrollo de los sistemas de mitigación y alerta de tsunamis para el océano Índico en el año 2005. El evento, también aumentó la conciencia del riesgo de tsunami globalmente, y se establecieron nuevos sistemas en el Caribe, el Mediterráneo y el Atlántico.



*El tsunami del 26 de Diciembre de 2004 destruyó la ciudad cercana de Banda Aceh dejando sólo unas pocas estructuras en pie. Fotografía cortesía de Yuichi Nishimura, Universidad de Hokkaido.*

## **TSUNAMI.**

Una serie de ondas de longitud y período sumamente largos, normalmente generados por perturbaciones asociadas con terremotos que ocurren bajo o cerca del piso oceánico. También, una serie de ondas del océano producidas por un terremoto submarino, derrumbe, o una erupción volcánica. También se les llama maremoto. Estas ondas pueden alcanzar dimensiones enormes y pueden viajar por toda la cuenca del océano con poca pérdida de energía. Estas ondas se propagan como comunes olas de gravedad con un período típico de entre 10 y 60 minutos. Las ondas de tsunamis se amplifican y aumentan en altura al acercarse a aguas poco profundas, inundando áreas bajas; y donde la topografía submarina local causa amplificación extrema, las olas pueden romper y causar mucho daño. Los tsunamis no tienen ninguna relación con las mareas.



*Tsunami generado por el sismo del 26 de mayo de 1983 en el mar de Japón, aproximándose a la isla Okushiri. Fotografía cortesía de la Universidad de Tokai.*

## **SISMO- TSUNAMI.**

Un terremoto que produce un tsunami extraordinariamente grande en relación con la magnitud del sismo (Kanamori, 1972). Los sismos tsunamigénicos se caracterizan por un foco muy poco profundo, dislocaciones de la falla mayor de varios metros, y el plano de la falla es más pequeño que para los terremotos normales. Estos también son terremotos lentos, el desplazamiento a lo largo de sus fallas ocurre más despacio que como ocurriría en terremotos normales. Los últimos eventos de este tipo fueron en Nicaragua, 1992 y en Chimbote, Perú, 1996.

## **SEDIMENTOS DE TSUNAMI.**

Sedimentos depositados por un tsunami. Los descubrimientos de depósitos de sedimentos de un tsunami dentro de las capas estratigráficas del suelo entregan información sobre la aparición de paleotsunamis históricos. El descubrimiento de depósitos de fechas similares en distintos lugares, a veces a través de cuencas oceánicas y lejos del origen del tsunami, pueden utilizarse para trazar mapas e inferir la distribución de una inundación e impacto de un tsunami.



*Capas de sedimento depositado por sucesivas ondas generadas por el tsunami ocurrido el 26 de diciembre de 2004 en el océano Índico, observadas en Banda Aceh, Indonesia. Fotografía cortesía de Yuichi Nishimura, Universidad de Hokkaido.*

# 2 TÉRMINOS GENERALES RELATIVOS A LOS TSUNAMIS

*Esta sección contiene términos generales utilizados en la mitigación de los tsunamis así como su generación y modelación.*

## **OLA DE ROMPIENTE.**

Ola del mar de tal pendiente que el seno adelanta al cuerpo de la ola y se derrumba en una masa turbulenta sobre la orilla o en un arrecife. Normalmente, el rompimiento ocurre cuando la profundidad del agua es menor a 1,28 veces la altura de la ola. Se pueden distinguir tres tipos de olas grandes, dependiendo principalmente de la pendiente del fondo: (a) olas de derrame (sobre un fondo casi plano) que forman un parche espumante en la cresta y rompen gradualmente sobre una distancia considerable; (b) olas zambulléndose (sobre una gran pendiente del fondo) cuyas crestas, se curvan con una tremenda masa sobresaliente y luego se rompen con gran estrépito; (c) oleadas (sobre pendientes del fondo muy empinadas) que no revientan sino que se “desplazan” hacia la playa. Las olas también revientan en agua profunda si se empinan demasiado alto por el viento, pero estas olas normalmente tienen crestas cortas.

## **ROMPEOLAS.**

Una estructura en la costa similar a una pared que se usa para proteger un puerto o playa de la fuerza de las olas.



*Barrera de contención, con escalas como ruta de evacuación, usado para proteger un pueblo costero contra la inundación por tsunami en Japón. Fotografía cortesía de Oficina de Ríos, Ministerio de Tierra, Infraestructura y Transporte, Japón.*



*Esclusa usada como protección contra las ondas de tsunami en Isla Okushiri, Japón. La compuerta comienza a cerrarse automáticamente unos segundos después que el movimiento telúrico active los sensores sísmicos. Fotografía cortesía de ITIC.*

## **REMOLINO (EDDY).**

Remolinos formados por la dinámica del movimiento de las corrientes y olas.



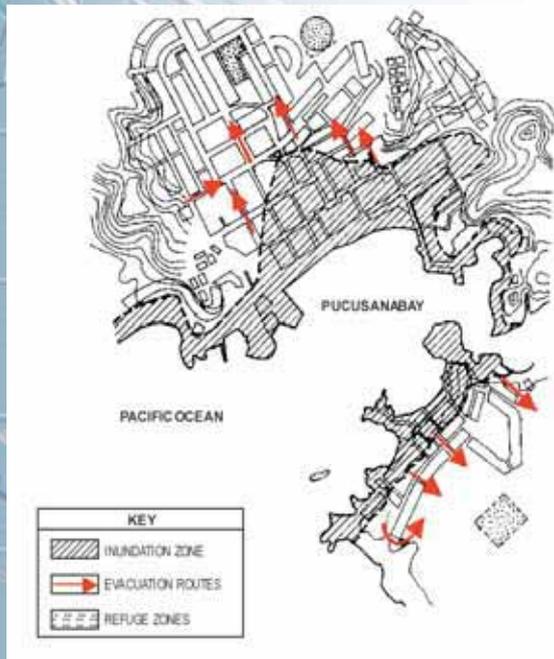
*Remolinos generados por la interacción de las ondas de tsunami, debido a su impacto en la costa de Sri Lanka, 26 de Diciembre de 2004. Fotografía cortesía de Digital Globe.*

## TIEMPO ESTIMADO DE ARRIBO.

Tiempo de llegada del tsunami a un determinado lugar, calculado en base a la modelación de la velocidad y la refracción de la onda de tsunami que se propaga desde la fuente. La llegada se estima con muy buena precisión (menor que un par de minutos) si la batimetría y la fuente son conocidas.

## MAPA DE EVACUACIÓN.

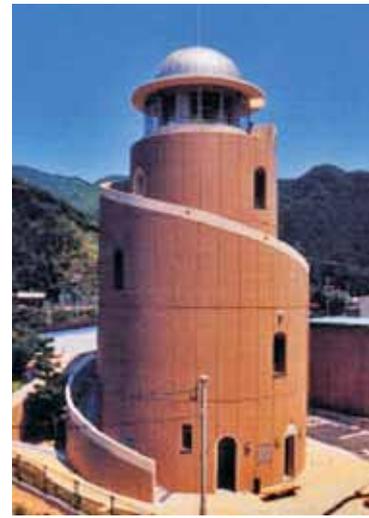
Dibujo o mapa que presenta zonas de peligro y define límites de los cuales las personas deben ser evacuadas para evitar ser afectadas por las ondas del tsunami. Las rutas de evacuación a veces se designan para asegurar el movimiento eficiente de las personas fuera de la zona de peligro hasta los refugios



Mapa de Inundación y Evacuación para la ciudad costera de Pucusana, Perú.



Plataforma elevada utilizada para la evacuación ante un tsunami y también usada como mirador turístico, isla Okishiri, Japón. Fotografía cortesía del ITIC.



Edificio de refugio de emergencia, capaz de actuar como centro comunitario y Museo para la Prevención de Desastres. Kisei, Prefectura Mie, Japón. El edificio tiene una altura de 22 m, con 5 pisos que abarcan 320 m², con una capacidad para 500 personas. Información cortesía de <http://www.webmie.or.jp>.

## DATOS DE TSUNAMIS HISTÓRICOS.

Los datos históricos están disponibles en muchas formas y para muchos lugares. Las formas incluyen catálogos publicados y manuscritos sobre la ocurrencia de tsunamis, registros mareográficos, amplitudes de tsunami, mediciones de la zona de inundación, informes de investigaciones de terreno, reportes en periódicos, películas o videos.

## SEICHE.

Un seiche puede ser generado por una ola constante que oscila en un cuerpo cerrado o semicerrado. Se puede iniciar por ondas sísmicas de largo período (un terremoto), olas de viento o un tsunami.

## OLA SÍSMICA.

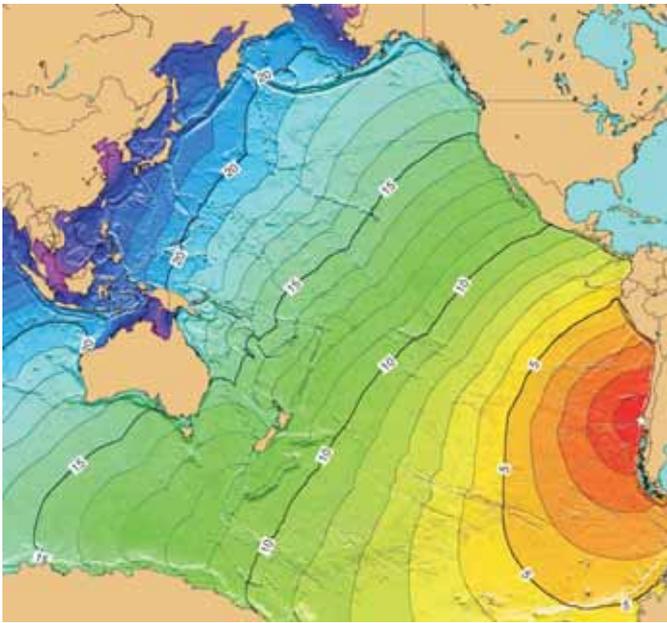
Algunas veces los tsunamis son llamados olas sísmicas debido a que en su mayoría son generadas por sismos.

## TIEMPO DE VIAJE.

Tiempo que toman las primeras ondas de tsunami en propagarse desde su origen a un punto dado en el litoral.

## MAPA DE TIEMPO DE VIAJE.

Mapa que muestra isocronas o líneas de igual tiempo de viaje del tsunami calculado desde la fuente hacia los puntos de arribo en litorales distantes.



*Tiempos de viaje (en horas) a través de la cuenca del Pacífico para el tsunami del 22 de Mayo de 1960 en Chile. Este tsunami fue extremadamente destructivo a lo largo de la costa cercana de Chile, causando también destrucción significativa y víctimas en áreas lejanas como Hawaii y Japón. La conciencia y preocupación adquirida por este tsunami transpacífico posteriormente condujo a la formación del Sistema de Alarma de Tsunami del Pacífico (PTWS).*

## **TSUNAMI BORE.**

Frente de una onda de tsunami que se mueve rápidamente y en forma turbulenta. Generalmente se producen en las desembocaduras de ríos o estuarios.



*Onda de tsunami "tipo bore" ingresando por el río Wailua, Hawaii durante el tsunami de las islas Aleutianas en 1946. Fotografía cortesía de Museo de Tsunamis del Pacífico.*

## **DAÑOS POR TSUNAMI.**

Pérdidas o daños causados por un tsunami destructivo. Los daños causados directamente por tsunami pueden resumirse de la siguiente forma : 1) muertos y heridos; 2) casas destruidas, parcialmente destruidas, inundadas, o quemadas; 3) otros daños a propiedades y pérdidas de materiales; 4) barcos desplazados tierra adentro, dañados o destruidos; 5) maderas

arrastradas lejos; 6) instalaciones marinas destruidas, y; 7) daño a instalaciones públicas como ferrocarriles, caminos, plantas eléctricas, instalaciones de suministro de agua, y otros. El daño secundario e indirecto causado por un tsunami puede ser: 1) daño por incendio de casas, barcos, estanques de petróleo, estaciones de gas, y otras instalaciones; 2) contaminación medioambiental causada por materiales flotantes, petróleo, u otras sustancias; 3) aparición de enfermedades epidémicas, las cuales pueden ser serias en áreas densamente pobladas.



*Masiva destrucción en el pueblo de Aonae en la isla Okushiri, Japón generada por el tsunami regional del 12 de julio de 1993. Fotografía cortesía del Dr. Eddie Bernard. NOAA.PMEL.*



*Banda Aceh, Sumatra, Indonesia. El tsunami del 26 de diciembre de 2004 arrasó con poblados costeros dejando sólo arena, fango y agua donde alguna vez hubo comunidades prósperas de viviendas, oficinas y áreas verdes. Fotografía cortesía de Digital Globe.*

## DISIPACIÓN DEL TSUNAMI.

La redistribución de la energía del tsunami en función de su período, cuando se propaga.

## OLA TRANSVERSAL DE TSUNAMI.

Ola generada por un tsunami que viaja a lo largo de la costa.

## OSCILACIONES PREVIAS DE UN TSUNAMI

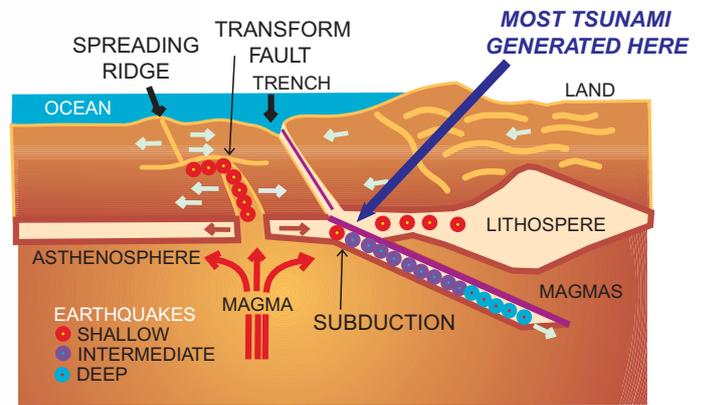
Una serie de oscilaciones del nivel del mar que preceden a la llegada de las olas principales de un tsunami, principalmente debido a la resonancia y batimetría en bahías.

## GENERACIÓN DEL TSUNAMI.

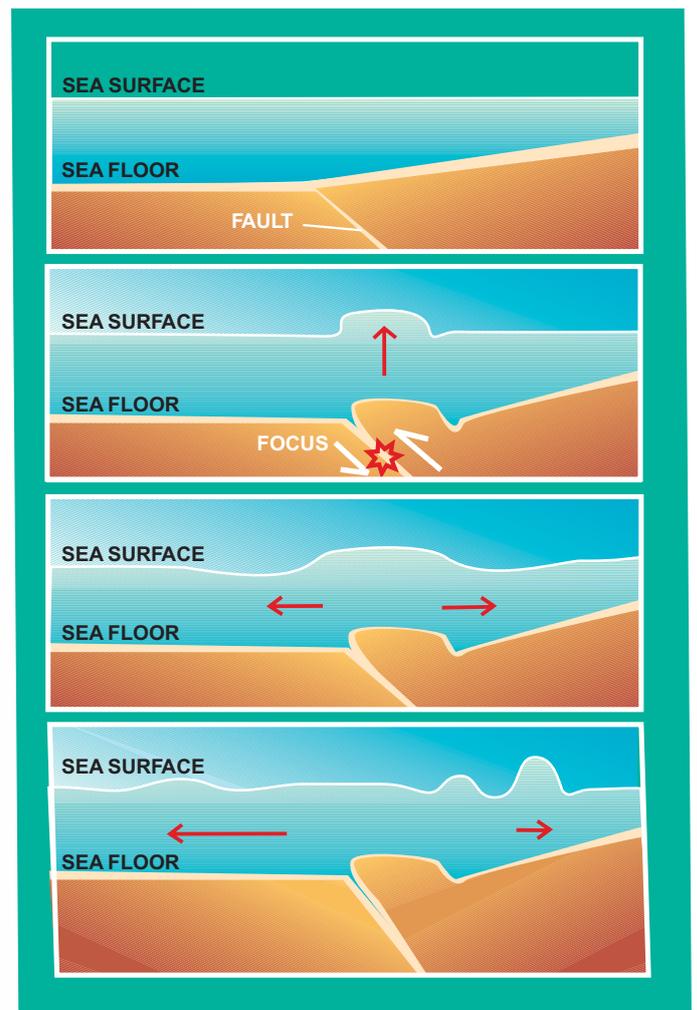
Los tsunamis se provocan en su mayoría por terremotos, pero pueden también producirse por deslizamientos de tierra, erupciones volcánicas y muy poco frecuente por meteoritos y otros impactos en la superficie oceánica. Un tsunami se genera, en primer lugar, por dislocaciones tectónicas bajo el mar causadas por terremotos de baja profundidad en áreas de subducción. Los bloques de la corteza terrestre movidos hacia abajo y arriba imparten una energía potencial en la masa de agua sobre ellos, modificando radicalmente el nivel del mar de la región afectada. La energía así transmitida a la masa de agua resulta en la generación del tsunami, lo que significa radiación de energía desde la zona de origen en forma de ondas de período largo.



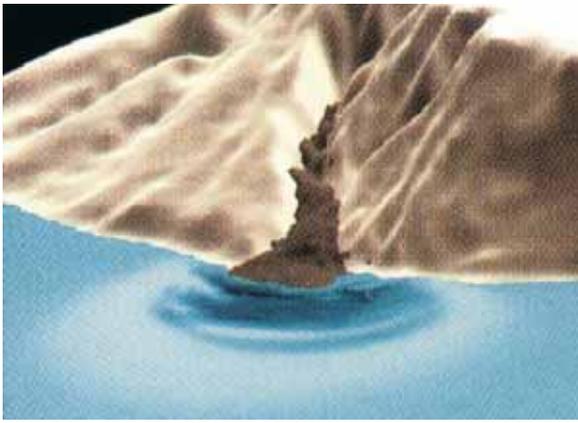
Los tsunamis pueden ser generados por deslizamientos submarinos o subáreos cuando ingresan al agua. Cortesía de LDG, Francia.



La mayoría de los tsunamis son generados por terremotos grandes, someros y de fallamiento inverso que ocurren cuando una placa tectónica es subductada. Los terremotos someros pueden ocurrir a lo largo de centros de expansión o dorsales, pero no tienen la magnitud necesaria para causar un tsunami. Terremotos grandes y someros también pueden ocurrir a lo largo de fallas transformantes, pero existe un movimiento vertical menor durante el fallamiento, de manera que no existe generación de tsunami.



A menudo los tsunamis son generados por terremotos someros.



Los tsunamis pueden ser generados por flujos piroclásticos asociados a erupciones volcánicas. Cortesía de LDG, Francia.

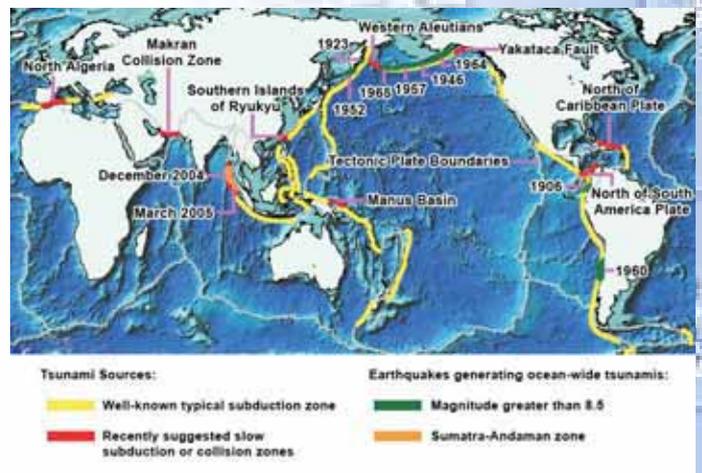
## TEORÍA DE LA GENERACIÓN DE TSUNAMI.

La generación de un tsunami puede estudiarse con métodos desarrollados por la teoría de la dinámica de elasticidad. La fuente que representa un foco de un terremoto es una discontinuidad en la componente tangencial del desplazamiento de una porción de la corteza terrestre.

La teoría se puede explicar en base a la solución de dos problemas: el problema de origen del campo de desplazamiento generado por la fuente en el semi-espacio elástico sólido con límite libre (fondo) que es considerado casi estático, y el problema de la propagación de la onda de gravedad dentro de la capa de líquido pesado e incompresible generada por el movimiento (deducido del problema anterior) del fondo sólido. Los parámetros de la onda de gravedad son teóricamente función de aquellos de la fuente (profundidad y orientación). En particular, se puede obtener una estimación muy aproximada de la energía de la fuente transmitida a la onda de gravedad. Generalmente, una parte de ella corresponde a las estimaciones obtenidas con datos empíricos. También, los tsunamis pueden ser generados a través de otros mecanismos diferentes como explosiones volcánicas o nucleares, derrumbes, la caída de rocas y avalanchas submarinas.

## PELIGRO DE TSUNAMI.

La probabilidad de que un tsunami de determinada magnitud impacte en una sección particular de la costa.



Localización de las fuentes de tsunami globales. El riesgo de tsunami existe en todos los océanos y cuencas, pero ocurre frecuentemente en el Océano Pacífico. Los tsunamis pueden ocurrir en cualquier lugar y momento debido a que los terremotos no pueden ser pronosticados en forma precisa. Cortesía de LDG, Francia.

## EVALUACIÓN DEL PELIGRO DE TSUNAMI.

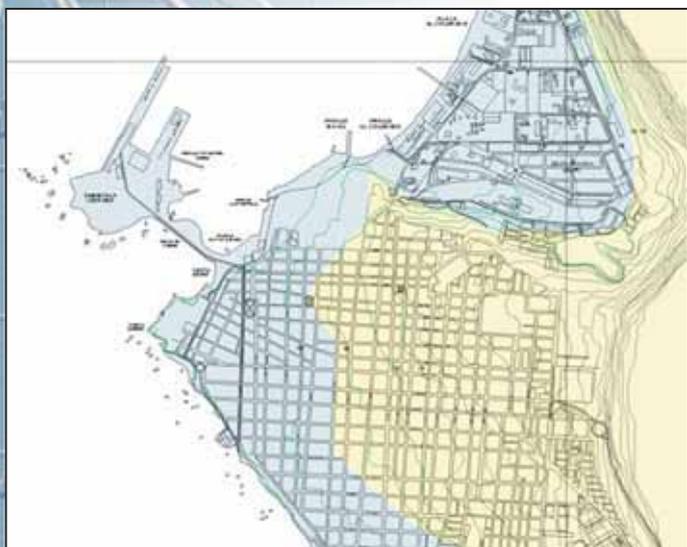
Para cada comunidad costera, se necesita hacer una evaluación y nivel del peligro del tsunami para identificar poblaciones y recursos bajo amenaza. Esta evaluación requiere conocimientos de probables fuentes de tsunami (como terremotos, derrumbes, erupciones volcánicas), su probabilidad de ocurrencia, y las características de los tsunamis producidos en dichas fuentes cuando impactan en los diferentes lugares a lo largo de la costa. Para esas comunidades, los datos de tsunamis antiguos (históricos y paleotsunamis) pueden ayudar a cuantificar estos factores. Para la mayoría de las comunidades, sin embargo, existen sólo datos muy limitados o ninguna información. Para estas costas, los modelos numéricos de inundación por tsunami pueden proporcionar estimaciones de las áreas que se inundarán en caso de un terremoto tsunamigénico local o distante, o un derrumbe local.

## EFFECTOS DE LOS TSUNAMIS.

Aunque poco frecuentes, los tsunamis están entre los fenómenos físicos más desastrosos y complejos y han sido responsables de muchas pérdidas de vidas y la destrucción extensa de propiedades. Debido a su destructividad, los tsunamis tienen impactos importantes en el sector humano, social y económico de las comunidades. Los archivos históricos muestran que han ocurrido destrucciones enormes de comunidades costeras a lo largo del mundo y que

el impacto socio-económico de los tsunamis ha sido enorme en el pasado. En el Océano Pacífico, donde se ha generado la mayoría de estas ondas, el registro histórico muestra grandes destrucciones con grandes pérdida de vidas y propiedades.

En Japón, que tiene una de las regiones costeras más pobladas del mundo y una larga historia de actividad sísmica, los tsunamis han destruido poblaciones costeras enteras. También hay una historia de destrucción severa por tsunamis en Alaska, las Islas de Hawaii, y América del Sur, aunque los archivos para estas áreas no son tan completos. El último tsunami transpacífico mayor ocurrió en 1960. Muchos otros tsunamis destructivos locales y regionales han ocurrido con efectos más puntuales.



*Inundación de tsunami estimada para Iquique, Chile, basada en resultados de una modelación numérica. Cortesía de SHOA, Chile.*

## **MODELACIÓN NUMÉRICA DE TSUNAMI.**

Descripciones matemáticas que buscan describir el tsunami observado y sus efectos.

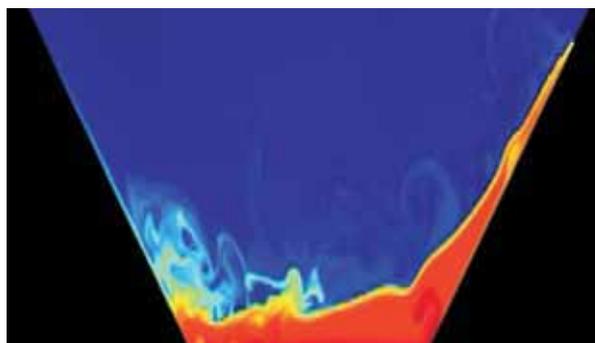
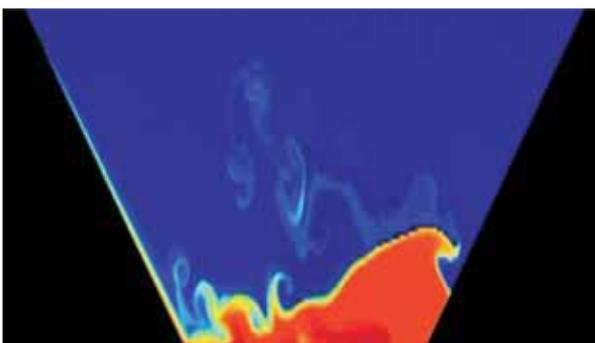
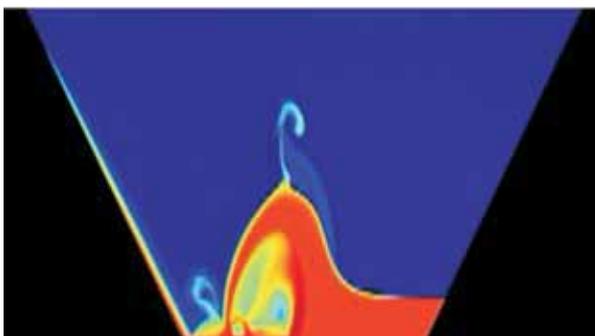
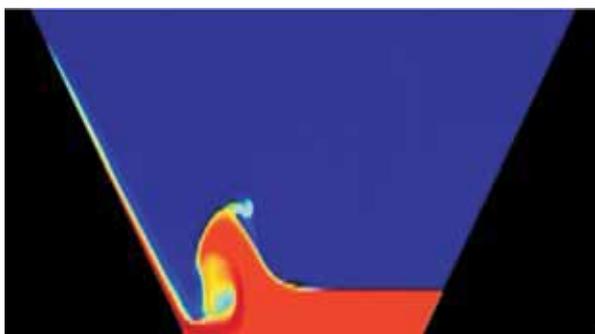
A menudo, la única manera de determinar el runup potencial y la inundación de un tsunami local o distante es usar la simulación numérica, dado que los datos de tsunamis pasados son normalmente insuficientes. Los modelos pueden ser inicializados con un escenario pesimista para el origen de un tsunami frente a la costa con el objeto de determinar los escenarios correspondientes al peor caso para el run up y la inundación. También pueden inicializarse

modelos con fuentes más pequeñas para entender la severidad del riesgo por eventos menos extremos pero más frecuentes. Esta información es entonces la base para crear mapas y procedimientos para la evacuación por tsunamis. En la actualidad, tales simulaciones sólo se han llevado a cabo para un fragmento de las áreas costeras bajo riesgo. Técnicas de modelación suficientemente exactas han estado disponibles sólo en años recientes, y estos modelos requieren capacitación para entenderlos y usarlos correctamente, así como la entrada de datos topográficos y de batimetría detallados para el área a modelarse.

En años recientes, los modelos numéricos fueron usados para simular la propagación de un tsunami y su interacción con tierra firme. Estos modelos normalmente resuelven ecuaciones similares, pero a menudo emplean técnicas numéricas diferentes y se aplican a segmentos diferentes del problema total de la propagación del tsunami, desde las zonas de generación hasta el runup en áreas distantes.

Por ejemplo, se han empleado varios modelos numéricos para simular la interacción de tsunamis con islas. Estos modelos han usado los métodos de diferencias finitas, de elementos finitos y de integración de los límites para resolver las ecuaciones lineales de ondas largas. Estos modelos resuelven ecuaciones relativamente sencillas y proporcionan simulaciones razonables de tsunamis para propósitos de ingeniería.

Existen datos históricos muy limitados para la mayoría de las costas del Pacífico. Por consiguiente, las simulaciones numéricas pueden ser la única manera de estimar el riesgo potencial en estas áreas bajo peligro de tsunami. Existen ahora técnicas para llevar a cabo esta valoración. A través de programas como el Proyecto TIME (Intercambio de Modelos de Inundación por Tsunami) de COI/ITSU, se pueden transferir a todos los países del Pacífico bajo riesgo los programas de computación y la capacitación necesaria para realizar esta modelación.



*Modelo numérico complejo calculado para ajustar el tsunami local generado por un deslizamiento en Bahía Lituya, Alaska, en 1958, el cual provocó el mayor runup registrado (525 m). Este modelo complejo ajusta de forma precisa el detalle de los vórtices de segundo orden y los efectos de salpicaduras demostrados por medio de los experimentos de laboratorio. Cortesía de Galen Gisler, Laboratorio Nacional de Los Alamos.*

## **OBSERVACIÓN DE LOS TSUNAMIS.**

Observación o medida de la fluctuación del nivel del mar causado por la incidencia de un tsunami, en un punto particular y en un tiempo determinado.



*Rompiente costera en Hilo, Hawaii, debido al tsunami de Islas Aleutianas de 1943. Fotografía cortesía del Museo de Tsunami del Pacífico.*

## **PREVENCIÓN EN MATERIA DE TSUNAMIS.**

Disposición de crear planes, métodos, procedimientos y acciones a ser tomadas por entidades gubernamentales y el público en general con el propósito de minimizar el riesgo potencial y mitigar los efectos de tsunamis futuros. Una preparación apropiada para una advertencia del peligro de tsunami, requiere de conocimiento sobre las áreas que podrían inundarse (mapas de inundación por tsunami) y conocimiento del sistema de alerta para saber cuándo se tiene que evacuar y cuándo es seguro volver.



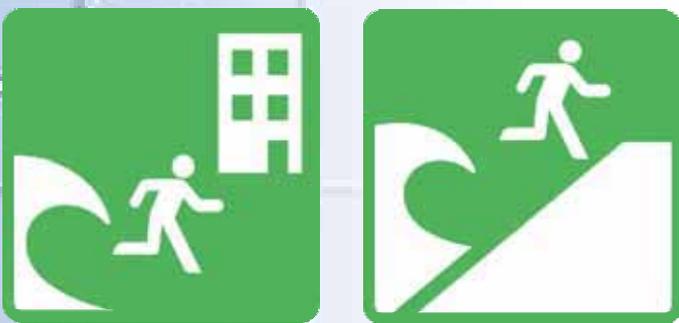
*Señalética de riesgo de tsunami aprobada por la Organización Internacional de Estándares (ISO).*

## PROPAGACIÓN DE LOS TSUNAMIS.

Los tsunamis viajan desde su área de generación en todas direcciones. La dirección principal de la propagación de energía es generalmente perpendicular a la dirección de la zona de fractura del terremoto. Su velocidad depende de la profundidad del agua. Las ondas sufren aceleraciones y desaceleraciones cuando pasan sobre el fondo del océano con profundidad variable. En el océano profundo, ellas viajan a velocidades de 500 a 1,000 kilómetros por hora (300 a 600 millas por hora). La distancia entre las crestas sucesivas puede ser tan grande como 500 a 650 kilómetros (300 a 400 millas); sin embargo, en el océano abierto la altura de las ondas generalmente, es de menos de un metro (3 pies) incluso para los tele tsunamis más destructivos. Hay variaciones en la propagación del tsunami cuando el impulso de la propagación es más fuerte en una dirección que en otras debido a la orientación o a las dimensiones del área generadora y donde la batimetría regional y los rasgos topográficos modifican la forma de la onda y su velocidad. Específicamente, las ondas del tsunami se ven afectadas por procesos de refracción y reflexión a lo largo de su viaje. Los tsunamis son únicos en el sentido que la forma de onda se extiende a través de toda la columna de agua desde la superficie del mar al fondo del océano. Es esta característica lo que hace posible la gran cantidad de energía que se propaga por un tsunami.



Señalética para rutas de evacuación de tsunami, Chile.



Señalética para evacuación en edificios y zonas seguras, Japón.



Señalética para evacuación por tsunami, Hawaii, EE.UU.



Señalética para zona de riesgo de tsunami, Washington, EE.UU.



Modelo de propagación de un tsunami en el Pacífico sud este, nueve horas después de su generación. Fuente: Antofagasta, Chile (30 de julio de 1995). Cortesía de LDG, Francia.

## RESONANCIA DEL TSUNAMI.

La reflexión e interferencia continua que sufren las olas de un tsunami desde el extremo de un puerto o una estrecha bahía pueden aumentar las alturas y extender la duración de la actividad de las olas producidas por un tsunami.

## RIESGO DE TSUNAMI.

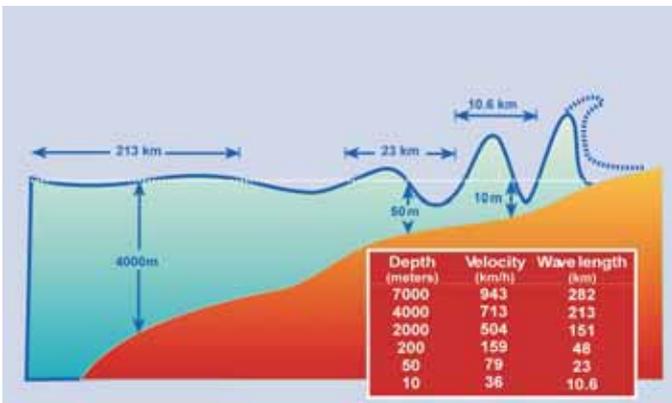
La probabilidad que un litoral particular sea golpeado por un tsunami multiplicado por lo que esté expuesto a ser dañado y afectado a lo largo de esa costa. En términos generales, el riesgo es la amenaza (peligro) multiplicada por la exposición (vulnerabilidad).

## SIMULACIÓN DEL TSUNAMI.

Modelo numérico de generación, propagación e inundación de un tsunami.

## FUENTE DEL TSUNAMI.

Punto o área de origen del tsunami, normalmente el sitio de un terremoto, erupción volcánica, o derrumbe causante de un rápido y potente desplazamiento en el agua para iniciar las ondas de tsunami.



Altura de la onda y profundidad de agua. En océano abierto, a menudo un tsunami tiene sólo decenas de centímetros de altura, pero esta altura de onda crece rápidamente en aguas someras. La energía de la onda de tsunami se extiende desde la superficie hasta el fondo aún en aguas profundas. Cuando un tsunami impacta la costa, la energía de la onda se concentra en una distancia menor creando ondas destructivas.

## VELOCIDAD DEL TSUNAMI O VELOCIDAD EN AGUAS DE BAJA PROFUNDIDAD.

Velocidad de una onda en el océano, cuya longitud es suficientemente grande en

comparación con la profundidad del agua (i.e., 25 o más veces la profundidad). Puede ser aproximada por la siguiente expresión:

$$c = \sqrt{gh}$$

Donde:

c: es la velocidad de la onda

g: es la aceleración de gravedad,

h: es la profundidad del agua.

Así, la velocidad de las ondas en aguas poco profundas es independiente de la longitud de la onda L. En profundidades de agua entre  $\frac{1}{2} L$  y  $\frac{1}{25} L$  es necesario utilizar una expresión más precisa:

$$c = \sqrt{(gL/2\pi)[\tanh(2\pi h/L)]}$$

## ZONIFICACIÓN DE LOS TSUNAMIS.

Designación de zonas distintivas a lo largo de las áreas costeras según los diferentes grados del riesgo de tsunami y vulnerabilidad, con el propósito de la preparación ante desastres, planificación, códigos de la construcción, o la evacuación pública.

## TSUNÁMICO.

Que tiene características análogas a las de un tsunami o bien descriptivas de un tsunami.

## TSUNAMIGÉNICO.

Fenómeno capaz de generar un tsunami: por ejemplo un terremoto o un derrumbe generador de tsunami.



Destrucción en bahía de Hilo, Hawaii, causada por el tsunami generado frente a las costas de isla Unimak, Aleutianas, EE. UU, el 1° de Abril de 1946, arribando a las costas de Hawaii en menos de 5 horas. Fotografía cortesía de NOAA.

# 3 ESTUDIOS Y MEDICIONES

Esta sección contiene todos los términos utilizados para medir y describir las ondas de tsunami en mareogramas o, los utilizados en terreno durante un reconocimiento y los términos usados para describir el tamaño de un tsunami.

## TIEMPO DE ARRIBO.

Tiempo de llegada del primer tren de ondas máximo del tsunami a un determinado sitio.

## LONGITUD DEL SENO.

La longitud de una ola a lo largo de su seno. A veces se llama el ancho del seno.

## CAÍDA.

Cambio descendente o depresión del nivel del mar asociado con un tsunami, una marea, o algún efecto climático de largo período.

## TIEMPO TRANSCURRIDO.

Tiempo entre la llegada de la primera onda y la llegada del nivel máximo.

## SUBIDA INICIAL.

Tiempo del primer máximo de las ondas del tsunami.

## INTENSIDAD.

Potencia, fuerza o energía extrema.

## INUNDACIÓN O DISTANCIA DE INUNDACIÓN.

La distancia horizontal en tierra a la que penetra un tsunami, generalmente, medida en forma perpendicular a la costa.

## INUNDACIÓN (MÁXIMA).

Máxima penetración horizontal del tsunami desde la línea de playa. La inundación máxima se mide para cada costa o puerto afectado por el tsunami.



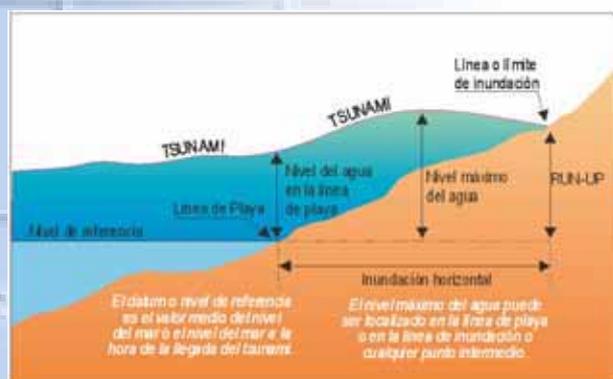
Inundación de tsunami generada por el terremoto del 26 de mayo de 1983 en el acuario Oga en Japón. Fotografía cortesía de Takaaki Uda, Instituto de Investigación de Trabajos Públicos, Japón.

## ÁREA DE INUNDACIÓN.

Área inundada por el tsunami.

## LÍNEA DE INUNDACIÓN.

Límite interior de la inundación, determinado horizontalmente desde la línea del nivel medio del mar (NMM). A veces se usa la línea de vegetación como una referencia. En lenguaje científico, es el límite tierra adentro de penetración del tsunami (Runup).





El área oscura muestra el área de inundación del tsunami de 1964 en Alaska. Fotografía cortesía de NGDC.

## ONDA INICIAL.

Onda del tsunami que llega primero. En algunos casos, la onda inicial produce una depresión inicial o caída del nivel del mar, y en algunos casos una elevación o ascenso. Cuando se produce una caída del nivel del mar, se observa una disminución de éste.

## MAGNITUD.

Parámetro de un evento al cual se le asigna un valor numérico mediante el cual puede ser comparado con otro evento de su misma naturaleza.

## ALTURA MEDIA.

Altura promedio de un tsunami medido del valle al seno de la onda después de eliminar la variación de la marea.

## DESBORDAMIENTO.

Acto de desbordar, inundación.

## ESTUDIO POST TSUNAMI.

Los tsunamis son eventos relativamente escasos y la mayoría de sus evidencias son perecederas. Por lo consiguiente, es muy importante hacer estudios de reconocimiento de forma organizada, rápida y completa después de cada tsunami, para recolectar datos detallados y valiosos para la evaluación del riesgo, validación de modelos y otros aspectos de la mitigación de los efectos del tsunami.

En años recientes, después de cada tsunami destructivo, se ha organizado un estudio de reconocimiento post tsunami para hacer mediciones de los runups y de la inundación alcanzada y para recolectar antecedentes de



Después de un tsunami de grandes proporciones, oceanógrafos físicos, científicos sociales e ingenieros conducen reconocimientos post-tsunami para colectar información. Estos datos, incluyendo runup e inundación, deformación, erosión, impacto estructural y de edificación, descripciones de arribo de la ola e impacto social, son importantes para un mejor diseño de la mitigación, objeto reducir los impactos de tsunami en la vida y la propiedad. Fotografía cortesía de Philip Liu, Universidad de Cornell.

peronas testigos del evento, tales como el número de ondas, hora de llegada de ellas, y cuál era la más grande. Los estudios han sido esencialmente organizados caso a caso, por investigadores internacionales del ámbito académico especialistas en el tema tsunami.

El PTWS ha publicado una Guía de Campo para el Reconocimiento Post Tsunami (<http://ioc3.unesco.org/itic/contents.php?id=28>) para ayudar en las preparaciones de los estudios, identificar las medidas y observaciones que deben ser hechas, y estandarizar los métodos de recolección. El servicio de emisión vía correo electrónico de Boletines de Tsunamis, también ha sido usado para organizar rápidamente a nivel internacional los estudios de campo y para compartir las observaciones obtenidas desde las áreas impactadas por el tsunami.



Reconocimiento post tsunami. Run up medido a lo largo de una transecta hacia el interior de la costa. Fotografía cortesía de ICMAM, DOD, India.

## RETROCESO DEL MAR.

Retroceso del nivel del mar antes de una inundación por tsunami. La línea de costa se mueve hacia el mar, a veces por un kilómetro o más, quedando expuesto el fondo marino, rocas y peces. El retroceso del mar es una señal natural de advertencia de que se acerca un tsunami.



*North Shore, Oahu, Hawaii. Durante el tsunami de islas Aleutianas el 9 de marzo de 1957, ignoradamente la gente exploró el expuesto arrecife, sin pensar que las olas del tsunami retornarían en minutos a inundar la costa. Fotografía por A. Yamauchi, cortesía de Honolulu Star Boletín.*

## ASCENSO.

Cambio ascendente o elevación del nivel del mar asociado con un tsunami, huracán, marea, o algún efecto climático de período largo.

## RUNUP.

1) Diferencia entre la elevación de penetración máxima de un tsunami (línea de inundación) y el nivel del mar en el momento del tsunami. En términos prácticos, el runup es solo la medida donde hay evidencia del límite de la inundación sobre la costa.

2) Elevación alcanzada por el mar medido en relación con algunos niveles fijos tales como el nivel medio del mar, bajamar media, nivel del mar en el momento del tsunami, entre otros, y a la vez idealmente medido, en un punto correspondiente al máximo local de la inundación horizontal. En los lugares donde la elevación no esta medida en relación a la máxima inundación horizontal, ésta es denominada frecuentemente como la altura de la inundación.

## DISTRIBUCIÓN DEL RUNUP.

Conjunto de valores de runup del tsunami medidos a lo largo de una costa.



*El tsunami despojó de vegetación a las colinas forestadas, dejando una clara señal de su runup. Banda Aceh, 26 de diciembre de 2004. Fotografía cortesía de Yuichi Nishimura, Universidad de Hokkaido.*



*A menudo el runup puede ser inferido a partir de la extensión vertical de vegetación muerta, desde desechos normalmente encontrados a nivel de tierra que son observados atrapados en cables eléctricos, en árboles, u otros lugares elevados, y desde las marcas de línea de agua dejadas en las paredes de los edificios. En casos extremos, automóviles, botes y otros objetos pesados pueden ser levantados y depositados sobre los edificios. Banda Aceh, Indonesia, 26 de diciembre de 2004. Fotografía cortesía de C. Courtney, Tetra Tech EMI.*

## ESCALA DE SIEBERG PARA LA INTENSIDAD DEL TSUNAMI.

Una escala descriptiva de la intensidad de tsunami, la cual se modificó posteriormente a la escala de Sieberg-Ambraseys descrita a continuación (Ambraseys 1962).

### ESCALA MODIFICADA DE SIEBERG.

- 1) Muy suave. La onda es tan débil que solo es perceptible en los registros de los mareógrafos
- 2) Suave. Las ondas son percibidas por aquellos que viven a lo largo de la costa y están familiarizados con el mar. Normalmente se percibe en costas muy planas.
- 3) Bastante fuerte. Generalmente es percibido. Inundación de costas de pendientes suaves. Embarcaciones deportivas pequeñas son arrastradas a la costa. Daños leves en estructuras de material ligero situadas cerca de las costas. En estuarios, se invierten los flujos de los ríos hacia arriba.
- 4) Fuerte. Inundación de la costa hasta

determinada profundidad. Daños de erosión en rellenos construidos por el hombre. Terraplenes y diques dañados. Las estructuras de material ligero cercanas a la costa son dañadas. Las estructuras costeras sólidas sufren daños menores. Pequeños veleros y pequeños buques son derivados tierra adentro o mar afuera. Costas cubiertas con desechos flotantes.

**5. Muy fuerte.** Inundación general de la costa hasta determinada profundidad. Los muros de muelles y estructuras sólidas cercanas al mar son dañadas. Las estructuras de material ligero son destruidas. Severa erosión de tierras cultivadas y la costa cubierta con desechos de artículos flotantes y animales marinos. Con excepción de grandes barcos, todo otro tipo de embarcación es llevada tierra adentro o hacia el mar. Grandes ascensos de agua en ríos estuarinos. Instalaciones portuarias resultan dañadas. Las personas se ahogan. Olas acompañadas de fuerte rugido .

**6. Desastroso.** Destrucción parcial o completa de estructuras artificiales a determinada distancia de la costa. Grandes inundaciones costeras. Buques grandes severamente dañados. Árboles arrancados de raíz o rotos. Muchas víctimas.

## ALTURA SIGNIFICATIVA DE LAS ONDAS.

Promedio de las alturas de ondas del tercio mayor de un grupo dado de ellas. Note que la composición de las ondas más altas depende de hasta qué punto las ondas más bajas son consideradas. En el análisis del registro, es la altura promedio del tercio más alto de un número seleccionado de ondas. Se determina dividiendo el tiempo del registro por el período significativo. También llamada altura característica de onda .

## DISPERSION.

Cuando está referido a las olas de un tsunami, es la dispersión de la energía sobre un área geográfica amplia mientras las olas se propagan fuera de la región de origen. La razón de esta dispersión y reducción de la energía de la onda con la distancia recorrida, se debe a la forma esférica de la Tierra. La energía del tsunami comenzará a converger a una distancia de 90 grados de la fuente. La propagación de las olas de tsunami a través de un gran océano sufre

otros cambios en la configuración, principalmente debido a la refracción, pero la dispersión también es muy importante, dependiendo de la orientación, dimensiones y geometría de la fuente del tsunami.

## HUNDIMIENTO (ELEVACIÓN).

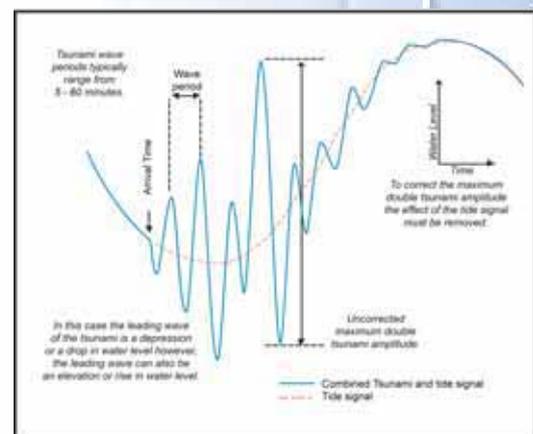
Movimiento permanente de hundimiento de la tierra, debido a procesos geológicos, tales como un terremoto.



*El terremoto del 26 de diciembre de 2004 generó un hundimiento de 1,2 m en Car Nicobar, islas Nicobar, India, dejando viviendas que estaban sobre el nivel del mar permanentemente sumergidas. Fotografía cortesía de ICMAM, Chennai, DOD, India.*

## AMPLITUD DEL TSUNAMI.

Normalmente determinado en un registro de nivel del mar, es: 1) el valor absoluto de la diferencia entre un seno o un valle particular del tsunami y el nivel normal del mar en reposo a la hora indicada, 2) mitad de la diferencia entre un seno y un valle sucesivos, corregida por el cambio de marea entre ellos. Representa la verdadera amplitud de la onda del tsunami en algún punto del océano. Sin embargo, es a menudo modificada de alguna forma por la respuesta del sistema del mareógrafo.



*Mareograma o registro del nivel del mar de un tsunami.*

## INTENSIDAD DEL TSUNAMI.

Medida del tamaño de un tsunami basado en la observación macroscópica del efecto de éste en los seres humanos y objetos, incluyendo embarcaciones de diferentes tamaños y edificios.

La escala original fue publicada por Sieberg (1923) y posteriormente modificada por Ambraseys (1962) para crear una escala de seis categorías. Papadopoulos e Imamura (2001) propusieron una escala de intensidad de 12 grados, la cual es independiente de la medida de los parámetros físicos como la amplitud de la ola, es susceptible a las pequeñas diferencias en los efectos de un tsunami y lo suficientemente detallada para cada grado como para abarcar los distintos tipos de impacto de un tsunami que pudieran existir, sobre los seres humanos y la naturaleza. La escala tiene 12 categorías, similares a la Escala modificada de Mercalli usada para descripciones macrosísmicas de intensidad de un terremoto.

## MAGNITUD DEL TSUNAMI.

Medida del tamaño de un tsunami basado en la medición de sus ondas, a través de mareógrafos y otros instrumentos.

La escala, originalmente descriptiva y más similar a la de intensidad, cuantifica el tamaño, usando mediciones de la altura de las olas o runups del tsunami. Lida et al (1972) describió la magnitud ( $m$ ) como el logaritmo en base 2 de la altura máxima de la ola medida en terreno y que corresponde a una magnitud que va desde -1 hasta 4:

$$m = \log_2 H_{\max}$$

Posteriormente, Hatori extendió esta escala conocida como Imamura-Lida para los tsunamis de campo lejano, incluyendo la distancia en la fórmula. Soloviev (1970) sugirió que la altura promedio del tsunami podía ser otro buen indicador del tamaño de él y la intensidad máxima debería ser medida lo más cercana a la fuente del tsunami. Una variación de lo anteriormente mencionado es entonces la escala I de intensidad Imamura-Soloviev (Soloviev, 1972). Shuto (1993) ha sugerido la medición de  $H$  como la altura hasta donde alcanzan daños o impactos específicos; de este modo, propuso una escala que puede ser usada como una herramienta cuantitativa de predicción para efectos macroscópicos.

También se ha propuesto que las magnitudes de los tsunamis son similares en forma a aquellas usadas para calcular las magnitudes de los terremotos. Éstas incluyen la fórmula original propuesta por Abe (1979) para la magnitud de un tsunami,  $M_t$

$$M_t = \log H + B$$

donde  $H$  es la máxima amplitud de una sola cresta o depresión de las olas del tsunami (en metros) y  $B$  es una constante, y la aplicación de campo lejano propuesta por Hatori (1986) que agrega un factor de distancia en el cálculo.

## PERÍODO DEL TSUNAMI.

Tiempo en que una ola de tsunami completa un ciclo. Los períodos de los tsunamis típicamente varían entre 5 minutos a 2 horas.

## PERÍODO PREDOMINANTE DEL TSUNAMI.

Diferencia entre el tiempo de llegada de la cresta más alta o y el siguiente, medido en un mareograma.

## LONGITUD DE ONDAS DEL TSUNAMI.

Distancia horizontal entre puntos similares en dos ondas sucesivas medidas perpendicularmente al seno. La longitud de la onda y el período del tsunami dan una información sobre la fuente de éste. Para tsunamis generados por terremotos, el rango de longitud de onda típico es de 20 a 300 km. Para tsunamis generados por derrumbes, el rango de la longitud de la onda es de centenares de metros a decenas de kilómetros.

## NIVEL DE AGUA (MÁXIMO).

Diferencia entre la elevación de la marca de agua local más alta y la elevación del nivel del mar en el momento del tsunami. Esto difiere del máximo runup, ya que la marca de agua no se observa a menudo en la línea de inundación, pero quizás puede estar en la pared de un edificio o en un tronco de árbol.

## SENO DE UNA ONDA (CRESTA).

- 1) La parte más alta de una onda.
- 2) Aquella parte de la onda sobre el nivel del agua en reposo.

## DEPRESIÓN DE LA OLA (VALLE).

La parte más baja de una ola.



# 4 MAREA, MAREÓGRAFO Y NIVEL DEL MAR

Esta sección contiene los términos que tienen relación con el nivel del mar, y los instrumentos utilizados en la medición de los tsunamis.

## SISTEMA DE CABLEADO OCEÁNICO (CABLE OCEAN-BOTTOM INSTRUMENT).

Instrumentos instalados en el piso oceánico y conectados a la tierra a través de un cable, el cual les entrega poder para realizar las mediciones y transmisiones desde el fondo del océano. Los cables pueden tener extensiones de decenas de kilómetros mar adentro y cruzar océanos. Ellos hacen posible que un grupo de sensores sean desplegados en el piso oceánico por un largo período de tiempo y se obtenga información en tiempo real. Ejemplos de sensores que son puestos en este sistema de cables son los sismómetros para medir los terremotos, los sensores de presión para medir los tsunamis, los sensores geodésicos para medir las deformaciones del piso oceánico y cámaras. Japón opera varios de estos tipos de sistemas de cables.

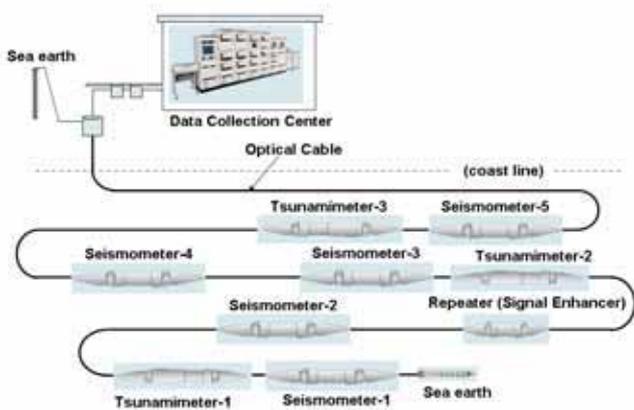


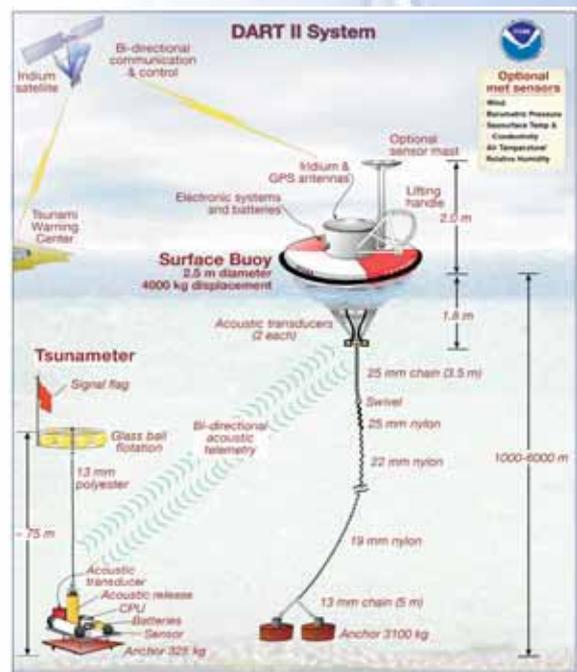
Diagrama esquemático del sistema de cableado oceánico desarrollado para el monitoreo de terremotos y tsunamis. Cortesía de JMA.

## COTIDAL.

Que indica igualdad de mareas o una coincidencia con la hora de la pleamar o de la bajamar.

## SISTEMA DART® (DEEP-OCEAN ASSESSMENT AND REPORTING OF TSUNAMIS).

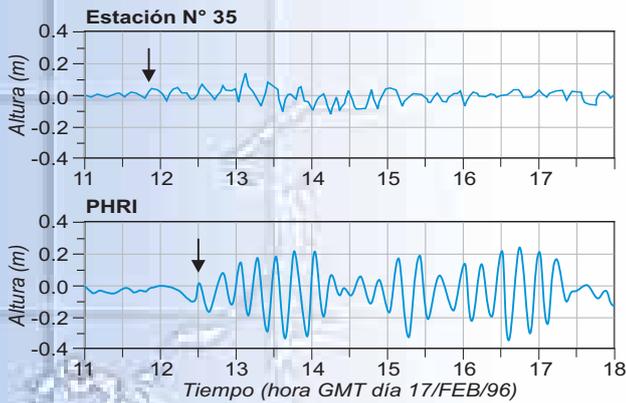
Es un sistema de medición para la detección temprana y reporte en tiempo real de un tsunami en el océano profundo. El sistema DART, fue desarrollado por el Laboratorio Ambiental Marino del Pacífico de la NOAA, de Estados Unidos, y consiste en un sensor de presión instalado en el piso marino y que es capaz de detectar variaciones de presión de hasta un centímetro, y en una boya anclada que se encuentra en la superficie para las comunicaciones en tiempo real. Los datos se transmiten a través de un enlace acústico desde el sensor en el fondo marino hasta la superficie donde está la boya. Los datos luego son retransmitidos vía satelital para a su vez ser transmitidos inmediatamente a los centros de alerta de tsunamis. Los datos del sistema DART, que usa una moderna tecnología de modelación numérica, son parte de un sistema de predicción de tsunamis que entrega pronósticos específicos del impacto de un tsunami en la costa.



## BAJAMAR.

Nivel de agua más bajo alcanzado durante un ciclo de marea. El término popular aceptado es marea baja.

## TSUNAMI DE IRIAN JAYA DEL 17 DE FEBRERO 1996.



*Mareogramas con señales de tsunami medidas por un mareógrafo submarino localizado 50 km fuera de la entrada a la bahía de Tokio a una profundidad de 50 m (arriba) y otro mareógrafo localizado en la costa (abajo). El tsunami es detectado por el mareógrafo submarino aproximadamente 40 minutos antes que sus ondas arriben a la costa (flechas). El mareógrafo submarino fue desarrollado por el Instituto de Desarrollo de Puertos y Bahías de Japón.*

### MARÉOGRAFO.

Instrumento utilizado para medir el nivel del mar. También se le conoce como medidor de marea.

### NIVEL MEDIO DEL MAR.

El nivel promedio de la superficie del mar, basado en la medición horaria de la altura de la marea en la costa abierta o aguas adyacentes que tienen acceso libre al mar. Estas observaciones deben ser hechas sobre un período “considerable” de tiempo. En Estados Unidos, el nivel medio del mar se define como la altura promedio de la superficie del mar para todas las fases de la marea sobre un período de diecinueve años. Valores seleccionados del nivel medio del mar sirven de referencia para los estudios de la elevación en Estados Unidos. Así como el nivel medio del mar es un tipo de datum de marea, los niveles medios de pleamar, bajamar y bajamar más baja, también lo son.

### NIVEL MÁXIMO PROBABLE.

Nivel del agua hipotético (exclusivo del runup de las olas normales, generadas por el viento) que podría ser el resultado de la más severa combinación de factores hidrometeorológicos, geosísmicos y otros factores geofísicos que puedan afectar a la región involucrada. Se asume que cada uno de estos factores afecta al

sitio de manera máxima. Este nivel representa la respuesta física de un cuerpo de agua a los fenómenos extremos como huracanes, tormentas, otros eventos meteorológicos ciclónicos, tsunamis, y la marea astronómica en combinación con las máximas probabilidades de condiciones hidrológicas ambientales, virtualmente sin ningún riesgo de ser excedido.

### NIVEL DEL MAR DE REFERENCIA.

Las diferencias observadas en las elevaciones entre cotas de marea o puntos geodésicos, se procesan a través del método de los ajustes de los mínimos cuadrados para determinar alturas ortométricas referidas a una superficie de referencia vertical común, que es el nivel del mar de referencia. De esta manera, los valores de altura de todas las cotas de marea obtenidos en el programa de control vertical de una agencia de topografía, se mantienen consistentes y pueden compararse para determinar diferencias de elevación entre las cotas de marea en un sistema de referencia geodésico que no puede ser conectado directamente por líneas de nivelación geodésicas. La superficie de referencia vertical en uso en los Estados Unidos, como en la mayoría de los países del mundo, se aproxima al geoide. Para obtener el Datum de Nivel del Mar de 1929 (SLD 290), se asumió que el geoide es coincidente con el nivel medio del mar local de 26 estaciones mareográficas. El Datum Geodésico Nacional Vertical de 1929 (NGVD 29) sólo ha experimentado un cambio de nombre y desde entonces; el mismo sistema vertical de referencia ha sido utilizado en los Estados Unidos. Este importante sistema de control vertical se hizo posible gracias a un nivel del mar de referencia universalmente aceptado.

### DIAGRAMAS DE REFRACCIÓN .

Los modelos que usan profundidades de agua, dirección de la ola, ángulo de separación y separación del rayo entre dos rayos adyacentes como entrada, producen la trayectoria de ondas ortogonales, coeficientes de refracción, alturas de ola y tiempos de llegada.

### NIVEL DEL MAR.

Es la altura del mar a un tiempo dado de medición relativo a algún Datum, tal como el nivel medio del mar.



## ESTACIÓN DEL NIVEL DEL MAR.

Un sistema que consiste en un aparato, tal como un mareógrafo para medir la altura del nivel del mar, una plataforma de colección de datos (DCP) para la adquisición, la digitalización y archivo de la información en forma digital, y frecuentemente un sistema de transmisión para entregar los datos desde la estación de terreno a un centro de colección de datos. Los requerimientos específicos de muestras y transmisión de datos dependen de la aplicación. El programa GLOSS mantiene una red central de estaciones de nivel del mar. Para el monitoreo de un tsunami local, se requieren muestras de datos de un segundo. Para los tsunamis lejanos, en cambio, los centros de alerta pueden entregar las advertencias adecuadas usando datos obtenidos en tiempo real (muestras de datos de un minuto transmitidas cada 15 minutos). Las estaciones del nivel del mar también se utilizan para estudios del cambio climático y aumento del nivel del mar.



*Estación de nivel del mar en Rarotonga, puerto Avarua, Islas Cook. El equipamiento electrónico de fibra de vidrio (a) antena, (b) panel solar fueron instalados en un muelle. Conducto (d) que contiene los cables conectores del sensor, ubicado a una profundidad de 1,5 metros bajo el nivel de la bajamar, la plataforma de colección de datos conteniendo el equipamiento electrónico mostrado arriba, fue unido externamente a un tubo que contiene el sensor (e).*

## ONDA DE MAREA.

- 1) El movimiento ondulatorio de las mareas.
- 2) Este término a menudo se usa incorrectamente para describir un tsunami, ola de tormenta u otros levantamientos de agua y por lo tanto, niveles de agua destructivos a lo largo de una costa que no tienen que ver con las mareas.

## MAREA.

Ascenso y descenso rítmico y alternado de la superficie del océano, y de cuerpos de agua conectados con el océano como los estuarios y golfos. Ocurre dos veces al día en la mayor parte de la Tierra. Es el resultado de la atracción gravitatoria de la luna (y en menor grado del sol) actuando desigualmente en las diferentes partes de la Tierra en rotación.

## AMPLITUD DE LA MAREA.

Es la mitad de la diferencia de altura entre una pleamar y bajamar consecutivas; por lo tanto de mitad del rango de marea.

## MAREOGRÁFO.

Dispositivo para medir la altura (ascenso y descenso) de la marea. Especialmente un instrumento que automáticamente hace un registro gráfico y continuo de la altura de la marea en el tiempo.

## ESTACIÓN MAREOGRÁFICA.

Sitio donde se hacen observaciones de marea.

## TSUNÁMETRO.

Instrumento de medición para la detección temprana y reporte en tiempo real de un tsunami en el océano profundo. También conocido como tsunamímetro. El sistema DART® es también un tsunámímetro.



*Las estaciones del nivel del mar GLOSS emplean una cantidad de instrumentos para medir el nivel del mar, incluyendo radares invertidos. Port Louis, Mauritius. Fotografía cortesía del Centro de Nivel del Mar de la Universidad de Hawaii.*

# 5 ACRÓNIMOS Y ORGANIZACIONES

*El Sistema Global de Alerta y Mitigación de Tsunamis de la COI trabaja en conjunto con un gran número de organizaciones y utiliza acrónimos específicos para describir sus respectivos sistemas de gobierno y las diferentes informaciones de productos de tsunami.*

## **PUNTO DE PREDICCIÓN.**

La posición en la que el Centro de Alerta de Tsunami puede entregar estimaciones del tiempo de arribo de un tsunami o la altura de la ola.

## **GLOSS**

Sistema Mundial de Observación del Nivel del Mar. Un componente del Sistema Mundial de Observación de los Océanos (GOOS). La COI de la UNESCO estableció originalmente en el año 1985, para mejorar la calidad de los datos con el fin de hacer estudios a largo plazo del cambio del nivel del mar. Este sistema consiste en una red central de aproximadamente 300 estaciones distribuidas a lo largo de las costas de los continentes y a través de cada uno de los grupos de islas del mundo. La red del GLOSS, también mantiene el monitoreo para la alerta de tsunami con normas operacionales mínimas de transmisiones de datos cada 15 minutos provenientes de muestras de datos de un minuto.

## **GOOS**

Sistema Mundial de Observación de los Océanos. El GOOS es un sistema mundial permanente de observación, modelación y análisis de variables marinas y oceánicas para apoyar mundialmente los servicios oceánicos operacionales. El proyecto GOOS tiene como propósito entregar precisas descripciones del estado actual de los océanos, incluyendo los recursos vivos; predicciones continuas de las condiciones futuras del mar y las bases para las predicciones del cambio climático. Desde 1992, la Oficina de Proyecto de GOOS ubicada en la sede de la COI en París, entrega apoyo en la implementación de GOOS.

## **GTS**

Sistema Mundial de Telecomunicación de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), que se encuentra directamente conectado con los servicios mundiales meteorológicos e hidrológicos. El GTS se utiliza ampliamente para la transmisión en tiempo casi real, de datos del nivel del mar para el monitoreo de los tsunamis. El GTS y otros métodos de comunicación robustos son usados para la transmisión de alertas de tsunami.

## **ICG**

Grupo Intergubernamental de Coordinación. Como cuerpo subsidiario de la COI, UNESCO, el ICG promueve la cooperación y coordinación de las actividades regionales de mitigación de tsunamis, incluyendo la emisión oportuna de alertas. Para lograr dicho objetivo, requiere de la participación, cooperación y contribución de muchas entidades nacionales e internacionales que manejen datos sísmicos, de nivel del mar, sistemas de comunicaciones y de difusión de la información a través de la región. El ICG se compone de los Estados Miembros en la región. Actualmente, existen Grupos Intergubernamentales de Coordinación para los sistemas de mitigación y alerta de tsunami para el Pacífico, el Océano Índico, el Caribe y regiones adyacentes y el Atlántico noreste, el Mediterráneo y mares conexos.

## **ICG/CARIBE-EWS**

Grupo Intergubernamental de Coordinación de tsunamis y otros Sistemas de Alerta de Riesgos Costeros, para el Caribe y regiones adyacentes, fue establecido por la resolución XXIII-14 de la Sesión XXIII de la Asamblea General de la COI en el año 2005. El ICG esta constituido principalmente por los Estados Miembros de la COI y organizaciones de toda la región del Caribe. A raíz de los esfuerzos de coordinación

de la subcomisión del IOCCARIBE que comenzó en 1993, y en el cual un grupo de expertos formuló una propuesta para la construcción de un Sistema de Alerta de Tsunamis Intra-Américas, fue que la Asamblea de la COI en el año 2002, avaló dicha propuesta..  
(<http://ioc3.unesco.org/cartws>)

## ICG/IOTWS

Grupo Intergubernamental de Coordinación para el Sistema de Mitigación y Alerta de Tsunami del océano Indico, establecido por Resolución XXIII-12 de la Sesión XXIII de la Asamblea General de la COI en el año 2005. La Oficina del Programa Regional de la COI en Perth, Australia, tiene como función la secretaría de la IOTWS. Actualmente, existen 27 Estados Miembros  
(<http://ioc.unesco.org/indotsunami>)

## ICG/ITSU

Grupo Internacional de Coordinación para el Sistema Internacional de Alerta de Tsunamis del Pacífico, establecido por la resolución IV-6 de la IV Sesión de la Asamblea General de la COI, en 1965. Este grupo fue renombrado a ICG/PTWS en el 2005.

## ICG/NEAMTWS

Grupo Intergubernamental de Coordinación para el Sistema de Mitigación y Alerta Temprana de Tsunami del Atlántico noreste, el Mediterráneo y mareas adyacentes, establecido por Resolución XXIII-13 de la Sesión XXIII de la Asamblea General de la COI en el año 2005. El grupo está constituido principalmente por los Estados Miembros de la zona costera del noreste del Atlántico, del Mediterráneo y costas de mares adyacentes. (<http://ioc3.unesco.org/neamtws>)

## ICG/PTWS

Grupo Intergubernamental de Coordinación del Sistema de Mitigación y Alerta de Tsunami del Pacífico, renombrado por la resolución ITSU XX-1 de la Sesión XX del ICG/ITSU en el 2005. Actualmente, hay 32 Estados Miembros. El

ICG/PTWS era anteriormente el ICG/ITSU.  
(<http://ioc3.unesco.org/ptws>)

## CONTACTO NACIONAL DEL ICG (TNC).

Persona designada por el gobierno de un Estado Miembro para representar a su país en las actividades internacionales de coordinación relacionadas con la mitigación y alerta de tsunami. Esta persona puede ser el Punto Focal ante una Alerta de Tsunami, desde la organización encargada del manejo de desastres, desde una institución científica o técnica o desde otra agencia que tenga responsabilidades en el tema de mitigación y alerta de tsunami.

## PUNTO FOCAL DEL ICG (TWFP).

Persona de contacto durante las 24 horas los 7 días de la semana (7x24), u otro punto o dirección oficial de contacto, para recibir y emitir rápidamente cualquier información de un evento de tsunami (como una alerta). El Punto Focal mismo puede ser la autoridad encargada de las emergencias (defensa civil u otra agencia designada que tenga la responsabilidad de la seguridad pública), o tener la responsabilidad de notificar a dicha autoridad acerca de las características del evento (terremoto y/o tsunami), de acuerdo a los procedimientos operacionales nacionales. El Punto Focal recibe las alertas de tsunamis desde el PTWC, WC/ATWC, el JMA NWPTAC u otros centros regionales de alerta.

## COI

Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO. La COI entrega a los Estados Miembros de las Naciones Unidas un mecanismo esencial para la cooperación mundial en el estudio del océano. La COI ayuda a los gobiernos a dirigir sus problemas costeros y oceánicos, ya sean colectivos o individuales a través del intercambio de conocimiento, información y tecnología y por medio de la coordinación de programas nacionales.  
(<http://ioc-unesco.org/>)

## ITIC

Centro Internacional de Información de Tsunamis. El ITIC fue establecido en noviembre de 1965 por la COI de la UNESCO para apoyar al ICG/ITSU en el Pacífico. Además, el ITIC entrega apoyo técnico y asistencia a los Estados Miembros en el desarrollo de capacidades para el establecimiento mundial de sistemas de mitigación y alerta de tsunami en los Océanos Índico y Atlántico, los mares del Caribe y Mediterráneo y otros océanos y mares marginales. En el Pacífico, el ITIC específicamente monitorea y recomienda futuras mejoras al PTWS; coordina la transferencia de tecnología en tsunamis entre los Estados Miembros interesados en establecer sistemas regionales y nacionales de alerta de tsunami; actúa como una agencia central de recolección, clasificación y coordinación para las actividades de mitigación y evaluación del riesgo y a su vez sirve como recurso para el desarrollo, publicación y distribución de materiales de educación y preparación ante tsunamis. (<http://www.tsunamiwave.info>)

## IUGG

Unión Geodésica y Geofísica Internacional. La IUGG es una organización científica no gubernamental establecida en 1919, dedicada a promover y coordinar los estudios de la Tierra y su medio ambiente en el espacio. La Comisión de Tsunamis de la IUGG, establecida en 1960, es un grupo internacional de científicos preocupados de varios aspectos de los tsunamis, incluyendo mejoras en el conocimiento de las dinámicas de generación, propagación y runup costero de los tsunamis, como también sus consecuencias sobre la comunidad. (<http://iugg.org>)

## JMA

Agencia Meteorológica del Japón. El JMA estableció un servicio de alerta de tsunamis en 1952 y actualmente funciona como un Sistema Nacional de Alerta de Tsunami que monitorea continuamente durante las 24 horas diarias toda la actividad sísmica en Japón y emite oportunamente toda información relacionada con terremotos y tsunami. En el año 2005, el JMA

inició las operaciones del Centro Consultor de Tsunamis del Pacífico Noroeste (NWPTAC). El NWPTAC entrega información adicional para eventos ocurridos en Japón, sus alrededores y el Pacífico Noroeste, en estrecha coordinación con el PTWC. (<http://www.jma.go.jp/jma>)

## PLAN MAESTRO.

Guía principal que perfila los métodos y procedimientos que necesitan ser seguidos para lograr las metas a largo plazo de un programa. El Plan entrega un resumen de los elementos básicos que incluye un Sistema de Alerta de Tsunami, una descripción de sus componentes y una visión general de las actividades, series de datos, métodos y procedimientos que necesitan mejorarse con el fin de reducir el riesgo de un tsunami. La primera edición del Plan Maestro GIC/ITSU se emitió en 1989. La segunda edición se emitió en el 1999. ([http://ioc3.unesco.org/itic/categories.php?category\\_no=64](http://ioc3.unesco.org/itic/categories.php?category_no=64))

## ALERTA DE TSUNAMI PARA TODO EL PACÍFICO.

Una alerta emitida a todos los involucrados después de que exista una confirmación de que se generó un tsunami capaz de destruir más allá del área local. Las Alertas de Tsunami para todo el Pacífico, contienen tiempos estimados de arribo del tsunami (ETA's) en todos los puntos de predicción. Por lo general, los boletines de Alerta de Tsunami para todo el Pacífico también llevan información sobre alturas de las ondas y otros informes. La alerta se cancelará cuando se determine que no existe amenaza de tsunami. Puesto que las condiciones locales pueden causar grandes variaciones en la acción de las olas de un tsunami, las agencias locales son las que deberían tomar una determinación clara y no los Centros de Alerta de Tsunamis (TWC). En general, después de recibir una Alerta de Tsunami, las agencias encargadas pueden asumir una posición clara cuando su área de jurisdicción esté libre de olas peligrosas por al menos dos horas, a menos que otros boletines de tiempos de arribo hayan sido anunciados por un TWC (por ejemplo por una réplica importante) o bien cuando las condiciones locales, que

pueden incluir ondas estacionarias continuas o especialmente fuertes corrientes en canales y puertos, mantienen la condición de una Alerta de Tsunami.

**EJEMPLO: Alerta de Tsunami para todo el Pacífico (inicial)**

TSUNAMI BULLETIN NUMBER 004  
PACIFIC TSUNAMI WARNING CENTER/NOAA/NWS  
ISSUED AT 1050Z 10 JUL 2008

THIS BULLETIN APPLIES TO AREAS WITHIN AND BORDERING THE PACIFIC OCEAN AND ADJACENT SEAS...EXCEPT ALASKA...BRITISH COLUMBIA... WASHINGTON...OREGON AND CALIFORNIA.

... A WIDESPREAD TSUNAMI WARNING IS IN EFFECT ...

A TSUNAMI WARNING IS IN EFFECT FOR

CHILE / PERU / ECUADOR / COLOMBIA / ANTARCTICA / PANAMA / COSTA RICA / PITCAIRN / NICARAGUA / HONDURAS / FR. POLYNESIA / EL SALVADOR / GUATEMALA / MEXICO / COOK ISLANDS / KIRIBATI / KERMADEC IS / NIUE / NEW ZEALAND / TONGA / AMERICAN SAMOA / SAMOA / JARVIS IS. / WALLIS-FUTUNA / TOKELAU / FIJI / AUSTRALIA / HAWAII / PALMYRA IS. / TUVALU / VANUATU / HOWLAND-BAKER / NEW CALEDONIA / JOHNSTON IS. / SOLOMON IS. / NAURU / MARSHALL IS. / MIDWAY IS. / KOSRAE / PAPUA NEW GUINEA / POHNPEI / WAKE IS. / CHUUK / RUSSIA / MARCUS IS. / N. MARIANAS / INDONESIA / GUAM / YAP / BELAU / JAPAN / PHILIPPINES / CHINESE TAIPEI / TAIWAN

THIS BULLETIN IS ISSUED AS ADVICE TO GOVERNMENT AGENCIES. ONLY NATIONAL AND LOCAL GOVERNMENT AGENCIES HAVE THE AUTHORITY TO MAKE DECISIONS REGARDING THE OFFICIAL STATE OF ALERT IN THEIR AREA AND ANY ACTIONS TO BE TAKEN IN RESPONSE.

AN EARTHQUAKE HAS OCCURRED WITH THESE PRELIMINARY PARAMETERS

ORIGIN TIME - 0809Z 10 JUL 2008  
COORDINATES - 35.2 SOUTH 75.1 WEST DEPTH - 40 KM  
LOCATION - OFF COAST OF CENTRAL CHILE  
MAGNITUDE - 8.9  
MEASUREMENTS OR REPORTS OF TSUNAMI WAVE ACTIVITY

GAUGE LOCATION	LAT	Lon	TIME	AMPL	PER
JUAN FERNANDEZ	33.6S	78.8W	1040Z	2.33M / 1.1FT	28MIN
VALPARAISO CL	33.0S	71.6W	1011Z	1.53M / 1.7FT	29MIN
SAN ANTONIO CL	33.6S	71.6W	0948Z	1.52M / 1.7FT	33MIN
TALCAHUANO CL	36.7S	73.1W	0923Z	1.95M / 3.1FT	25MIN

LAT - LATITUDE (N-NORTH, S-SOUTH)  
LON - LONGITUDE (E-EAST, W-WEST)  
TIME - TIME OF THE MEASUREMENT (Z IS UTC IS GREENWICH TIME)  
AMPL - TSUNAMI AMPLITUDE MEASURED RELATIVE TO NORMAL SEA LEVEL.  
IT IS ...NOT... CREST-TO-TROUGH WAVE HEIGHT. VALUES ARE GIVEN IN BOTH METERS(M) AND FEET(FT).  
PER - PERIOD OF TIME IN MINUTES(MIN) FROM ONE WAVE TO THE NEXT.

**EVALUATION**

SEA LEVEL READINGS CONFIRM THAT A TSUNAMI HAS BEEN GENERATED WHICH COULD CAUSE WIDESPREAD DAMAGE. AUTHORITIES SHOULD TAKE APPROPRIATE ACTION IN RESPONSE TO THIS THREAT. THIS CENTER WILL CONTINUE TO MONITOR SEA LEVEL DATA TO

DETERMINE THE EXTENT AND SEVERITY OF THE THREAT.

A TSUNAMI IS A SERIES OF WAVES AND THE FIRST WAVE MAY NOT BE THE LARGEST. TSUNAMI WAVE HEIGHTS CANNOT BE PREDICTED AND CAN VARY SIGNIFICANTLY ALONG A COAST DUE TO LOCAL EFFECTS. THE TIME FROM ONE TSUNAMI WAVE TO THE NEXT CAN BE FIVE MINUTES TO AN HOUR, AND THE THREAT CAN CONTINUE FOR MANY HOURS AS MULTIPLE WAVES ARRIVE.

FOR ALL AREAS - WHEN NO MAJOR WAVES ARE OBSERVED FOR TWO HOURS AFTER THE ESTIMATED TIME OF ARRIVAL OR DAMAGING WAVES HAVE NOT OCCURRED FOR AT LEAST TWO HOURS THEN LOCAL AUTHORITIES CAN ASSUME THE THREAT IS PASSED. DANGER TO BOATS AND COASTAL STRUCTURES CAN CONTINUE FOR SEVERAL HOURS DUE TO RAPID CURRENTS. AS LOCAL CONDITIONS CAN CAUSE A WIDE VARIATION IN TSUNAMI WAVE ACTION THE ALL CLEAR DETERMINATION MUST BE MADE BY LOCAL AUTHORITIES.

ESTIMATED INITIAL TSUNAMI WAVE ARRIVAL TIMES AT FORECAST POINTS WITHIN THE WARNING AND WATCH AREAS ARE GIVEN BELOW. ACTUAL ARRIVAL TIMES MAY DIFFER AND THE INITIAL WAVE MAY NOT BE THE LARGEST. A TSUNAMI IS A SERIES OF WAVES AND THE TIME BETWEEN SUCCESSIVE WAVES CAN BE FIVE MINUTES TO ONE HOUR.

LOCATION	FORECAST POINT	COORDINATES	ARRIVAL TIME
CHILE	VALPARAISO	33.0S 71.6W	0550Z 10 JUL
	TALCAHUANO	36.7S 73.1W	0603Z 10 JUL
	COQUIMBO	29.9S 71.3W	0610Z 10 JUL
	CORRAL	39.8S 73.5W	0621Z 10 JUL
	CALDERA	27.1S 70.8W	0631Z 10 JUL
	ANTOFAGASTA	23.3S 70.4W	0654Z 10 JUL
	IQUIQUE	20.2S 70.1W	0721Z 10 JUL
	ARICA	18.5S 70.3W	0738Z 10 JUL
	GOLFO DE PENAS	47.1S 74.9W	0745Z 10 JUL
	PUERTO MONTT	41.5S 73.0W	0903Z 10 JUL
	EASTER IS.	27.1S 109.4W	1001Z 10 JUL
	PUNTA ARENAS	53.2S 70.9W	1024Z 10 JUL
	PUERTO WILLIAMS	54.8S 68.2W	1215Z 10 JUL

\* NOTE: ALL STATIONS ARE NOT LISTED IN THIS SAMPLE

BULLETINS WILL BE ISSUED HOURLY OR SOONER IF CONDITIONS WARRANT. THE TSUNAMI WARNING WILL REMAIN IN EFFECT UNTIL FURTHER NOTICE.

THE WEST COAST/ALASKA TSUNAMI WARNING CENTER WILL ISSUE PRODUCTS FOR ALASKA...BRITISH COLUMBIA...WASHINGTON...OREGON...CALIFORNIA.

**GUÍA OPERACIONAL PARA UN SISTEMA DE ALERTA DE TSUNAMI (TWS).**

La Guía incluye un resumen de los servicios administrativos y operacionales y de los procedimientos, incluyendo la detección y monitoreo de los datos provenientes de las redes que son utilizadas por los centros de alerta, los criterios que deben ser utilizados en los reportes y publicaciones de los mensajes de información de tsunamis, los receptores de la información, y los métodos por los cuales dichos mensajes son enviados. También puede ser incluida información más específica para ayudar a los clientes en el entendimiento de los productos que son difundidos. Anteriormente denominado Plan de Comunicaciones por el TWS.



Instalaciones del Centro de Alarma de Tsunamis del Pacífico (PTWC) localizadas en Ewa Beach, Hawaii, EE.UU.



Área de operaciones del PTWC.

## PTWC Y WC/ATWC

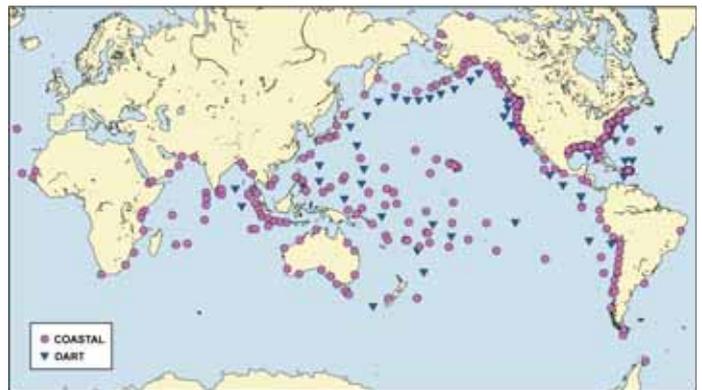
Establecido en 1949, el Centro de Alerta de Tsunami del Pacífico "Richard H. Hagemeyer, localizado en Ewa Beach, Hawaii, sirve como centro de operaciones para el PTWS y trabaja cercanamente con los centros sub-regionales y nacionales, monitoreando y evaluando el potencial tsunamigénico de los terremotos. El PTWC entrega la asesoría a los países del Pacífico ante una alerta de tsunami, y emite directamente la alerta para Hawaii y otras islas de Estados Unidos, localizadas en el Pacífico. Por otra parte, el PTWC le ha entregado servicios interinos al océano Índico y a todo el Caribe, desde el año 2005. En 1964 fue establecido el Centro de Tsunamis de la Costa Oeste y Alaska (WC/ATWC), el que da los servicios de alerta a la costa continental de Estados Unidos, a Puerto Rico, las Islas Vírgenes y Canadá, y además es el respaldo del PTWC.

(<http://www.prh.noaa.gov/ptwc/>)

(<http://wcatwc.arh.noaa.gov/>)



Red sísmológica global usada por el PTWC (Marzo 2008).



Global sea level netRed de trabajo global del nivel del mar usada por PTWC (Julio 2008).work used by PTWC

## TSUNAMI DE ALCANCE REGIONAL BOLETÍN DE ALARMA/ALERTA (RWW).

Es un mensaje del PTWC/PTWS emitido inicialmente sólo con la información sísmica para alertar a los países de la posibilidad de un tsunami y que se está investigando al respecto. En el Pacífico, la condición de Alerta de Tsunami abarcará a las regiones que estén al menos a tres horas del tiempo estimado de arribo de la onda de tsunami. Dichas áreas tendrán de tres a seis horas para ser puestas en estado de Alarma. Boletines adicionales serán emitidos cada una hora o lo antes posible hasta que se haya confirmado o desestimado la existencia de un tsunami transpacífico.

### EJEMPLO: Alerta y Alarma de Tsunami de alcance regional (inicial)

TSUNAMI BULLETIN NUMBER 001  
PACIFIC TSUNAMI WARNING CENTER/NOAA/NWS  
ISSUED AT 0821Z 10 JUL 2008

THIS BULLETIN APPLIES TO AREAS WITHIN AND BORDERING THE PACIFIC OCEAN AND ADJACENT SEAS...EXCEPT ALASKA...BRITISH COLUMBIA... WASHINGTON...OREGON AND CALIFORNIA.

... A TSUNAMI WARNING AND WATCH ARE IN EFFECT ...

A TSUNAMI WARNING IS IN EFFECT FOR

CHILE / PERU

A TSUNAMI WATCH IS IN EFFECT FOR

ECUADOR / COLOMBIA

FOR ALL OTHER AREAS COVERED BY THIS BULLETIN... IT IS FOR INFORMATION ONLY AT THIS TIME.

THIS BULLETIN IS ISSUED AS ADVICE TO GOVERNMENT AGENCIES. ONLY NATIONAL AND LOCAL GOVERNMENT AGENCIES HAVE THE AUTHORITY TO MAKE DECISIONS REGARDING THE OFFICIAL STATE OF ALERT IN THEIR AREA AND ANY ACTIONS TO BE TAKEN IN RESPONSE.

AN EARTHQUAKE HAS OCCURRED WITH THESE PRELIMINARY PARAMETERS

ORIGIN TIME - 0809Z 10 JUL 2008  
COORDINATES - 35.2 SOUTH 75.1 WEST DEPTH - 40 KM  
LOCATION - OFF COAST OF CENTRAL CHILE  
MAGNITUDE - 8.2

EVALUATION

IT IS NOT KNOWN THAT A TSUNAMI WAS GENERATED. THIS WARNING IS BASED ONLY ON THE EARTHQUAKE EVALUATION. AN EARTHQUAKE OF THIS SIZE HAS THE POTENTIAL TO GENERATE A DESTRUCTIVE TSUNAMI THAT CAN STRIKE COASTLINES NEAR THE EPICENTER WITHIN MINUTES AND MORE DISTANT COASTLINES WITHIN HOURS. AUTHORITIES SHOULD TAKE APPROPRIATE ACTION IN RESPONSE TO THIS POSSIBILITY. THIS CENTER WILL MONITOR SEA LEVEL DATA FROM GAUGES NEAR THE EARTHQUAKE TO DETERMINE IF A TSUNAMI WAS GENERATED AND ESTIMATE THE SEVERITY OF THE THREAT. ESTIMATED INITIAL TSUNAMI WAVE ARRIVAL TIMES AT FORECAST POINTS WITHIN THE WARNING AND WATCH AREAS ARE GIVEN BELOW. ACTUAL ARRIVAL TIMES MAY DIFFER AND THE INITIAL WAVE MAY NOT BE THE LARGEST. A TSUNAMI IS A SERIES OF WAVES AND THE TIME BETWEEN SUCCESSIVE WAVES CAN BE FIVE MINUTES TO ONE HOUR.

LOCATION	FORECAST POINT	COORDINATES	ARRIVAL TIME
CHILE	VALPARAISO	33.0S 71.6W	0850Z 10 JUL
	TALCAHUANO	36.7S 73.1W	0903Z 10 JUL
	COQUIMBO	29.9S 71.3W	0910Z 10 JUL
	CORRAL	39.8S 73.5W	0921Z 10 JUL
	CALDERA	27.1S 70.8W	0931Z 10 JUL
	ANTOFAGASTA	23.3S 70.4W	0954Z 10 JUL
	IQUIQUE	20.2S 70.1W	1021Z 10 JUL
	ARICA	18.5S 70.3W	1038Z 10 JUL
	GOLFO DE PENAS	47.1S 74.9W	1045Z 10 JUL
	PUERTO MONTT	41.5S 73.0W	1203Z 10 JUL
PERU	EASTER IS.	27.1S 109.4W	1301Z 10 JUL
	PUNTA ARENAS	53.2S 70.9W	1324Z 10 JUL
	MOLLENDO	17.1S 72.0W	1045Z 10 JUL
	SAN JUAN	15.3S 75.2W	1102Z 10 JUL
	LA PUNTA	12.1S 77.2W	1155Z 10 JUL
	PIMENTAL	6.9S 80.0W	1223Z 10 JUL
ECUADOR	TALARA	4.6S 81.5W	1236Z 10 JUL
	CHIMBOTE	9.0S 78.8W	1242Z 10 JUL
	LA LIBERTAD	2.2S 81.2W	1312Z 10 JUL
COLOMBIA	ESMERELDAS	1.2N 79.8W	1343Z 10 JUL
	BALTRA IS.	0.5S 90.3W	1415Z 10 JUL
	TUMACO	1.8N 78.9W	1402Z 10 JUL

BULLETINS WILL BE ISSUED HOURLY OR SOONER IF CONDITIONS WARRANT. THE TSUNAMI WARNING AND WATCH WILL REMAIN IN EFFECT UNTIL FURTHER NOTICE.

THE WEST COAST/ALASKA TSUNAMI WARNING CENTER WILL ISSUE PRODUCTS FOR ALASKA... BRITISH COLUMBIA... WASHINGTON... OREGON... CALIFORNIA.

**EJEMPLO: Alerta y Alarma de Tsunami de alcance regional (cancelación)**

TSUNAMI BULLETIN NUMBER 004  
PACIFIC TSUNAMI WARNING CENTER/NOAA/NWS  
ISSUED AT 1052Z 10 JUL 2008

THIS BULLETIN APPLIES TO AREAS WITHIN AND BORDERING THE PACIFIC OCEAN AND ADJACENT SEAS...EXCEPT ALASKA...BRITISH COLUMBIA... WASHINGTON...OREGON AND CALIFORNIA.

... TSUNAMI WARNING CANCELLATION ...

THE TSUNAMI WARNING AND/OR WATCH ISSUED BY THE PACIFIC TSUNAMI WARNING CENTER IS NOW CANCELLED FOR

CHILE / PERU / ECUADOR / COLOMBIA / ANTARCTICA / PANAMA / COSTA RICA / PITCAIRN / NICARAGUA / HONDURAS / FR. POLYNESIA / EL SALVADOR / GUATEMALA / MEXICO

THIS BULLETIN IS ISSUED AS ADVICE TO GOVERNMENT AGENCIES. ONLY NATIONAL AND LOCAL GOVERNMENT AGENCIES HAVE THE AUTHORITY TO MAKE DECISIONS REGARDING THE OFFICIAL STATE OF ALERT IN THEIR AREA AND ANY ACTIONS TO BE TAKEN IN RESPONSE.

AN EARTHQUAKE HAS OCCURRED WITH THESE PRELIMINARY PARAMETERS

ORIGIN TIME - 0809Z 10 JUL 2008  
COORDINATES - 35.2 SOUTH 75.1 WEST DEPTH - 40 KM  
LOCATION - OFF COAST OF CENTRAL CHILE  
MAGNITUDE - 8.3

MEASUREMENTS OR REPORTS OF TSUNAMI WAVE ACTIVITY

GAUGE LOCATION	LAT	LONG	TIME	AMPL	PER
JUAN FERNANDEZ	33.6S	78.8W	1040Z	0.33M / 1.1FT	23MIN
VALPARAISO CL	33.0S	71.6W	1011Z	0.53M / 1.7FT	19MIN
SAN ANTONIO CL	33.6S	71.6W	0948Z	0.52M / 1.7FT	18MIN
TALCAHUANO CL	36.7S	73.1W	0923Z	0.95M / 3.1FT	22MIN

LAT - LATITUDE (N-NORTH, S-SOUTH)

LONG - LONGITUDE (E-EAST, W-WEST)

TIME - TIME OF THE MEASUREMENT (Z IS UTC IS GREENWICH TIME)

AMPL - TSUNAMI AMPLITUDE MEASURED RELATIVE TO NORMAL SEA LEVEL.

IT IS ...NOT... CREST-TO-TROUGH WAVE HEIGHT. VALUES ARE GIVEN IN BOTH METERS(M) AND FEET(FT).

PER - PERIOD OF TIME IN MINUTES(MIN) FROM ONE WAVE TO THE NEXT.

EVALUATION

SEA LEVEL READINGS INDICATE A TSUNAMI WAS GENERATED. IT MAY HAVE BEEN DESTRUCTIVE ALONG COASTS NEAR THE EARTHQUAKE EPICENTER. FOR THOSE AREAS - WHEN NO MAJOR WAVES ARE OBSERVED FOR TWO HOURS AFTER THE ESTIMATED TIME OF ARRIVAL OR DAMAGING WAVES HAVE NOT OCCURRED FOR AT LEAST TWO HOURS THEN LOCAL AUTHORITIES CAN ASSUME THE THREAT IS PASSED. DANGER TO BOATS AND COASTAL STRUCTURES CAN CONTINUE FOR SEVERAL HOURS DUE TO RAPID CURRENTS. AS LOCAL CONDITIONS CAN CAUSE A WIDE VARIATION IN TSUNAMI WAVE ACTION THE ALL CLEAR DETERMINATION MUST BE MADE BY LOCAL AUTHORITIES.

NO TSUNAMI THREAT EXISTS FOR OTHER COASTAL AREAS IN THE PACIFIC ALTHOUGH SOME OTHER AREAS MAY EXPERIENCE SMALL SEA LEVEL CHANGES. THE TSUNAMI WARNING IS NOW CANCELLED FOR ALL AREAS COVERED BY THIS CENTER.

THIS WILL BE THE FINAL BULLETIN ISSUED FOR THIS EVENT UNLESS ADDITIONAL INFORMATION BECOMES AVAILABLE.

THE WEST COAST/ALASKA TSUNAMI WARNING CENTER WILL ISSUE PRODUCTS FOR ALASKA...BRITISH COLUMBIA...WASHINGTON...OREGON...CALIFORNIA.

## BOLETÍN DE ALERTA REGIONAL DE TSUNAMI FIJO.

Es un mensaje del PTWC/PTWS emitido inicialmente sólo con la información sísmica para alertar a los países de la posibilidad de un tsunami y que se está investigando al respecto. El área puesta en estado de Alerta abarcará las regiones que estén a 1,000 km de distancia del epicentro del terremoto. Después de una Alerta de Tsunami Fija, le siguen otros boletines, pero sin expandir el área de alerta hasta actualizar la información o cancelar la alerta de tsunami.

### EJEMPLO: Alerta de Tsunami regional Fija (inicial)

TSUNAMI BULLETIN NUMBER 001  
PACIFIC TSUNAMI WARNING CENTER/NOAA/NWS  
ISSUED AT 1556Z 14 NOV 2007

THIS BULLETIN APPLIES TO AREAS WITHIN AND BORDERING THE PACIFIC OCEAN AND ADJACENT SEAS...EXCEPT ALASKA...BRITISH COLUMBIA... WASHINGTON...OREGON AND CALIFORNIA.

... A TSUNAMI WARNING IS IN EFFECT ...

A TSUNAMI WARNING IS IN EFFECT FOR

CHILE / PERU

FOR ALL OTHER AREAS COVERED BY THIS BULLETIN... IT IS FOR INFORMATION ONLY AT THIS TIME.

THIS BULLETIN IS ISSUED AS ADVICE TO GOVERNMENT AGENCIES. ONLY NATIONAL AND LOCAL GOVERNMENT AGENCIES HAVE THE AUTHORITY TO MAKE DECISIONS REGARDING THE OFFICIAL STATE OF ALERT IN THEIR AREA AND ANY ACTIONS TO BE TAKEN IN RESPONSE.

AN EARTHQUAKE HAS OCCURRED WITH THESE PRELIMINARY PARAMETERS

ORIGIN TIME - 1541Z 14 NOV 2007  
COORDINATES - 22.2 SOUTH 69.9 WEST  
DEPTH - 59 KM  
LOCATION - NORTHERN CHILE  
MAGNITUDE - 7.7

#### EVALUATION

IT IS NOT KNOWN THAT A TSUNAMI WAS GENERATED. THIS WARNING IS BASED ONLY ON THE EARTHQUAKE EVALUATION. AN EARTHQUAKE OF THIS SIZE HAS THE POTENTIAL TO GENERATE A DESTRUCTIVE TSUNAMI THAT CAN STRIKE COASTLINES IN THE REGION NEAR THE EPICENTER WITHIN MINUTES TO HOURS. AUTHORITIES IN THE REGION SHOULD TAKE APPROPRIATE ACTION IN RESPONSE TO THIS POSSIBILITY. THIS CENTER WILL MONITOR SEA LEVEL GAUGES NEAREST THE REGION AND REPORT IF ANY TSUNAMI WAVE ACTIVITY IS OBSERVED. THE WARNING WILL NOT EXPAND TO OTHER AREAS OF THE PACIFIC UNLESS ADDITIONAL DATA ARE RECEIVED TO WARRANT SUCH AN EXPANSION.

ESTIMATED INITIAL TSUNAMI WAVE ARRIVAL TIMES AT FORECAST POINTS WITHIN THE WARNING AND WATCH AREAS ARE GIVEN BELOW. ACTUAL ARRIVAL TIMES MAY DIFFER AND THE INITIAL WAVE MAY NOT BE THE LARGEST. A TSUNAMI IS A SERIES OF WAVES AND THE TIME BETWEEN SUCCESSIVE WAVES CAN BE FIVE MINUTES TO ONE HOUR.

LOCATION	FORECAST POINT	COORDINATES	ARRIVAL TIME
CHILE	ANTOFAGASTA	23.3S 70.4W	1612Z 14 NOV
	IQUIQUE	20.2S 70.1W	1625Z 14 NOV
	CALDERA	27.1S 70.8W	1642Z 14 NOV
	ARICA	18.5S 70.3W	1643Z 14 NOV
	COQUIMBO	29.9S 71.3W	1704Z 14 NOV
PERU	MOLLENDO	17.1S 72.0W	1650Z 14 NOV
	SAN JUAN	15.3S 75.2W	1706Z 14 NOV

BULLETINS WILL BE ISSUED HOURLY OR SOONER IF CONDITIONS WARRANT. THE TSUNAMI WARNING WILL REMAIN IN EFFECT UNTIL FURTHER NOTICE.

THE WEST COAST/ALASKA TSUNAMI WARNING CENTER WILL ISSUE PRODUCTS FOR ALASKA...BRITISH COLUMBIA...WASHINGTON...OREGON...CALIFORNIA.

### EJEMPLO: Alerta de Tsunami Regional Fija (cancelación)

TSUNAMI BULLETIN NUMBER 002  
PACIFIC TSUNAMI WARNING CENTER/NOAA/NWS  
ISSUED AT 1656Z 14 NOV 2007

THIS BULLETIN APPLIES TO AREAS WITHIN AND BORDERING THE PACIFIC OCEAN AND ADJACENT SEAS...EXCEPT ALASKA...BRITISH COLUMBIA... WASHINGTON...OREGON AND CALIFORNIA.

... TSUNAMI WARNING CANCELLATION ...

THE TSUNAMI WARNING AND/OR WATCH ISSUED BY THE PACIFIC TSUNAMI WARNING CENTER IS NOW CANCELLED FOR

CHILE / PERU

THIS BULLETIN IS ISSUED AS ADVICE TO GOVERNMENT AGENCIES. ONLY NATIONAL AND LOCAL GOVERNMENT AGENCIES HAVE THE AUTHORITY TO MAKE DECISIONS REGARDING THE OFFICIAL STATE OF ALERT IN THEIR AREA AND ANY ACTIONS TO BE TAKEN IN RESPONSE.

AN EARTHQUAKE HAS OCCURRED WITH THESE PRELIMINARY PARAMETERS

ORIGIN TIME - 1541Z 14 NOV 2007  
COORDINATES - 22.2 SOUTH 69.9 WEST  
DEPTH - 59 KM  
LOCATION - NORTHERN CHILE  
MAGNITUDE - 7.7

MEASUREMENTS OR REPORTS OF TSUNAMI WAVE ACTIVITY

GAUGE LOCATION	LAT	LO	TIME	AMPL	PER
ANTOFAGASTA CL	23.6S	70.4W	1614Z	0.07M/ 0.2FT	20MIN

LAT - LATITUDE (N-NORTH, S-SOUTH)

LO - LONGITUDE (E-EAST, W-WEST)

TIME - TIME OF THE MEASUREMENT (Z IS UTC IS GREENWICH TIME)

AMPL - TSUNAMI AMPLITUDE MEASURED RELATIVE TO NORMAL SEA LEVEL. IT IS ...NOT... CREST-TO-TROUGH WAVE HEIGHT. VALUES ARE GIVEN IN BOTH METERS(M) AND FEET(FT).

PER - PERIOD OF TIME IN MINUTES(MIN) FROM ONE WAVE TO THE NEXT.



## EVALUATION

SEA LEVEL READINGS INDICATE A TSUNAMI WAS GENERATED. IT MAY HAVE BEEN DESTRUCTIVE ALONG COASTS NEAR THE EARTHQUAKE EPICENTER. FOR THOSE AREAS - WHEN NO MAJOR WAVES ARE OBSERVED FOR TWO HOURS AFTER THE ESTIMATED TIME OF ARRIVAL OR DAMAGING WAVES HAVE NOT OCCURRED FOR AT LEAST TWO HOURS THEN LOCAL AUTHORITIES CAN ASSUME THE THREAT IS PASSED. DANGER TO BOATS AND COASTAL STRUCTURES CAN CONTINUE FOR SEVERAL HOURS DUE TO RAPID CURRENTS. AS LOCAL CONDITIONS CAN CAUSE A WIDE VARIATION IN TSUNAMI WAVE ACTION THE ALL CLEAR DETERMINATION MUST BE MADE BY LOCAL AUTHORITIES.

PTWC HAS RECEIVED A REPORT FROM CHILE THAT NO SIGNIFICANT TSUNAMI WAVE ACTIVITY HAS BEEN OBSERVED.

NO TSUNAMI THREAT EXISTS FOR OTHER COASTAL AREAS IN THE PACIFIC ALTHOUGH SOME OTHER AREAS MAY EXPERIENCE SMALL SEA LEVEL CHANGES. THE TSUNAMI WARNING IS NOW CANCELLED FOR ALL AREAS COVERED BY THIS CENTER.

THIS WILL BE THE FINAL BULLETIN ISSUED FOR THIS EVENT UNLESS ADDITIONAL INFORMATION BECOMES AVAILABLE.

THE WEST COAST/ALASKA TSUNAMI WARNING CENTER WILL ISSUE PRODUCTS FOR ALASKA...BRITISH COLUMBIA...WASHINGTON... OREGON...CALIFORNIA.

## **PANEL DE BOLETINES DE TSUNAMIS (TBB).**

El TBB es un servicio por correo electrónico promovido por el ITIC, que permite un foro científico abierto y objetivo para el traspaso de información y discusión de noticias relacionadas con los tsunamis y la investigación de éstos. El ITIC proporciona el servicio a los investigadores de tsunamis y otros profesionales para facilitar la amplia difusión de la información sobre eventos tsunamigénicos, sobre las investigaciones actuales y anuncios de futuras reuniones, publicaciones y otro material relacionado. Todos los miembros del TBB son bienvenidos a contribuir en este tema. Los mensajes son enviados sin modificación. Este panel ha sido muy útil para ayudar a organizar rápidamente los estudios de reconocimientos post-tsunámicos, distribuir sus resultados y planificar talleres y simposios sobre los tsunamis. Los miembros de este panel reciben automáticamente los boletines emitidos por el PTWC, WC/ATWC y la JMA.

## **PLAN DE RESPUESTA ANTE UN TSUNAMI. (TER)**

El Plan de Respuesta ante un Tsunami describe las acciones tomadas para mantener la seguridad pública por las agencias responsables, después de la notificación por el Punto Focal (TWFP), el que por lo general es el Centro Nacional de Alerta de Tsunami. Este plan incluye Protocolos y Procedimientos Operacionales Estandarizados para la respuesta y acción en caso de emergencia, las organizaciones y particulares involucrados, sus funciones y responsabilidades, información de contacto, cronología y urgencia asignada a la acción y medios por los cuales se alertará a los ciudadanos y a la población con necesidades especiales (minusválidos, ancianos, transeúntes y personas en embarcaciones marinas). Para la respuesta ante un tsunami, se ha puesto énfasis en la rapidez, eficiencia, precisión y claridad de las acciones e instrucciones al público. El Plan de Respuesta ante un Tsunami debería también incluir acciones post-tsunami y responsabilidades para búsqueda, rescate, socorro, rehabilitación y recuperación.

## **BOLETÍN DE INFORMACIÓN SOBRE TSUNAMI .**

Mensaje emitido por un TWC para informar la ocurrencia de un terremoto de grandes proporciones y cuya evaluación podría ser: a) exista una pequeña probabilidad de que ocurra un tsunami local, pero no un tsunami de gran alcance o bien, b) no exista amenaza de tsunami.

### **EJEMPLO: Boletín de Información de Tsunami**

TSUNAMI BULLETIN NUMBER 001  
PACIFIC TSUNAMI WARNING CENTER/NOAA/NWS  
ISSUED AT 0222Z 05 JUL 2008

THIS BULLETIN APPLIES TO AREAS WITHIN AND BORDERING THE PACIFIC OCEAN AND ADJACENT SEAS...EXCEPT ALASKA...BRITISH COLUMBIA... WASHINGTON...OREGON AND CALIFORNIA.

... TSUNAMI INFORMATION BULLETIN ...

THIS BULLETIN IS FOR INFORMATION ONLY.

THIS BULLETIN IS ISSUED AS ADVICE TO GOVERNMENT AGENCIES. ONLY NATIONAL AND LOCAL GOVERNMENT AGENCIES HAVE THE AUTHORITY TO MAKE DECISIONS REGARDING THE OFFICIAL STATE OF ALERT IN THEIR AREA AND ANY ACTIONS TO BE TAKEN IN RESPONSE.

AN EARTHQUAKE HAS OCCURRED WITH THESE PRELIMINARY PARAMETERS

ORIGIN TIME - 0212Z 05 JUL 2008  
COORDINATES - 53.8 NORTH 153.2 EAST  
DEPTH - 550 KM  
LOCATION - SEA OF OKHOTSK  
MAGNITUDE - 7.6

#### EVALUATION

A DESTRUCTIVE TSUNAMI WAS NOT GENERATED BASED ON EARTHQUAKE AND HISTORICAL TSUNAMI DATA.

THIS WILL BE THE ONLY BULLETIN ISSUED FOR THIS EVENT UNLESS ADDITIONAL INFORMATION BECOMES AVAILABLE.

THE JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY MAY ALSO ISSUE TSUNAMI MESSAGES FOR THIS EVENT TO COUNTRIES IN THE NORTHWEST PACIFIC AND SOUTH CHINA SEA REGION. IN CASE OF CONFLICTING INFORMATION... THE MORE CONSERVATIVE INFORMATION SHOULD BE USED FOR SAFETY.

THE WEST COAST/ALASKA TSUNAMI WARNING CENTER WILL ISSUE PRODUCTS FOR ALASKA... BRITISH COLUMBIA... WASHINGTON... OREGON... CALIFORNIA..

## ALERTA DE TSUNAMI.

El mayor nivel de alerta de un tsunami. Las alertas son emitidas por los TWC debido a la confirmación de una ola destructiva o a la amenaza de un tsunami inminente. Al principio, las alertas se basan sólo en información sísmica sin confirmación de un tsunami, como un medio de entregar la información lo antes posible a la población en riesgo. Las alertas inicialmente sitúan un área de restricción en una condición que requiere que todas las áreas costeras en la región estén preparadas ante una inminente inundación. Posteriormente, se emiten boletines al menos cada una hora o según las condiciones se continúa emitiendo la alerta, expandiéndola, restringiéndola o dándola por terminada. En caso que se haya sido confirmado un tsunami, el que pudiera causar daños a una distancia superior a los 1.000 Km del epicentro, la alerta puede extenderse a un área mayor.

## CENTRO DE ALERTA DE TSUNAMI (TWC).

Centro que emite oportunamente mensajes con información de tsunami. Los mensajes pueden ser informativos, de alarma o alerta y se basan en datos sismológicos y del nivel del mar disponibles según lo evaluado por el TWC o bien por evaluaciones recibidas provenientes de otras agencias de monitoreo. Los mensajes son de aviso para las agencias oficiales designadas para el manejo de las emergencias. Los TWC regionales monitorean y entregan información a los Estados Miembros sobre los potenciales tsunamis transpacíficos, utilizando redes mundiales de datos. A menudo, pueden emitir mensajes dentro de los 10 a 20 minutos después del terremoto. Los TWC locales, en cambio, monitorean y entregan información sobre potenciales tsunamis locales que azotarán dentro de minutos. Estos centros deben tener acceso a redes de datos continuos, en tiempo real y densamente espaciados, con el fin de caracterizar los terremotos dentro de segundos y emitir una alerta dentro de minutos.

Un ejemplo de un Centro Regional de Alerta ante un Tsunami es el Centro de Alerta Tsunami del Pacífico, el cual entrega alertas de tsunami al Pacífico. Después del tsunami del 26 de diciembre de 2004, el PTWC y JMA han actuado como un TWC Regional provisional para el Océano Índico.

Ejemplos de TWC subregionales son el NWPTAC operado por la JMA y el WC/ATWC operado por la NOAA de los Estados Unidos. En el Pacífico, estos centros, junto con los centros nacionales de Chile, Francia y Rusia, que llevan largo tiempo de funcionamiento, también funcionan como centros nacionales emitiendo alertas a sus respectivos países.

## PRODUCTOS DEL CENTRO DE ALERTA DE TSUNAMI.

Los Centros de Alerta de Tsunami emiten cuatro tipos básicos de mensajes: 1) boletines de información cuando ha ocurrido un gran terremoto, pero existe poca o ninguna amenaza de tsunami; 2) boletines locales, regionales y de extensión oceánica de alarma y alerta cuando existe una potencial amenaza de un tsunami destructivo; 3) boletines de cancelación cuando las destructivas ondas del tsunami ya pasaron; y 4) mensajes de prueba de comunicación para ejercitar regularmente el sistema. Las evaluaciones locales y mensajes iniciales se basan sólo en información sísmica con los tiempos de arribo de las primeras ondas sísmicas, específicamente ubicación, magnitud y profundidad del terremoto. Si la amenaza de tsunami es grande, se calculan los tiempos estimados de arribo de las ondas y se estudian los registros del nivel del mar para confirmar si se ha producido. Los boletines de alerta y alarma se actualizan cada una hora hasta que se acabe la amenaza. En el Pacífico, los tipos de mensajes emitidos por el PTWC incluyen un Boletín de Alerta de Tsunami para todo el Pacífico, Boletín de Alerta y Alarma de Tsunami Regional, Boletín de Información de Tsunami y Mensaje de Prueba de Comunicaciones.

## ALARMA DE TSUNAMI.

Es el segundo nivel más alto de alerta de un tsunami. Las alarmas se emiten por los Centros de Alerta de Tsunami (TWC), basados en información sísmica sin confirmación de que se haya generado un tsunami destructivo. La alarma es emitida como una forma de poner en conocimiento a la población afectada ubicada, por ejemplo, de una a tres horas del tiempo de viaje del tsunami más allá del área inicialmente alertada. Los boletines posteriores se emiten al menos cada una hora para expandir el área de alarma, actualizar todas las áreas alertadas o cancelar la alarma y alerta. Una alarma de tsunami puede incluirse en el texto del mensaje que difunde una Alerta de Tsunami.

## UNESCO

Organización Educativa, Científica y Cultural de las Naciones Unidas. Establecida en 1945, la UNESCO promueve la cooperación internacional entre sus Estados Miembros en los campos de la educación, ciencia, cultura y comunicación. Actualmente, la UNESCO trabaja como un laboratorio de ideas y estandarización de ellas para forjar acuerdos universales sobre problemas éticos emergentes. La Organización también funciona como centro de intercambio que difunde y comparte la información y el conocimiento, mientras apoya a los Estados Miembros a construir las capacidades humanas e institucionales en diversas áreas. La Constitución de la UNESCO señala, "Ya que la guerra nace en la mente de los hombres, es en la mente de los hombres en donde hay que erigir los baluartes de la paz."

(<http://www.unesco.org/>)

## WDC

Centro Mundial de Datos. El sistema WDC fue creado para archivar y distribuir los datos recolectados de los programas de observación del Año Geofísico Internacional de 1957-1958. Originalmente establecido en los Estados Unidos, Europa, Rusia y Japón, el sistema de WDC se ha expandido desde entonces a otros países y a nuevas disciplinas científicas. El sistema de WDC ahora incluye 52 centros en doce países. El NGDC (National Geophysical Data Center) está ubicado con el Centro de Datos Geofísicos y de Geología Marina Mundial, los cuales combinan las responsabilidades de formar los WDC de Geología Marina y Geofísica, y WDC de Geofísica de la Tierra Sólida, dentro de sólo un nuevo centro de datos que maneja los datos globales geofísicos, del piso marino y de los riesgos naturales. Estos datos abarcan escalas de tiempo que van de segundos a milenios y entregan una información base para la investigación en muchas disciplinas.

(<http://www.ngdc.noaa.gov/wdc/wdcmain.html>)

# BIBLIOGRAFÍA

## GENERAL

Atwater, Brian F., et.al., Surviving a tsunami - Lessons from Chile, Hawaii, and Japan. USGS Circular 1187. [Washington DC]: GPO, rev 2005.

Bernard, E.N., ed., Developing tsunami-resilient communities: The National Tsunami Hazard Mitigation Program, Dorchedt: Springer, 2005.

Dudley, M. and M. Lee, Tsunami! 2<sup>nd</sup> Ed., Honolulu: University of Hawaii Press, 1998.

Iida, K., Catalog of tsunamis in Japan and its neighboring countries. Special Report, Yashigasa, Yakusa-cho, Toyota-shi: Aichi Institute of Technology, 1984.

Tsunami Newsletter, IOC International Tsunami Information Centre, Honolulu, 1965 to present.

UNESCO-IOC. IUGG/IOC TIME Project: Numerical method of tsunami simulation with the leap-frog scheme. IOC Manuals and Guides No. 35. Paris, UNESCO, 1997.

UNESCO-IOC. Master plan for the Tsunami Warning System in the Pacific. Second Edition. IOC Information document No. 1124. Paris, UNESCO, 1999. *In English; Spanish, French and Russian version also online.*

UNESCO-IOC International Tsunami Information Centre. Tsunami: The Great Waves. IOC Brochure 2006-2. Paris, UNESCO, 2005. *In English; Spanish and French earlier version also online.*

UNESCO-IOC International Tsunami Information Centre. Tsunami Glossary. IOC Information document No. 1221. Paris, UNESCO, 2006. *Earlier revision in Spanish and French.*

UNESCO-IOC. Tsunami Glossary: A glossary of terms and acronyms used in the tsunami literature. IOC Technical Series No. 37. Paris, UNESCO, 1991.

UNESCO-IOC International Tsunami Information Centre. Tsunami Warning!, IOC Information Document No. 1223. Paris, UNESCO, 2005.

UNESCO-IOC. Post-tsunami survey field guide. First Edition. IOC Manuals and Guides No. 37. Paris, UNESCO, 1998. *Versions in Russian,*

*French and Spanish. English and Spanish versions available online through ITIC Web Site.*

## CATÁLOGO DE EVENTOS

Berninghausen, W.H., Tsunamis and seismic seiches of Southeast Asia. Bulletin of the Seismological Society of America, 59, 289-297, 1969.

Berninghausen, W.H., Tsunamis and seismic seiches reported from regions adjacent to the Indian Ocean. Bulletin of the Seismological Society of America, 56(1), 69-74, 1966.

Berninghausen, W.H., Tsunamis and seismic seiches reported from the Western North and Atlantic and the coastal waters of Northwestern Europe. Informal Report No. 68-05, Washington DC: Naval Oceanographic Office, 1968.

Berninghausen, W.H., Tsunamis reported from the west coast of South America, 1562-1960. Bull. Seismol. Soc. Amer., 52, 915-921, 1962.

Berninghausen, W. H., Tsunamis and seismic seiches reported from the eastern Atlantic south of the Bay of Biscay. Bull. Seismol. Soc. Amer., 54, 439-442, 1964.

Dunbar, P.K., P. A. Lockridge, and L. S. Whiteside, Catalogue of Significant Earthquakes 2150BC-1991AD. US Department of Commerce, NOAA, National Geophysical Data Center, Boulder, USA, World Data Center A for Solid Earth Geophysics Reports SE-49, 320 pp, 1992.

Everingham, I.B., Preliminary Catalogue of Tsunamis for the New Guinea I Solomon Island Region 1768-1972. Bureau of Mineral Resources, Canberra, Australia, Report 180, 78 pp, 1977.

Heck, N.H., List of seismic sea waves. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 37, No. 4, p. 269-286, 1947.

Iida, K., D. Cox, and G. Pararas-Carayannis, Preliminary catalog of tsunamis occurring in the Pacific Ocean. Data Report No. 5, Hawaii Institute of Geophysics, HIG-67-10. Honolulu: University of Hawaii, re-issued 1972. URL: [http://www.soest.hawaii.edu/Library/Tsunami%20Reports/Iida\\_et\\_al.pdf](http://www.soest.hawaii.edu/Library/Tsunami%20Reports/Iida_et_al.pdf)

Pararas-Carayannis, G., Catalogue of Tsunamis in the Hawaiian Islands. US Department of Commerce, NOAA National Geophysical Center, Boulder, USA, World Data Center A for Solid Earth Geophysics Publication, 94 pp, 1969.

Lander, J.F., Tsunamis Affecting Alaska 1737-1996. KGRD No. 31, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Geophysical Data Center, Boulder, Colorado, USA, September, 155, 1996.

Lander, J.F., P.A. Lockridge, and M.J. Kozuch, Tsunamis affecting the West Coast of the United States 1806-1992. US Department of Commerce, NOAA, National Geophysical Data Center, Boulder, USA, NGDC Key to Geophysical Records Documentation KGRD-29. 242 pp, 1993.

Lander, J., and P. Lockridge, United States Tsunamis (including United States Possessions) 1690-1988. Publication 41-2, Boulder: National Geophysical Data Center, 1989.

Lockridge, P.A., Tsunamis in Peru-Chile, Report SE-39, World Data Center A for Solid Earth Geophysics, NOAA, National Geophysical Data Center, Boulder, CO, USA, 97, 1985.

Lockridge, P.A., L.S. Whiteside and J.F. Lander, Tsunamis and Tsunami-like Waves of the Eastern United States. Science of Tsunami Hazards, the International Journal of the Tsunami Society, Honolulu, Hawaii, USA, 20 (3), 120-144, 2002.

Lockridge, P.A. and R. H. Smith, 1984 : Map of Tsunamis in the Pacific Basin, 1900-1983. Scale 1:17,000,000. US NOAA National Geophysical Data Center World Data Centre A For Solid Earth Geophysics and Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources Map Project.

Molina, E.e (Seccion de Sismologia, INSIVUMEH, Guatemala). Tsunami catalogue for Central America 1539-1996 [Report]. Reduction of natural disasters in Central America. Universitas Bergensis Technical Report no. II 1-04, Bergen, Norway: Institute of Solid Earth Physics, University of Bergen; 1997.

Murty, T.S. and M. Rafiq, A tentative list of tsunamis in the marginal seas of the north Indian Ocean. Natural Hazards, 4 (1), 81-83, 1991.

O'Loughlin, K.F. and J.F. Lander, Caribbean tsunamis: A 500-year history from 1498-1998, Advances in Natural and Technological Hazards Research, Vol. 20 Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, 2003.

Soloviev, S.L., et al., Tsunamis in the Mediterranean Sea 2000 BC-2000AD. Advances in Natural and Technological Hazards Research, Vol. 13, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

Soloviev, S.L., and C. N. Go, A catalogue of tsunamis on the western shore of the Pacific Ocean. Academy of Sciences of the USSR, Nauka Publishing House, Moscow, 310 pp. *Canadian Translation of Fisheries and Aquatic Sciences No. 5077, 1984, translation available from Canada Institute for Scientific and Technical Information, National Research Council, Ottawa, Ontario, Canada K1A 0S2, 447 pp, 1974.*

Soloviev, S.L., and C. N. Go, A catalogue of tsunamis on the eastern shore of the Pacific Ocean. Academy of Sciences of the USSR, Nauka Publishing House, Moscow, 204 pp. *Canadian Translation of Fisheries and Aquatic Sciences No. 5078, 1984, translation available from Canada Institute for Scientific and Technical Information, National Research Council, Ottawa, Ontario, Canada K1A 0S2, 293 pp, 1975.*

Soloviev, S.L., C. Go, and C. S. Kim, Catalogue of Tsunamis in the Pacific 1969-1982, Results of Researches on the International Geophysical Projects. Moscow: Academy of Sciences of the USSR, 1992.

Soloviev, S.L. and M.D. Ferchev, Summary of Data on Tsunamis in the USSR. Bulletin of the Council for Seismology, Academy of Sciences of the USSR [Byulleten Soveta po Seismologii Akademiya Nauk, SSSR], 9, 23-55, Moscow, USSR, 37, 1961.

Tinti, S., A. Maramai and L. Graziani. A new version of the European Tsunami Catalogue: updating and revision. Natural Hazards and Earth System Sciences, 1, 1-8, 2001.

Tsunami Laboratory, ICMMG SD RAS, Novosibirsk, Russia, ITDB/WLD (2005) Integrated Tsunami Database for the World Ocean, Version 5.15 of July 31, 2005, CD-ROM.

## TÉCNICA

Abe, K., Size of great earthquakes 1837-1974 inferred from tsunami data, *J. Geophys. Res.*, 84, 1561-1568, 1979.

Abe, Katsuyuki, A new scale of tsunami magnitude, Mt. in *Tsunamis: Their science and engineering*, Iida and Iwasaki, eds., Tokyo: Terra Scientific Publishing Company, 91-101, 1983.

Ambraseys, N.N., Data for the investigation of the seismic sea-waves in the Eastern Mediterranean, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 52:4, 895-913, 1962.

Dmowska, R. and B. Saltzman, eds., *Tsunamigenic earthquakes and their consequences*. *Advances in Geophysics*, Vol. 39, San Diego: Academic Press, 1998.

European Commission. Directorate General for Science, Research and Development, UNESCO and Commissariat à l'Energie Atomique (CEA), *International Conference on Tsunamis*, 26-28 May 1998. France: CEA, 1998.

Hatori, T., Relation between tsunami magnitude and wave energy, *Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo*, 54, 531-541, 1979. *In Japanese with English abstract*.

Hatori, T., Classification of tsunami magnitude scale, *Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo*, 61, 503-515, 1986. *In Japanese with English abstract*.

Iida, K. and T. Iwasaki, eds., *Tsunamis: Their science and engineering*, Proceedings of the International Tsunami Symposium (1981), Tokyo: Terra Scientific, 1983.

Kanamori, H., "Mechanism of tsunami earthquakes," *Phys. Earth Planet. Inter.*, 6, 346-359, 1972.

Keating, B., Waythomas, C., and A. Dawson, eds., *Landslides and Tsunamis*. *Pageoph Topical Volumes*, Basel: Birkhäuser Verlag, 2000.

Mader, C., *Numerical modeling of water waves*, 2<sup>nd</sup> ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.

Papadopoulos, G., and F. Imamura, "A proposal for a new tsunami intensity scale," *International Tsunami Symposium Proceedings*, Session 5, Number 5-1, Seattle, 2001.

Satake, K., ed., *Tsunamis: Case studies and recent developments*. Dordrecht: Springer, 2005.

Satake, K. and F. Imamura, eds., *Tsunamis 1992-1994: Their generation, dynamics, and hazard*, *Pageoph Topical Volumes*. Basel: Birkhäuser Verlag, 1995.

Sauber, J. and R. Dmowska, *Seismogenic and tsunamigenic processes in shallow subduction zones*. *Pageoph Topical Volumes*. Basel: Birkhäuser Verlag, 1999.

Shuto, N., "Tsunami intensity and disasters," in *Tsunamis in the World*, S. Tinti, ed., Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 197-216, 1993.

Sieberg, A., *Erdbebenkunde*, Jena: Fischer, 102-104, 1923. *Sieberg's scale*.

Soloviev, S.L., "Recurrence of earthquakes and tsunamis in the Pacific Ocean," in *Tsunamis in the Pacific Ocean*, edited by W. M. Adams, Honolulu: East-West Center Press, 149-164, 1970.

Soloviev, S.L., "Recurrence of earthquakes and tsunamis in the Pacific Ocean," *Volny Tsunami* (Trudy SahkNII, Issue 29), Yuzhno-Sakhalinsk, 7-46, 1972. *In Russian*.

Tinti, S., ed., *Tsunamis in the World : Fifteenth International Tsunami Symposium*, 1991, *Advances in Natural and Technological Hazards Research*, Vol. 1. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993.

Tsuchiya, Y. and N. Shuto, eds., *Tsunami: Progress in prediction, disaster prevention and warning*. *Advances in Natural and Technological Hazards Research*, Vol. 4. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995.

Yeh, H., Liu, P., and C. Synolakis, *Long-wave runup models*, Singapore: World Scientific, 1996.

## TEXTOS ESCOLARES Y PARA PROFESORES TEXTOS GUÍA (en Español e Inglés)

Pre-elementary school: *Earthquakes and tsunamis Chile: SHOA/IOC/ITIC*, 1996. Revised 2003 in Spanish.

2-4 Grade: *I invite you to know the earth I*. Chile: SHOA/IOC/ITIC, 1997.

5-8 Grade: *I invite you to know the earth II*. Chile: SHOA/IOC/ITIC, 1997.

High School: *Earthquakes and tsunamis*. Chile: SHOA/IOC/ITIC, 1997.

# 7 ÍNDICE

Alarma de tsunami	33	ICG/NEAMTWS	25	PTWC y WC/ATWC	28
Alerta de tsunami	32	ICG/PTWS	25	Punto de predicción	24
Alerta de tsunami para todo el Pacífico	26	Intensidad	16	Punto focal del ICG (TWFP)	25
Altura media	17	Intensidad del tsunami	20	Remolino (eddy)	7
Altura significativa de las ondas	19	Inundación (máxima)	16	Resonancia del tsunami	15
Amplitud de la marea	23	Inundación o distancia de inundación	16	Retroceso del mar	18
Amplitud del tsunami	19	ITIC	26	Riesgo de tsunami	15
Area de inundación	16	IUGG	26	Rompeolas	7
Ascenso	18	JMA	26	Run up	18
Bajamar	21	Línea de inundación	16	Sedimentos de tsunami	6
Boletín de Alerta Regional de Tsunami Fijo	30	Longitud de ondas del tsunami	20	Seiche	8
Boletín de Información sobre Tsunami	31	Longitud del seno	16	Seno de una onda (cresta)	20
Caída	16	Magnitud	17	Simulación del tsunami	15
Centro de Alerta de Tsunami (TWC)	32	Magnitud del tsunami	20	Sismo-tsunami	6
COI	25	Mapa de evacuación	8	Sistema DART® (Deep-Ocean Assessment and Reporting of Tsunamis)	21
Contacto nacional del ICG (TNC)	25	Mapa de tiempo de viaje	8	Sistema de cableado oceánico (cable ocean-bottom instrument)	21
Cotidal	21	Marea	23	Subida inicial	16
Daños por tsunami	9	Maremoto	2	Teletsunami = tsunami generado a distancia o tsunami de campo lejano	5
Datos de tsunamis históricos	8	Mareógrafo	22	Teoría de la generación de tsunami	11
Depresión de la ola (valle)	20	Mareógrafo	23	Tiempo de arribo	16
Desbordamiento	17	Micro tsunami	2	Tiempo de viaje	8
Diagramas de refracción	22	Modelación numérica de tsunami	12	Tiempo estimado de arribo	8
Disipación del tsunami	10	Nivel de agua (máximo)	20	Tiempo transcurrido	16
Dispersion	19	Nivel del mar	22	Tsunámetro	23
Distribución del run up	18	Nivel del mar de referencia	22	Tsunami	6
Efectos de los tsunamis	11	Nivel máximo probable	22	Tsunami bore	9
Escala de Sieberg para la intensidad del tsunami	18	Nivel medio del mar	22	Tsunami de alcance regional	28
Escala modificada de Sieberg	18	Observación de los tsunamis	13	Tsunami de alarma/alerta (RWW) boletín de alarma/alerta (RWW)	2
Estación de nivel del mar	23	Onda de marea	23	Tsunami histórico	2
Estación mareográfica	23	Onda inicial	17	Tsunami local	2
Estudio post tsunami	17	Ola de rompiente	7	Tsunami meteorológico (meteotsunami)	2
Evaluación del peligro de tsunami	11	Ola sísmica	8	Tsunami regional	4
Fuente del tsunami	15	Ola transversal de tsunami	10	Tsunami transoceánico (ocean-wide tsunami)	2
Generación del tsunami	10	Oscilaciones previas de un tsunami	10	Tsunámico	15
GLOSS	24	Paleo tsunami	2	Tsunamigénico	15
GOOS	24	Panel de Boletines de sobre Tsunamis (TBB)	31	UNESCO	33
GTS	24	Peligro de tsunami	11	Velocidad del tsunami o velocidad en aguas de baja profundidad	15
Guía operacional para un sistema de alerta de tsunami (TWS)	27	Período del tsunami	20	WDC	33
Hundimiento (elevación)	19	Período predominante del tsunami	20	Zonificación de los tsunamis	15
ICG	24	Plan de Respuesta ante un Tsunami (TER)	31		
ICG/CARIBE-EWS	24	Plan Maestro	26		
ICG/IOTWS	25	Prevención en materia de tsunamis	13		
ICG/ITSU	25	Productos del centro de alerta de tsunami	33		
		Propagación de los tsunamis	14		



## INTERNATIONAL CENTRO INTERNACIONAL DE INFORMACIÓN DE TSUNAMI (ITIC)

A UNESCO/IOC - NOAA Partnership

737 Bishop Street Suite 2200  
Honolulu, Hawaii 96813-3213, U.S.A.  
<http://www.tsunamiwave.info>

Phone: <1> 808-532-6422

Fax: <1> 808-532-5576

E-mail: [itic.tsunami@unesco.org](mailto:itic.tsunami@unesco.org)

Localizado en Honolulu, el Centro Internacional de Información de Tsunamis (ITIC), fue establecido el 12 de noviembre de 1965 por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización Educativa, Científica y Cultural de las Naciones Unidas (UNESCO). La primera Sesión del Grupo Internacional de Coordinación para el Sistema Internacional de Alerta de Tsunami del Pacífico (ITSU) fue convocada en el año 1968. En el año 2005, el ITSU fue renombrado como Grupo Intergubernamental de Coordinación del Sistema de Mitigación y Alerta de Tsunami del Pacífico (ICG/PTWS), para dar énfasis a la naturaleza comprensiva de reducción de riesgo.

El ITIC agradece a los siguientes científicos por su revisión y asesoría: Paula Dunbar, Fumihiko Imamura, Osamu Kamigaichi, Emilio Lorca, Charles McCreery, Modesto Ortiz, William Power, Alexander Rabinovich, Kenji Satake, François Schindele, Fred Stephenson, Costas Synolakis, Masahiro Yamamoto, and María Cecilia Zelaya.

International Tsunami (ITSU) wave courtesy of Aqualog.



Intergovernmental Oceanographic Commission  
Technical series

85

# GLORIA DE SUNAMIS



UNESCO 2009