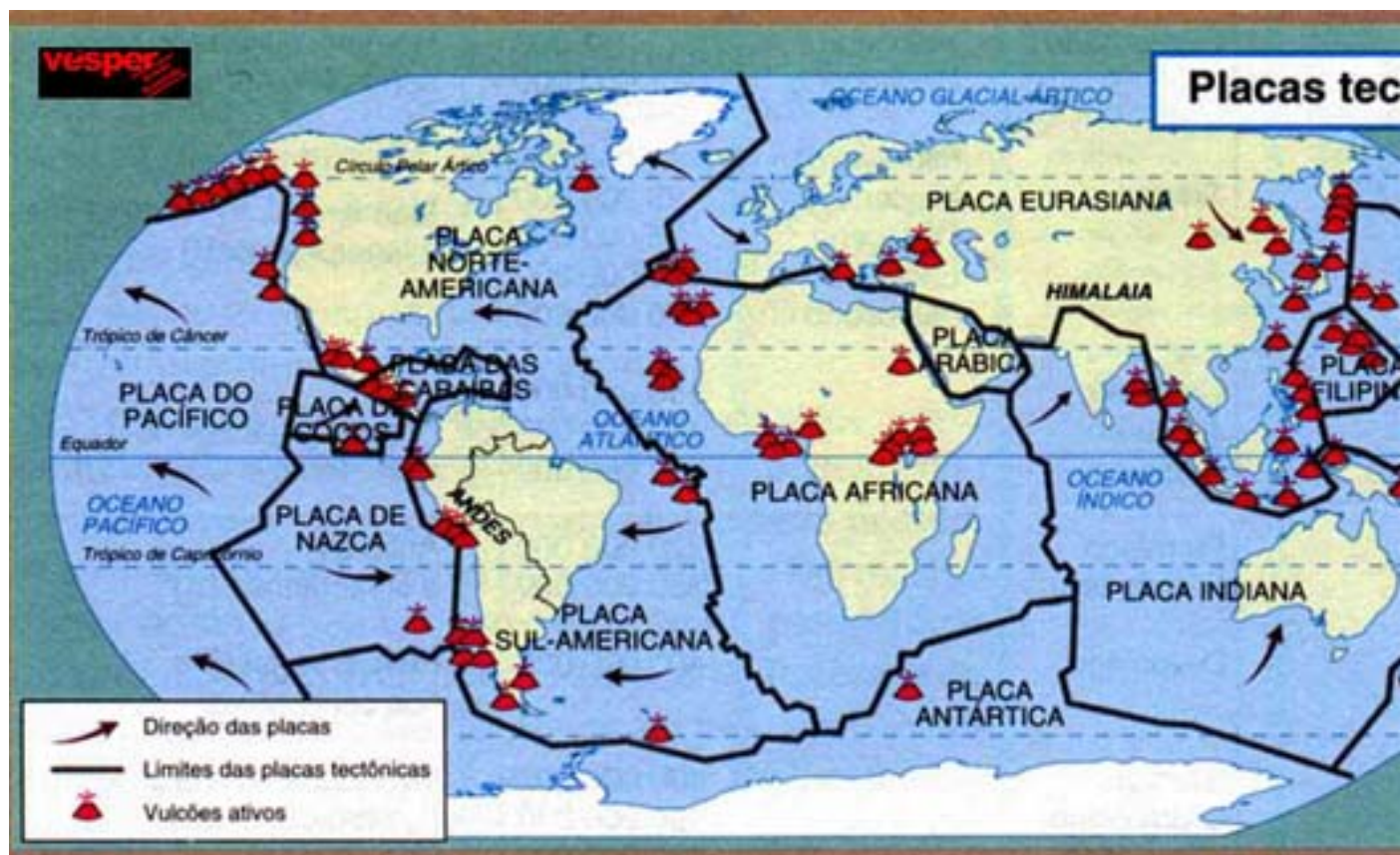


Tectònica de plaques

El terme anomenat tectònica de plaques fa referència a unes estructures per les quals està conformat el nostre planeta, exactament, de vuit grans plaques.



Aquestes plaques estan en continu moviment, l'explicació de per què es mouen és encara poc clara, però podria explicar-se pel fenomen de la convecció, que es refereix a la influència que la temperatura en el magma del nucli de la terra exerceix sobre els distints minerals, fent surar als més calents i enfonsant els més freds. La calor vindria del decantament radioactiu dels isòtops com l'urani, torio o potasi, així com el de la calor residual encara present des de la formació de la Terra.

La Terra aquesta dividida en diverses parts:

La litosfera que abarca l'escorça continental i oceànica. Aquesta té un espessor d'uns 36 km.

El mantell superior i inferior, el nucli extern i l'intern. Em centraré en el mantell superior, en concret en la astenosfera. La astenosfera, és roca ígnia que a causa de les temperatures tan elevades que hi ha en l'interior del planeta, la roca es fon. Al fondre's, les plaques que són a sobre aquesta, es mouen. Les plaques estan dividides entre si per unes fronteres que poden ser de tres tipus:

- Fronteres divergents: On es genera nova escorça que plena la bretxa de les plaques al separar-se.

Per exemple, la serralada mesoatlàntica.



– Fronteres convergents: On l'escorça és destruïda a l'enfonsar-se una placa sota l'altra (subducció). Les zones de subducció, donen origen a les zones més sísmiques del planeta.



– Fronteres de transformació: On l'escorça ni es destrueix ni es produeix i on només les plaques llisquen. Per exemple, la Falla de San Andrés (Califòrnia)

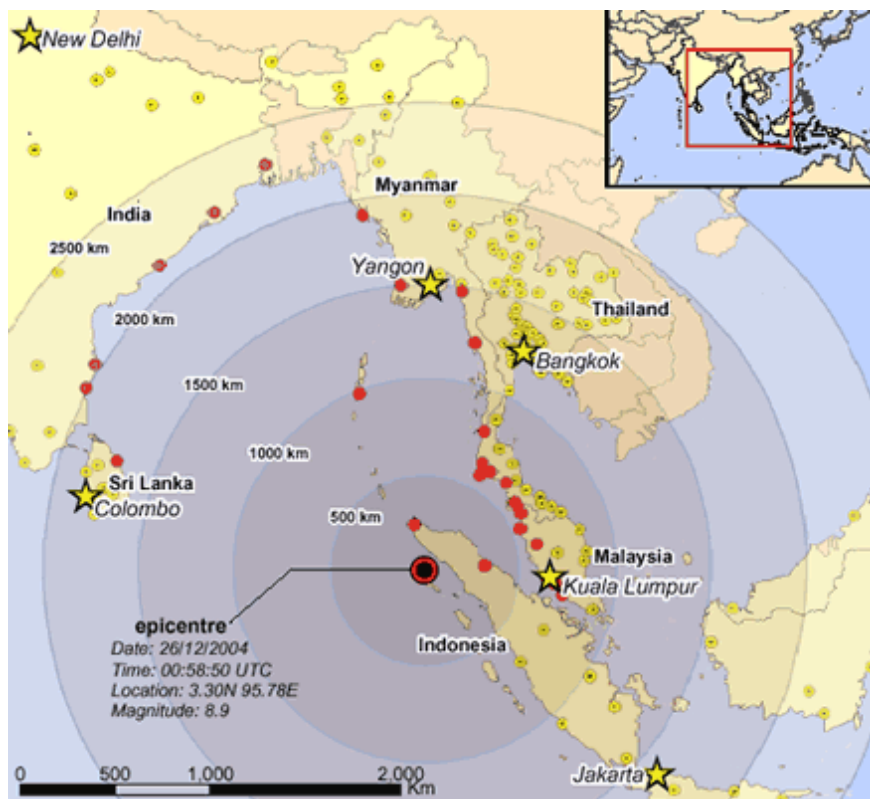


Tsunami del sud-est asiàtic

Gran tsunami escombra el sud-est asiàtic i causa 150.000 morts

El terratrèmol més violent registrat en el món des de 1964, amb una intensitat de 9 en l'escala de Richter, va dur la desolació i la mort fa més d'un any en el sud-est asiàtic. Les costes de Sri Lanka, l'Índia, Indonèsia, Malàisia, Tailàndia, Bangla Desh i les Maldives van ser arrasades per les ones gegants que va provocar un sísmic, en epicentre en el mar, a l'oest del nord de la illa de Sumatra, a Indonèsia. Va haver-hi almenys 12.600 morts, entre ells com a mínim desenes de turistes.

El sísmic va crear un impressionant tremolor, l'epicentre del qual, es va situar a 19 quilòmetres de profunditat en el mar, on les ones van arribar fins als 10 metres d'altura i es van abatre sobre les costes



Més de 150.000 persones han perdut la vida a causa del tsunami més mortífer de l'història, una ona gegant provocada pel sísmic, que es va causar per el xoc de la placa Euroasiàtica i la placa Indoaustraliana, van fer miques tot el que va trobar al seu pas. Les organitzacions humanitàries i els cossos de seguretat de nombrosos països van lluitar per evitar que l'escassetat de recursos i la gran quantitat de restes de animals i persones mortes acabessin produint una gran epidèmia.

L'origen d'aquest desastre natural s'ubica a l' illa de Sumatra (Indonèsia). Allà va tener lloc l'epicentre del sisme, de 9 graus a l'escala de Richter, a partir del qual es van formar ones de més de 10 metres d'alçada que es van endinsar en les costes d'11 països. La força del tsunami va ser tan gran que els seus efectes fins i tot van arribar a l'Àfrica.

La gent de la costa no va ser avisada a temps i això va ser una de les causes de l'hecatombe, ja que no va tenir temps a fugir. A més, la velocitat i la potencia de l'onada gegant van ser tan enormes que molts arbres i contruccions no van poder soportar la pressió que exercia l'aigua sobre elles. Això va fer que molta gent arrossegada per les ones no morís ofegada, sinó per els cops causats. El tipus de construcció, no estava preparat i la conseqüència va ser, que fins i tot, ciutats senceres fossin arrasades.

Els danys de la catàstrofe superen els 12.000 milions d'euros.

Dades generals

- **Magnitud:** 9.0 en l'escala de *Ritcher
- **Data i hora:** Diumenge 26 de desembre de 2004 a les 00:58:50 (UTC) = Coordinated Universal Estafi
Diumenge 26 de desembre de 2004 a les 6:58:50 AM = hora local de l'epicentre.
- **Localització:** 3.298°N, 95.779°I
- **Profunditat:** 10km (6,2 milles)
- **Regió:** Enfront de la costa oest del nord-est de Sumatra
- **Distàncies:** 250 km SSE of Banda Aceh, Sumatra, Indonèsia
320 km W of Medan, Sumatra, Indonèsia
1260 km SSW of Bangkok, Tailàndia
1605 km NW of Jakarta, Java, Indonèsia
- **Font:** USGS NEIC (WDCS-D)
- **Esdeveniment ID:** Usslav
- **Xifres inicials:** Almenys 3.000 persones mortes a Sri Lanka, 2.300 a Índia, 2.000 a Indonèsia, 289 a Tailàndia, 42 a Malàsia, 8 a Somàlia i 2 a Bangla Desh pels tsunamis
Els tsunamis van abatir també en la costa de les Illes Maldives i Cocos. Almenys 200 persones mortes, edificis destruïts i danys en l'àrea de Banda Aceh
- **Xifres finals:** 150.000 morts



Tsunami

Un TSUNAMI (del japonès *TSU: port o badia, *NAMI: ona) és una ona o sèrie d'ones, que es produeixen en una massa d'aigua al ser empenya violentament per una força que la desplaça verticalment. Aquest terme va ser adoptat en un congrés de 1963.

Terratrèmols, volcans, meteorits, ensulsiades costaneres o subterranis i fins i tot explosions de gran magnitud poden generar un tsunami.

Antigament se'ls anomenava marejades, sismes submarins o ones sísmiques marines, però aquests termes han anat quedant obsolets, ja que no descriuen adequadament el fenomen. Els dos primers impliquen moviments de marea, que és un fenomen diferent i que té a veure amb un desbalanç oceànic provocat per l'atracció gravitatoria exercida pels planetes, el sol i especialment la lluna. Les ones sísmiques per altra banda, impliquen un terratrèmol i com ja vam veure'm que n'hi ha altres causes d'un tsunami.

Un tsunami generalment no és percebut per les naus en alta mar (les ones en alta mar són petites) ni pot visualitzar-se des de l'altura d'un avió volant sobre el mar.

Com pot suposar-se, els tsunamis poden ser ocasionats per terratrèmols locals o per terratrèmols que han passat a distància. D'ambdós, els primers són els quals produeixen danys més devastadors degut al fet que no s'arriba a a contar amb temps suficient per a evacuar la zona (generalment és produeixen entre 10 i 20 minuts després del terratrèmol) ja que també el terratrèmol per si mateix, genera terror i caos que fan molt difícil organitzar una evacuació ordenada.

Causes d'un tsunami

Com esmentava en el punt anterior, els Terratrèmols són la gran causa dels tsunamis. Perquè un terratrèmol origini un tsunami el fons marí ha de ser mogut abruptament en sentit vertical, de manera que l'oceà és impulsat fora del seu equilibri normal. Quan aquesta immensa massa d'aigua tracta de recuperar el seu

equilibri, es generen les ones. La grandària del tsunami estarà determinada per la magnitud de la deformació vertical del fons marí. No tots els terratrèmols generen tsunamis, sinó només aquells de magnitud considerable, que passen sota el fons marí i que són capaços de deformar-lo.

Si bé, qualsevol oceà pot experimentar un tsunami, és més freqüent que passi en l'Oceà Pacífic, ja que es una zona de subducció de plaques i això genera terratrèmols de magnituds molt elevades (especialment les costes de Xile i Perú i Japó)..

Els devessalls, erupcions volcàniques i explosions submarines poden ocasionar tsunamis que solen dissipar-se ràpidament, sense arribar a provocar danys en els seus marges continentals.

Respecte dels meteorits, no hi ha antecedents verificables sobre la seva ocurrència, però l'ona expansiva que provocarien a l'entrar a l'oceà o l'impacte en el fons marí en cas de caure en zona de baixa profunditat, són factors bastant sustentables com per a pensar en ells, és una eventual causa d'un tsunami, especialment si es tracta d'un meteorit de gran grandària.

Mecanismes generadors

Els principals mecanismes generadors de tsunamis són:

Dislocacions en el fons del mar produïdes per un terratrèmol, de magnitud superior a 6.5 en l'escala de Richter, el qual provoca sobtats aixecaments o enfonsaments de l'escorça amb el consegüent desplaçament de la columna d'aigua. El tectonisme ocasiona el 96% dels tsunamis observats.

Erupcions volcàniques submarines que són responsables del 3% d'ocurrència de tsunamis.

Lliscaments en el talús continental, amb 0.8% d'ocurrència.

Altres mecanismes naturals generadors de tsunamis són:

- El flux cap al mar de corrents de turbidessa o de renta
- El desprendiment de glaceres
- En forma artificial les explosions nuclears detonades en la superfície o en el fons marí.

Aquests són fenòmens menys comuns, però de gran importància pels efectes locals que produeixen.

És poc probable que terratrèmols de hipocentres poc profunds (menors a 60 km), amb magnituds inferiors a 6,4 en l'escala de Richter generin un tsunami. Mentre que aquells amb magnituds superiors a 7,75 poden originar tsunamis d'alt risc.

Poder destructiu

La força destructiva del tsunami en àrees costaneres, depèn de la combinació dels següents factors:

- a) Magnitud del fenomen que ho induexi. En el cas de ser un seïsme submarí s'ha de considerar la magnitud i profunditat del seu focus.
- b) Influència de la topografia submarina en la propagació del tsunami.
- c) Distància a la costa des del punt on va ocórrer el fenomen (epicentre).
- d) Configuració de la línia de costa.
- e) Influència de l'orientació de l'eix d'una badia respecte a l'epicentre (característiques direccionals).
- f) Presència o absència de corals o esculleres i, l'estat de la marea al temps de l'arribada del tsunami
- g) Influència de la topografia en superfície, inclou pendents i grau de rugositat derivat de construccions, arbres i altres obstacles en terra.

Danys causats

Els danys típics produïts per tsunami poden agrupar-se d'acord als següents grups:

a) Danys produïts de moment del flux.

Els danys produïts per efecte del torc o moment, s'originen quan la massa d'aigua del front del tsunami seguida per un fort corrent, impacta l'espai construït i el seu entorn, caracteritzat per obres de variades dimensions, arbres o altres objectes. En l'impacte el tsunami demostra la seva tremenda força destructiva, la qual, es reforça per la col·lisió dels objectes arrossegats pel corrent.

Quan la massa d'aigua flueix de tornada al mar, els enderroc arrossegats enforteixen la força de l'embranchida del flux que irromp, causant d'aquesta manera un efecte destructiu de les estructures afeblides per la primera investida. En algunes ocasions la magnitud del moment del flux és tan alta, que és capaç d'arrossegar terra endins a vaixells d'elevat tonatge. S'ha d'assenyalar que els danys originats per aquesta causa són més severs en les badies en forma de V.

b) Danys produïts per la inundació.

Si el flux no és de gran magnitud, la inundació fa que suri tot tipus de material que no estigui fortament lligat a la seva base en el terreny, com passa amb cases de fusta que no tenen fonaments sòlids. En el cas d'una gran extensió de terreny pla, la massa d'aigua pot trobar un passatge cap a l'interior i, per diferències de pendent, el flux d'aigua és accelerat en aquest passatge originant l'escombrat dels elements que es presentin al seu pas, com construccions, estructures, etc.

En aquestes inundacions, normalment persones i animals moren ofegats; vaixells i altres embarcacions menors atracats en ports i molls, poden ser arrossegats a terra i dipositats posteriorment en àrees distants a la seva localització inicial una vegada que el flux ha retrocedit.

c) Danys produïts per ensocavament.

Els danys originats per ensocavament han estat observats sovint en les infraestructures portuàries. Prop de la costa el corrent del tsunami, remou el fang i sorra del fons del mar, soscavant de vegades les fundacions de les estructures de molls i ports. Si això passa, aquestes estructures cauen cap al mar.

Diferències entre Tsunami i Marees

Les marees es produeixen habitualment per l'acció del vent sobre la superfície de l'aigua i les seves ones tenen una rimicitat que usualment és de 20 segons i com a màxim solen propagar-se uns 150 metres terra endins, com observem en els temporals o huracans. De fet la propagació és limitada per la distància, de manera que va perdent intensitat a l'allunyar-nos del lloc on el vent l'està generant.

Un tsunami, en canvi, presenta un comportament oposat, ja que el brusc moviment de l'aigua des de la profunditat genera un efecte de cop de fuet cap a la superfície que és capaç d'assolir ones d'una magnitud impensable. Les anàlisis matemàtiques indiquen que la velocitat és igual a l'arrel quadrada del producte entre la força de gravetat ($9,8 \text{ m/s}^2$) i la profunditat.

Només quan arriben a la costa comencen a perdre velocitat, al disminuir la profunditat de l'oceà. L'altura de les ones, no obstant això, pot incrementar-se fins a superar els 30 metres (l'habitual és una altura de 6 o 7 m). Les falles presents en les costes de l'Oceà Pacífic on les plaques tectòniques s'introdueixen bruscament sota la placa continental provoca un fenomen anomenat subducció (del que he parlat anteriorment), el que genera tsunamis amb freqüència..

L'energia dels tsunamis es manté més o menys constant durant el seu desplaçament, de manera que a l'arribar a zones de menor profunditat, al haver-hi menys aigua que desplaçar, la velocitat s'incrementa de manera formidable.

Megatsunamis

Hi ha alguns mecanismes generadors menys habituals que també poden produir-los les erupcions volcàniques, els lliscaments de terra, els meteorits o les explosions submarines, que poden produir ones enormes molt més grans que la dels tsunamis corrents. Aquest tipus de tsunamis son anomenats

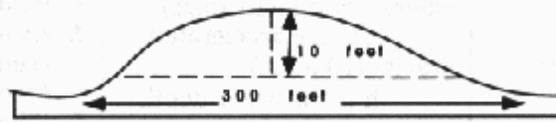
megatsunamis (terme no científic). Aquests tsunamis no estan generats per causes tectòniques. El terratrèmol del sud-est asiàtic amb una energia desenvolupada d'unes 32.000 MT, en les quals només una petita fracció es va traspasar al tsunami, en canvi, un exemple d'un megatsunami seria l'explosió del volcà Krakatoa que l'erupció del qual va crear una energia de 300MT. Els tsunamis generats per causes tectòniques tenen molta més energia que els megatsunamis, però, aquests últims poden arribar a molts més metres d'altitud de l'ona principal. Un tsunami tectònic distribuïx la seva energia al llarg de la superfície d'aigua molt major mentre que els megatsunamis parteixen d'un succés molt puntual i localitzat, a part, es produïxen en zones relativament poc profunds de la plataforma continental.

Canvis d'energia

Es pot dir que hi ha un transvasament d'energia de velocitat a amplitud. L'ona es frena però guanya altura (passa d'energia cinètica, a energia potencial). L'ona és molt més del que es pot veure, aquesta arrossega una massa d'aigua molts major que qualsevol ona convencional pel que el primer impacte de front de l'ona ve seguit de l'embranchida de la resta de la massa d'aigua. Abans de la seva arribada el mar acostuma a retirar-se diversos centenars de metres. Des de llavors fins a l'arribada de l'ona principal poden passar de 5 a 10 minuts. Així va passar el 26 de desembre de 2004, on minuts abans de l'arribada de l'ona principal, petits tsunamis van entrar aproximadament uns cinquanta metres platja endins provocant gran sorpresa en els banyistes abans que l'ona major arrasés tot el territori. L'energia dels tsunamis tectònics és gairebé constant. Poden arribar a creuar oceans i afectar a costes molt allunyades del lloc on es va produir l'epicentre. El seu front d'ona és recte gairebé en tota la seva extensió. Només en els extrems, es va diluint l'energia al corbar-se. L'energia es concentra en un front d'ona recte el que fa que les zones situades just en l'adreça de la falla es vegin relativament poc afectades, en contrast amb les zones que queden escombrades de ple per l'ona, encara que se situïn molt més lluny.

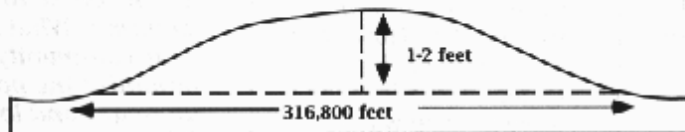
Regular wind generated wave

Speed: 10-20 mph



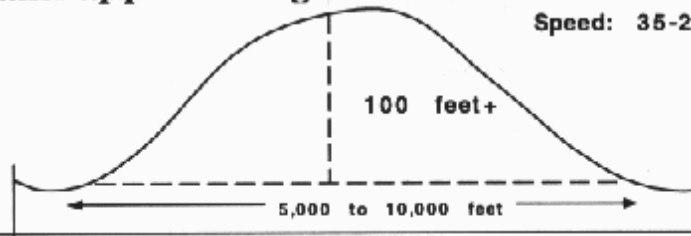
Tsunami in the Deep Ocean

Speed: 450-650 mph



Tsunami approaching shore

Speed: 35-220 mph



Un passat devastador



Santornini

Es creu que el mite de l' Atlántida està basat en la dramàtica destrucció de la civilització minoica que habitava a Creta en el segle XVI aC, les ones que va generar l'explosió de la illa volcànica de Santorini van destruir per complet la ciutat de Teras, que era el principal port comercial del minoic. Les ones van arribar a Creta amb 100 o 150 metres d'altura assolant ports importants de la costa nord de la illa com els de Knossos. Gran part de la seva flota va quedar destruïda i els seus cultius corromputs per l'aigua salada del mar. L'explosió de Santorini es creu que va ser molt superior a la del Krakatoa.

Lisboa

L'1 de Novembre de 1755, el gran terratrèmol de Lisboa va generar una onada de fins i tot 6 metres d'alçada que van arrasar les costes de Portugal, Espanya y el Marroc.

Hi va haver-hi desenes de milers de morts.

Krakatoa

En 1883, la violenta explosió de Krakatoa va produir una ona que va acabar amb la vida de més de 35.000 persones. La sobtada entrada de l'aigua del mar en la caldera volcànica va ser el detonant, perquè més de mitja muntanya es vingués baix i es volatilitzara, transmetent gran part d'aquesta energia al mar, Però no solament les ones van acabar amb la vida de la gent aquest dia, també les enormes masses de piroclasts van viatjar fins i tot sota l'aigua, fent bullir l'aigua i abrasant tot el que trobava al seu pas. Així mateix, l'explosió va emetre en l'estratosfera gran quantitat d'aerosols que van provocar una baixada global de les temperatures.

Sanriku

15 de Juny de 1896, un tsunami a Sanriku, Japó. Una ona de més de 23 metres d'altura va caure sobre una multitud reunida per gaudir d'un festival religiós, matant a més de 26.000 persones.

Tumaco

31 de Gener de 1906, un terratrèmol devastador va sumergir part de Tumaco, Colòmbia i va destruir totes les cases de la costa entre Rioverde, Ecuador i Micai. Es creu que hi van haver-hi entre 500 i 1.500 morts.

Xilé

22 de Maig de 1960, una onada de 11 metres d'altura va acabar amb la vida de 1.000 persones a Xilé i causa danys a Hawai, on van morir 61 persones.

Papua

17 de Juliol de 1998, un terratrèmol provoca un gran tsunami que abateix la costa nord de Papua, matant a 2.000 persones

Que fer davant d'un tsunami

Si es viu en la costa i s'ha sent un terratrèmol prou fort com per a esquarterar murs, és possible que dintre dels vint minuts següents pugui produir-se un sisme submarí o tsunami.

Si s'és alertat de la proximitat d'un sisme submarí o tsunami, s'ha de situar en una zona alta d'almenys 30mts.

sobre el nivell del mar en terreny natural.

La meitat dels tsunamis es presenten, primer, com un recolliment del mar que deixa en sec grans extensions del fons marí. S'ha d'allunyar a una zona elevada, el tsunami pot arribar amb una velocitat de més de 100 Km/h.

Si es rep avís de tsunami i es troba en una embarcació, dirigeixi's ràpidament mar endins. Un tsunami és destructiu només prop de la costa. De fet a uns 5.600mts. mar endins o a una altura major a 150mts. sobre el nivell del mar terra endins, es un lloc segur.

S'ha de tenir sempre present que un tsunami pot penetrar per rius, trencades o marismes, diversos quilòmetres terra endins, per tant cal allunyar-se d'aquests.

Un tsunami pot tenir deu o més ones destructives en 12 hores; s'ha de tenir a mà roba d'abric, especialment per als nens.



Predicció dels tsunamis

La predicció dels tsunamis és gairebé impossible.

Es basen per probabilitats, és a dir, on els terratrèmols han produït un tsunami amb anterioritat, (sobretot en falles d'embranchida dintre d'una zona de subducció) és probable que torni a passar. Però si coneixem la probabilitat de ruptura, de la falla, és possible preveure amb més certesa la possibilitat d'on i com assotirà l'ona gegant

Sistemes d'alerta

Moltes ciutats al voltant del Pacífic, sobretot a Japó i a Hawaii, disposen de sistemes d'alarma i plans d'evacuació en cas d'un tsunami perillós. Diversos instituts sismològics de diferents parts del món es dediquen a la previsió de tsunamis i, l'evolució d'aquests és monitoritzada per satèl·lits.

Estats Units va crear un Centre de Prevenció de Tsunamis en el Pacífic (Pacific Tsunami Warning Center) en 1949, que funciona bastant semblat que el sistema de prevenció d'huracans

Tsunami warning system

The Indian Ocean lacks the international system of tsunami sensors and communication centers operating in the Pacific and Atlantic oceans.

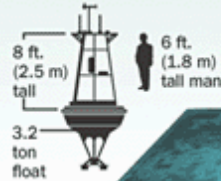


GOES weather satellite to ground station

Relays radio signal; computers at ground station calculate tsunami's starting point, speed and arrival times; real-time warning sent to areas in danger.

Communication buoy

Receives data from sensor; sends radio signal to satellite. Also sends data from weather instruments on buoy.



Control unit

Float

Weather instruments

Antennas

Radio transmitter

Bottom pressure recorder
Senses pressure change as a tsunami as small as 0.4

Computer
Pressure sensor

Batteries

Glass floats

Data encoded into sound waves

Acoustic modem transducer

720 lb. (330 kg) anchor underneath

Transducer

Chain and nylon line

About 20,000 ft. (6,000 m) deep

3.4 ton anchors