

Descripción general de los requisitos de organización y operación de los centros de alerta de tsunamis

*Un tsunami es una serie de olas en la superficie del océano generadas por un maremoto (terremoto submarino), una erupción volcánica submarina, un deslizamiento o el impacto de un meteorito. Los terremotos que ocurren cerca de las costas son la causa más común de los tsunamis. Si bien en la actualidad no existe ningún sistema mundial de alerta temprana de tsunamis, hace más de 40 años se implementó un sistema que abarca toda la cuenca del océano Pacífico, bajo los auspicios de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, UNESCO).*

La estructura del Grupo Intergubernamental de Coordinación (GCI) de la COI establece dos tipos de centros de operaciones. El primero, denominado Centro Nacional de Alerta de Tsunamis (*National Tsunami Warning Centre*, NTWC), opera dentro del marco legal de cada país en el que reside y para el cual brinda alertas, vigilancias y advertencias a la ciudadanía, al público y a las agencias privadas. El otro, llamado Proveedor Regional de Vigilancia de Tsunami (*Regional Tsunami Watch Provider*, RTWP), genera pronósticos de tsunamis y brinda información a uno o varios países de una región o cuenca oceánica en particular a través de acuerdos internacionales (lo cual incluye el cumplimiento de los requisitos de la COI o del GCI). Un determinado RTWP puede también desempeñar las funciones de NTWC para el país en el cual reside. En esta guía, utilizaremos el término “centro de alerta de tsunamis” para hacer referencia en general tanto a los NTWC como a los RTWP, a menos que se estén describiendo los requisitos específicos de un tipo de centro de operaciones.

La Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) de las Naciones Unidas constituye un marco de trabajo para desarrollar un sistema eficaz de alerta temprana de tsunamis centrado en las necesidades de la población. Dicha estrategia comprende cuatro elementos interrelacionados: (1) conocimiento de los riesgos afrontados, (2) vigilancia técnica y servicio de alerta, (3) diseminación de alertas significativas a las poblaciones a riesgo y (4) conciencia pública y preparativos para actuar. Aunque los centros de alerta de tsunamis se concentran principalmente en los aspectos de vigilancia y alerta, también juegan un papel vital en el aporte técnico y el desarrollo de asociaciones comunitarias para cubrir los demás elementos de reducción de los riesgos esenciales para un sistema eficaz de alerta temprana de tsunamis.

El Centro de Alerta de Tsunamis del Pacífico (*Pacific Tsunami Warning Center*, PTWC), cuyas instalaciones se encuentran en Ewa Beach, Hawaii, es la sede de las oficinas centrales del Sistema de Alerta de Tsunamis del Pacífico (*Pacific Tsunami Warning System*, PTWS). El PTWC trabaja en estrecha relación con otros centros nacionales y regionales en la vigilancia de estaciones e instrumentos sismológicos y mareográficos en todo el Pacífico para evaluar los terremotos potencialmente tsunamigénicos. El PTWS distribuye la información sobre tsunamis y los mensajes de alerta correspondientes a

Comentario

En los últimos años se ha venido utilizando una terminología abreviada para describir el proceso integral necesario para detectar, alertar y tomar las medidas de protección necesarias para hacer frente a los peligros naturales. Quizás por influencia del inglés, los términos “de punta a punta” y “de extremo a extremo” intentan describir todos los aspectos que requiere un proceso integral o completo eficaz. El término *end-to-end* no siempre se puede traducir directamente y en algunos sitios es preferible referirse al proceso en términos de integral, completo o “de principio a fin”. Por supuesto, en el caso de un sistema de alerta de tsunamis la terminología adoptada significa desde el principio hasta el final, es decir, desde la detección del terremoto hasta la evacuación o cancelación de una alerta.

más de 100 localidades de la zona del Pacífico. Los centros regionales de alerta de tsunamis operados por Estados Unidos, Francia, Rusia y Japón suministran alertas regionales a Alaska, la costa del Pacífico de EE.UU. y Canadá, la Polinesia Francesa y el Noroeste del Pacífico, respectivamente. El sistema de alerta de tsunamis del Pacífico es uno de los programas científicos internacionales más exitosos y tiene un objetivo humanitario directo: mitigar los efectos de los tsunamis para salvar vidas y bienes.

El corazón de un sistema de alerta de tsunamis es su centro de operaciones. La misión principal de un NTWC o RTWP de servicio completo consiste en brindar alertas de tsunami precisas y oportunas, y emitir boletines para las poblaciones costeras dentro de su área de responsabilidad las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Para lograr esta misión, los centros de alerta de tsunamis

detectan y analizan los movimientos sísmicos que ocurren en toda la cuenca oceánica adyacente. Los sismos que sobrepasan un umbral previamente establecido, activan el sistema de alarma del centro e inician una investigación (sobre el temblor y el tsunami) que incluye los siguientes cuatro pasos básicos:

- Localizar y caracterizar la fuente del sismo y la probabilidad de que genere un tsunami, por medio de la recolección de datos de las redes sísmicas.
- Analizar el análisis automatizado del sismo y, si es necesario, modificar los resultados con la intervención del personal científico y de vigilancia de turno.
- Obtener datos continuos del nivel del mar de los sitios donde hay mareómetros y boyas del sistema DART (*Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis*) de evaluación del fondo oceánico e informe de tsunamis, para verificar la existencia de un tsunami y calibrar los modelos.
- Preparar y distribuir la información apropiada al personal funcionario a cargo de coordinar las operaciones de emergencia y a otras personas.

Los boletines iniciales de alerta de tsunami se elaboran exclusivamente sobre la base de datos sísmico. Una vez que se emita un boletín inicial de alerta, se vigilan los mareógrafos y los detectores de tsunamis más cercanos para confirmar la existencia de un tsunami y su grado de intensidad. El texto del boletín de alerta incluye una descripción del área afectada por la alerta y/o estado de vigilancia, los parámetros y una evaluación del sismo, y la hora estimada de llegada del tsunami para los sitios ubicados dentro del área de responsabilidad del centro. Dentro de lo posible, los boletines se deben actualizar cada 30 minutos, para minimizar rumores y confusión. Sin embargo, las actualizaciones de rutina no deben atrasar la emisión de alertas adicionales.

Debido a que todos los NTWC y RTWP forman parte integral de la comunidad internacional, siempre y cuando el tiempo lo permita deben emitir los boletines de tsunami en colaboración con los NTWC y RTWP vecinos. El NTWC emite boletines para los departamentos de servicios de emergencia estatales o provinciales, las agencias federales de preparación ante desastres y muchas otras personas y agencias que constituyen el público dentro de su área de responsabilidad. Para prevenir evacuaciones innecesarias, se debe informar rápidamente a estos mismos receptores de cualquier sismo lo suficientemente grande como para sentirse cerca de la costa, pero que está debajo del umbral de alerta de tsunami.

A la hora de determinar la magnitud del peligro en el área de responsabilidad del centro, se toman en cuenta los antecedentes históricos de tsunamis y los resultados del modelado previo a los eventos, además de las amplitudes de los tsunamis observados. El centro puede abstenerse de emitir una alerta o limitarse a emitir una alerta sólo para ciertas áreas, siempre y cuando el historial de tsunamis (y los resultados del modelo, si los hay) indican que no hay peligro o que sólo se ven amenazadas las áreas seleccionadas. Los eventos históricos han demostrado que un tsunami puede causar daños en un sitio si la amplitud de las olas alcanza 50 centímetros (cm) o más. Por lo tanto, si se anticipa que la amplitud del tsunami superará dicho umbral, o si no resulta posible determinar con precisión el potencial de tsunami, las alertas deben mantenerse activas. Los tsunamis no se pueden predecir con exactitud, por lo cual el valor de 50 cm debe considerarse como una guía general.

Componentes operativos de los centros de alerta de tsunamis

Los componentes operativos clave de un centro de alerta de tsunamis deben llevar a cabo observaciones en tiempo real, brindar alertas sobre actividades sísmicas y de tsunamis, tomar decisiones oportunas y diseminar alertas, advertencias e información de tsunamis (figura 2-1). La secuencia empieza con la recolección de datos y finaliza con las acciones de socorro. Cada país decide cómo utilizará la información que recibe del RTWP, cuando lo hay. En algunos casos, es posible que los productos de alerta del RTWP pasen al NTWC para su distribución directa dentro del país en virtud de un acuerdo bilateral anterior. En estos casos, el país que recibe el producto depende del RTWP para el servicio de vigilancia de datos y la emisión de las alertas. Al otro extremo

del espectro de servicio, es posible que los productos del RTWP se utilicen meramente como una de las varias entradas de datos en el proceso de toma de decisiones de un NTWC que ya está completamente establecido. En tales casos, el país cuenta con su propio NTWC para la recolección de datos, toma de decisiones, notificación y diseminación de alertas.

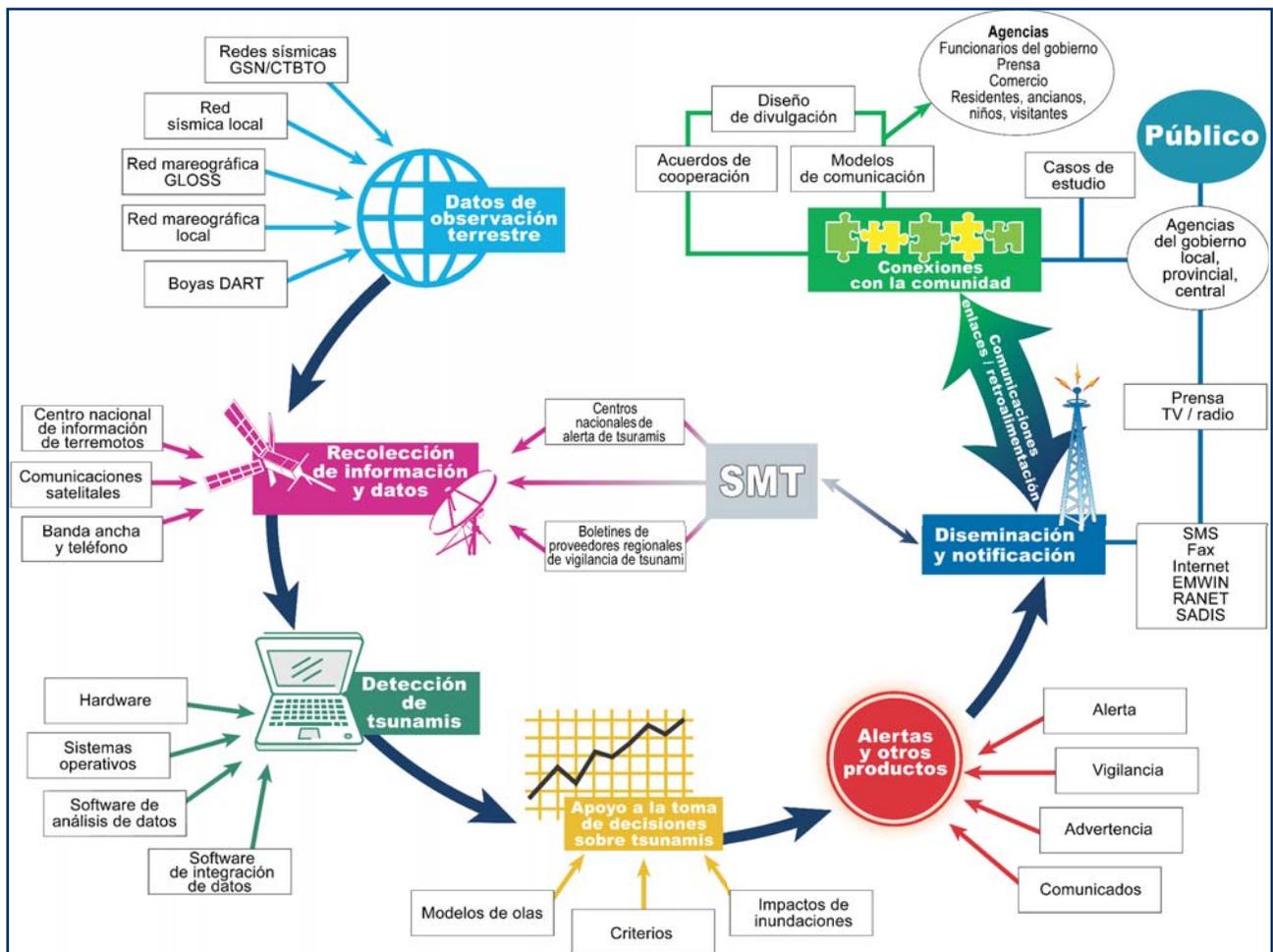


Figura 2-1. Componentes operativos clave del proceso integral de un centro de alerta de tsunamis.

Como permiten apreciar la figura 2-1 y las descripciones de este documento, los sistemas integrales abarcan numerosas tecnologías y puntos de intervención humana. Todos los componentes están enlazados desde un nivel internacional a un nivel nacional y local para componer un sistema de gran alcance. Estos componentes, que se resumen a continuación, son como los eslabones de una cadena, cada uno de los cuales es esencial para garantizar la fuerza de toda la cadena.

Datos de observación terrestre (capítulo 3)

Los datos de observación terrestre constituyen un componente esencial en la capacidad de detección y pronóstico de amenazas de los centros de alerta de tsunamis. La rápida detección y caracterización de sismos generadores de tsunamis es la primera señal de la posible formación de un tsunami. Las alertas sísmicas iniciales emitidas sobre la base de datos obtenidos por las redes sismográficas se perfeccionan cuando se detectan cambios en el nivel del mar (medidos por medio de boyas y mareógrafos ubicados en las costas) producidos por un tsunami.

El perfeccionamiento de una alerta inicial emitida en base a los datos sísmicos con las mediciones de cambios en el nivel mar aumenta enormemente la credibilidad de las alertas y reduce la emisión de falsas alertas. Para lograr este perfeccionamiento, el centro de alerta de tsunamis debe tener conocimientos básicos de los mecanismos que producen cambios en el nivel del mar y del patrón de las olas de un tsunami en el registro mareográfico. Para poder detectar terremotos y la posible generación de tsunamis, el centro de alerta de tsunamis debe manejar los datos sísmicos y de nivel del mar provenientes de redes internacionales y, a veces, de redes locales.

Comentario

Las alertas iniciales de tsunami se basan en la magnitud y ubicación de un terremoto.

Recolección de información y datos (capítulo 4)

La recolección oportuna de información y datos de las redes internacionales y locales de observación terrestre es una función fundamental de los NTWC y RTWP. Se requieren varias conexiones de telecomunicaciones para recolectar los datos y la información que se necesita para detectar un tsunami. Ciertos datos, especialmente los datos sísmicos y del nivel del mar provenientes de las redes internacionales, están disponibles en tiempo real, por satélite o por internet. Con frecuencia, los datos de redes locales requieren medios de comunicación alternativos, tales como líneas terrestres, teléfonos inalámbricos o radio.

Los datos sísmicos y del nivel del mar que no se reciben a tiempo para ser analizados son de poco valor para el centro. Por eso el segundo elemento de la secuencia, la comunicación de datos (que se examina en varias secciones del capítulo 4), es esencial para el éxito de un sistema integral. Este aspecto requiere el uso de medios de comunicaciones internacionales tales como el Sistema Mundial de Telecomunicaciones (SMT) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), y también de otros sistemas que suministran los datos sísmicos de los mareógrafos y las boyas DART.

El centro de alerta debe adquirir también, en la forma más eficaz y eficiente, información en tiempo real sobre terremotos y tsunamis emitida por otros centros de alerta de tsunamis y observatorios sismológicos, como el Centro Nacional de

Comentario

Las comunicaciones son esenciales para un centro de alerta de varias amenazas. Todos los aspectos de las operaciones, desde la recolección de datos para la diseminación de alertas hasta el desarrollo de las conexiones con la comunidad, dependen de la eficacia de las comunicaciones.

Información de Terremotos (*National Earthquake Information Center*, NEIC) del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), el PTWC, el Agencia Meteorológica de Japón, el Centro de Alerta de Tsunamis de la Costa Oeste/Alaska (WC/ATWC) y los RTWP coordinados por la COI de la UNESCO. La información de los otros NTWC se debe adquirir mediante comunicaciones por fax o por correo electrónico, la publicación en sitios en internet, el SMT y otras fuentes alternativas de información pública y privada. En todos los casos, los programas de comunicación deben estar sometidos a mantenimiento y actualización constante, por un especialista en tecnología de la información que esté disponible en el centro.

Requisitos para la detección de tsunamis (capítulo 5)

Como se explica a fondo en el capítulo 5, el próximo elemento clave de la secuencia que constituye el sistema integral de alerta de tsunamis es un pronóstico que indica si un evento sísmico ha generado o no un tsunami y la forma de perfeccionar tal pronóstico mediante los datos de nivel del mar. Para esto es preciso incorporar los datos sísmicos y del nivel del mar que se reciben a través de los canales de comunicación en un subsistema de integración y análisis que reúna toda la información de entrada necesaria y la analice para alimentar un subsistema de toma de decisiones.

El subsistema de toma de decisiones debe suministrar información útil a la persona de turno encargada de la vigilancia operativa, de modo que pueda tomar decisiones rápidas y emitir los boletines de información sísmica y los productos de alerta de tsunami. Este sistema puede ser automático o necesitar una interacción humano-máquina. Los modelos de pronóstico de tsunamis y los sistemas informáticos que ejecutan los cálculos se deben desarrollar, adaptar y actualizar en el centro.

Respaldo a las decisiones del sistema de alerta de tsunamis (capítulo 6)

Una vez comprobada la existencia de un tsunami y pronosticada su amplitud, debe haber un sistema que evalúe el impacto potencial del tsunami. Como se explica en el capítulo 6, este subsistema de predicción de tsunamis debe contar con una base de datos históricos apropiada con mapas de las posibles áreas de inundación para los diferentes escenarios. Para agilizar la determinación del posible impacto de un tsunami, el sistema debe ser capaz de generar los pronósticos rápidamente. Esto es necesario para emitir alertas creíbles que cubran sólo las áreas realmente amenazadas y, de ser posible, minimizar las falsas alarmas que pueden provocar costosas evacuaciones innecesarias.

Una parte considerable de este sistema de respaldo a la toma de decisiones son los mapas de inundaciones locales para tsunamis de diversas amplitudes. Estos mapas suelen generarse a nivel local y se actualizan conforme pasan a estar disponibles tecnologías nuevas (mejores sistemas de generación de mapas de las inundaciones o datos topográficos de alta resolución). Esto implica cada vez más ejecutar escenarios hipotéticos para simular diferentes grados de impacto de un evento sísmico.

Alertas y otros productos (capítulo 7)

Una vez tomada la decisión de emitir una alerta u otro boletín, los productos del NTWC y el RTWP no deben causar confusión. Por eso los productos que se envían deben atenerse, dentro de lo posible, a los estándares y formatos internacionales. Esto incluye estándares para las alertas, vigilancias, advertencias y comunicados informativos. Los centros deben determinar el margen de tiempo de emisión para cada tipo de producto de acuerdo con las necesidades de sus clientes. El capítulo 7 contiene algunos ejemplos de estos productos. A continuación se ofrecen definiciones básicas de las alertas y otros productos empleados por el West Coast/Alaska Tsunami Warning Center (WC/ATWC). Esta terminología, traducida del inglés, no corresponde necesariamente a la que se emplea en ningún país individual.

Alerta de tsunami (*Tsunami Warning*): Se emite una alerta de tsunami cuando se espera o es inminente la ocurrencia de un tsunami acompañado de inundaciones fuertes y generalizadas. Las alertas advierten al público de la posibilidad de que en la zona costera se produzcan inundaciones generalizadas y peligrosas acompañadas de fuertes corrientes que pueden continuar por varias horas después de la llegada de la ola inicial. Las alertas también advierten los funcionarios a cargo de las operaciones de emergencia que tomen las medidas necesarias en toda la región amenazada por el tsunami. A nivel local, las medidas apropiadas incluyen evacuar las zonas costeras bajas y trasladar las embarcaciones a aguas profundas, siempre y cuando haya tiempo para hacerlo de manera segura. Las alertas se pueden actualizar, modificar en términos de ámbito geográfico, reducir de categoría o cancelar. Para que se pueda emitir en el menor plazo posible, normalmente la alerta inicial se basa exclusivamente en información sísmica.

Vigilancia de tsunami (*Tsunami Watch*): Se emite una vigilancia de tsunami para informar a los funcionarios a cargo de las operaciones de emergencia y al público en general de un evento que **más adelante** puede impactar el área que está bajo vigilancia. Después de realizar un análisis o de obtener información más actualizada, la vigilancia se puede elevar a la categoría de alerta o bajar a la categoría de advertencia, e incluso cancelar. Por consiguiente, tanto los funcionarios a cargo de emergencias como el público en general deben prepararse para entrar en acción. Las vigilancias se suelen emitir sobre la base de información sísmica, sin confirmación de que se haya producido un tsunami potencialmente destructivo.

Advertencia de tsunami (*Tsunami Advisory*): Se emite una advertencia de tsunami cuando existe el peligro de un tsunami capaz de producir corrientes fuertes u olas que constituyen un peligro para las personas que están en el agua o cerca del agua. Las regiones costeras históricamente propensas al daño causado por las corrientes inducidas por tsunamis son las que corren mayor riesgo. La amenaza puede seguir vigente por varias horas después de la llegada de la ola inicial, pero no se esperan inundaciones generalizadas en las zonas cubiertas por una advertencia. Entre las medidas apropiadas para los funcionarios locales cabe mencionar el cierre de las playas, la evacuación de puertos grandes y pequeños y el traslado de las embarcaciones a aguas profundas,

siempre y cuando haya tiempo para hacerlo de manera segura. Las advertencias suelen actualizarse para mantener el estado de advertencia, ampliar o reducir el área amenazada, elevar la advertencia a categoría de alerta o cancelar la advertencia.

Comunicado informativo sobre tsunami (*Tsunami Information Statement*):

Se emite un comunicado informativo para informar a los funcionarios a cargo de las operaciones de emergencia y al público en general de que ocurrió un terremoto, o bien de que se emitió una alerta, una vigilancia o una advertencia para otra región del océano. En la mayoría de los casos, los comunicados informativos se emiten para indicar que no hay peligro de un tsunami destructivo y prevenir evacuaciones innecesarias, ya que el temblor puede haberse sentido en áreas costeras. Si la situación lo merece, se puede emitir un comunicado informativo para advertir de la posibilidad de un tsunami destructivo a nivel local. Los comunicados informativos se pueden volver a emitir para incluir información adicional, aunque normalmente estos mensajes no se actualizan. Sin embargo, es posible que después de realizar un análisis o de obtener información más actualizada resulte necesario emitir una vigilancia, una advertencia o una alerta para la zona.

Contenido de los boletines: Por lo general, el RTWP o NTWC deberá emitir un boletín de tsunami, es decir, una alerta, vigilancia, advertencia o comunicado informativo, cuando ocurra un sismo de magnitud 6,5 o mayor o se produzca un temblor lo suficientemente fuerte como para causar preocupación entre las poblaciones costeras. La COI y el GIC acordaron que las categorías de alerta, vigilancia, advertencia y los productos de información deben contener:

■ **Información sobre los sismos**

- hora de origen (UTC)
- coordenadas (longitud y latitud) del epicentro
- localidad (nombre del área geográfica)
- magnitud (M)
- profundidad debajo del suelo oceánico (sólo para los sismos ocurridos a una profundidad de 100 km o más)

■ **Información sobre el tsunami**

- Evaluación del potencial de generación de tsunami basada en la relación empírica entre la magnitud del sismo y la generación o no generación de un tsunami en la o las cuencas del área de responsabilidad del NTWC o RTWP.
- Tiempo estimado de viaje antes de que el tsunami alcance las costas del área de responsabilidad del NTWC o RTWP (sólo para sismos de magnitud mayor o igual a 7.0). Es recomendable limitarse a sitios de pronóstico específicos bien conocidos por la población y las oficinas a cargo de las operaciones de emergencia.

Diseminación y notificación (capítulo 8)

Para el funcionamiento eficaz de un sistema integral de alerta de tsunami, es fundamental contar con un programa completo de diseminación de la información. Si no se identifican correctamente las partes interesadas, y éstas no reciben las alertas decisivas, el sistema integral habrá fallado en su misión de hacer llegar el mensaje hasta el punto final, que es la playa. Como se explica en detalle en el capítulo 8, la tarea de identificar los destinatarios de los boletines y establecer los mejores métodos de comunicación a utilizar se debe realizar mucho antes de un evento. El sistema completo de diseminación se debe probar con regularidad. Los procesos de diseminación deben aprovechar todas las tecnologías que están a disposición del centro y se deben automatizar, en la medida de lo posible, con el fin de disminuir el tiempo necesario para emitir una alerta y mejorar su eficiencia. En lo posible, debe haber vías de comunicación redundantes para asegurar la recepción de datos críticos y completar la diseminación de los boletines importantes.

Una vez emitido el boletín inicial, el centro debe vigilar los registros de los mareógrafos costeros y los detectores DART para confirmar la existencia de un tsunami y su grado de intensidad. En coordinación con los NTWC y RTWP vecinos, el centro debe cancelar o extender el boletín inicial, o bien emitir un boletín final, según sea apropiado.

Puede haber cierta variación en los umbrales de los boletines, según las circunstancias locales. Sin embargo, los centros deben procurar atenerse tan cerca como sea posible dentro de los valores recomendados y aceptados en ICG/IOTWS-II (enero de 2006) que son los que se utilizan en las operaciones de actuales de los NTWC y RTWP.

Además de la diseminación internacional a través del SMT y del uso de los sistemas de diseminación regional por satélite, como la Red de Información Meteorológica para Administradores de Situaciones de Emergencia (*Emergency Managers Weather Information Network*, EMWIN), el sistema de Radio e Internet para la Comunicación de Información Hidrometeorológica y Climática (*Radio and Internet for the Communication of Hydro-Meteorological and Climate-Related Information*, RANET), y GEONETCast (una red mundial de sistemas de diseminación de datos ambientales por satélite para uso por parte de la comunidad mundial), deberían utilizarse algunos de los canales de comunicación locales para diseminar la información, como:

- envío de mensajes de texto por medio de un servicio de mensajería SMS (*Short Message System*) a teléfonos celulares;
- envío de faxes electrónicos o telefónicos a las agencias de coordinación de desastres;
- transmisión de la información relevante a los medios de comunicación masiva y a los sistemas de información de prensa, radio y televisión;
- asistencia al personal a cargo de coordinar las operaciones de emergencia en la tarea de alertar a la población afectada a través de sistemas de anuncio público,

Comentario

Si la población amenazada no recibe ni responde adecuadamente a una alerta de tsunami correcta, significa que el sistema no funciona.

como sirenas, alarmas y todos los sistemas de alerta transmitidos por radio y televisión;

- alertar al público mediante teléfonos convencionales y mensajería SMS de texto utilizando la tecnología de antenas de telefonía celular para que el mensaje llegue a todos los teléfonos celulares que se encuentren en el área afectada;
- actualización automática de las páginas web sobre terremotos y tsunamis.

Un sistema integral exitoso requiere cooperación en todos los niveles, el compromiso de todas las personas y agencias interesadas para colaborar durante una alerta de tsunami y, a largo plazo, un esfuerzo de actividad sostenida para mantener un alto nivel de conciencia y preparación. Un mecanismo para fortalecer el apoyo organizativo y el compromiso a largo plazo se logra a través de comités de coordinación para tsunamis constituidos por personal de centros de alerta, personal a cargo de emergencias y primeros auxilios, personas con experiencia en ciencias de tsunamis, agencias del gobierno, organizaciones no gubernamentales y el sector privado. La misión de estos comités es habilitar y abogar por las políticas, los procedimientos y los programas necesarios para salvar vidas y bienes. Los comités de coordinación para tsunamis se describen en el capítulo 8, en la sección sobre programas de preparación de la comunidad de los NTWC y RTWP. Debido a la naturaleza poco frecuente de los tsunamis, es también aconsejable incluir un sistema de alerta de tsunamis dentro de un marco de múltiples riesgos, para asegurar así su sostenibilidad.

Es posible que los NTWC y RTWP no sean directamente responsables de algunos elementos de la secuencia del sistema integral. En muchos casos, otras agencias del gobierno y grupos privados se harán cargo de utilizar los productos del centro para notificar a la población. Estas autoridades deben emitir mensajes de seguridad que el público pueda entender, con el fin de asegurar que las personas a riesgo se muevan a zonas seguras. Aún cuando no esté directamente a cargo de las notificaciones y de la elaboración de los planes de acción, el centro de alerta de tsunamis puede contribuir en gran medida a fortalecer el sistema en general si tiene buen conocimiento y trabaja con los demás grupos para asegurar que las alertas lleguen a la playa y se tomen las medidas apropiadas. Por lo general, los centros de alerta de tsunamis trabajan con dos grupos distintos:

- Los **asociados**, que son generalmente otros gobiernos y grupos no gubernamentales que desempeñan algún papel en los procesos de detección, alerta y preparación. Este grupo incluye:
 - proveedores de datos internacionales o locales;
 - entidades gubernamentales y privadas (incluidos los medios de comunicación masiva) que sirven de vías de comunicación para la distribución de productos;
 - grupos gubernamentales y del sector privado que entrenan y educan a los usuarios y asociados de otros NTWC y RTWP;
 - grupos comerciales y financieros, como los operadores de hoteles en la playa.

- Los **usuarios**, que son aquellos grupos y personas que dependen del NTWC o RTWP y sus asociados para obtener alertas y avisos de vigilancia oportunos y precisos ante tsunamis para proteger sus vidas y minimizar el impacto del evento sobre sus bienes. Este grupo incluye:
 - el público en general;
 - las organizaciones no gubernamentales (ONG) y otros grupos del sector privado que responden a emergencias;
 - las agencias del gobierno que responden a emergencias

El programa de educación y asistencia de los centros de alerta debe reconocer estos dos grupos distintos, ya que cada uno tiene sus propias necesidades. De hecho, es posible que el NTWC tenga que emplear técnicas diferentes para identificar y tratar con los grupos principales que componen cada categoría. Estos grupos también se tratan en el capítulo 8, en la sección sobre programas de preparación de la comunidad del NTWC y RTWP.

Conexiones con la comunidad (capítulo 9)

El último elemento de la secuencia de un sistema integral son las medidas tomadas por los que se verán afectados directamente por una alerta de tsunami. En el caso de los tsunamis locales que pueden alcanzar la costa en menos de 10 minutos, para que las alertas sean eficaces deben llegar al público en cuestión de pocos minutos. Para los tsunamis distantes, que pueden tardar horas en alcanzar la costa, los centros de alerta de tsunamis y las organizaciones nacionales de coordinación de desastres tienen suficiente tiempo para organizar las evacuaciones, de modo que nadie debería perder la vida debido a un tsunami distante.

La preparación y compromiso local son la clave del éxito, porque en última instancia el sistema de alerta será juzgado por su capacidad de llegar a la gente en las playas y conducirla a un sitio seguro en el interior o en terreno elevado antes de que llegue la primera ola.

Los NTWC y RTWP deben tener por objetivo y enfoque educar al público y otros asociados sobre la seguridad y preparación ante los tsunamis y promover el programa del centro de alerta de tsunamis a través de eventos públicos, talleres multimedia y las escuelas públicas. Durante un evento real de tsunami, el centro de alerta debe contar con personal de relaciones públicas entrenado para coordinar una respuesta con los medios de comunicación. Durante los simulacros anuales de tsunamis, el personal de relaciones públicas es responsable de notificar a los medios de comunicación. El personal de relaciones públicas del centro debe también dar entrenamiento y orientar a los representantes de las agencias respecto de los medios de comunicación, responder a las solicitudes de los medios de comunicación, organizar conferencias de prensa, coordinar informes y visitas al centro de alerta, diseñar material informativo,

Comentario

Si una alerta falla por no generar la respuesta apropiada, no es una alerta eficaz, sino una pérdida de tiempo.

asistir a reuniones con funcionarios del gobierno y planear actividades de extensión. El capítulo 9 trata a fondo el tema de los planes de educación e información del público, con la esperanza de que los centros de alerta de tsunamis se vuelvan aliados y recursos importantes para otros grupos.

Requisitos para organizar un centro de alerta de tsunamis

Las operaciones de los centros de alerta de tsunamis requieren atención constante y deben contar con los recursos necesarios para conducir sus operaciones todos los días, las 24 horas del día y, además, mantener el funcionamiento adecuado de todos los instrumentos de medición terrestre, los equipos informáticos, el software y los sistemas de comunicación necesarios para cumplir con su misión. Tanto los NTWC como los RTWP deben mantener actualizada la documentación, que incluye el concepto de operaciones, los procedimientos operativos estándar y los acuerdos tomados con los asociados y los usuarios. Finalmente, cada RTWP debe tener el objetivo de mantener o superar los requisitos de capacidad e interoperabilidad según la definición de la COI y el GIC pertinente.

Requisitos de personal

Además del personal que mantiene las operaciones en servicio las 24 horas del día, se necesitan recursos adicionales para entrenar al personal y llevar a cabo investigación e integrarla a las operaciones del centro. Ésta es la única forma de asegurar que el centro se mantenga al tanto de los avances científicos y tecnológicos. Para cumplir plenamente su misión, el NTWC debe contar con personal asignado a cargos importantes para asegurar que se cumplan todas las funciones necesarias. La experiencia del PTWC y el WC/ATWC ha demostrado que para funcionar de manera eficaz los NTWC necesitan

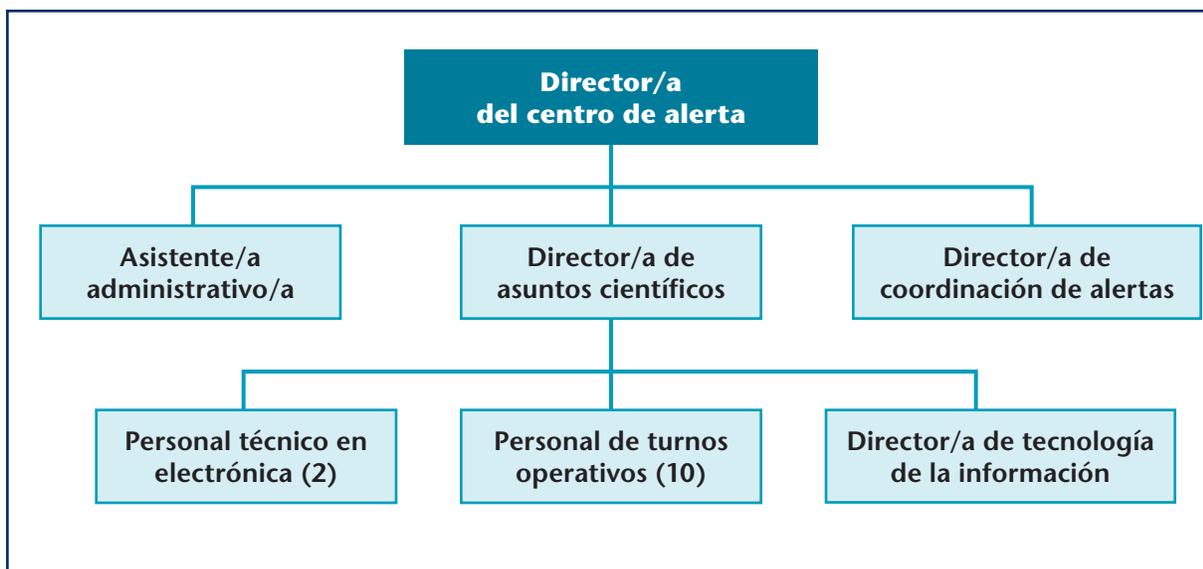


Figura 2-2. Organigrama de un NTWC que opera las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

un personal mínimo de 17 personas. Esa experiencia también ha demostrado que la estructura de personal presentada en la figura 2-2 representa el mínimo necesario para asegurar un NTWC efectivo.

En el apéndice C se describen en detalle las funciones, obligaciones y conocimientos necesarios para los cargos diagramados en la figura 2-2.

Requisitos de equipo y mantenimiento

Como mínimo, el programa de mantenimiento de un centro de alerta de tsunamis comprende el mantenimiento que necesitan el equipo informático y el software. Esto incluye el hardware de la red de área local, el equipo de comunicación, el mantenimiento del software y su actualización. Puede también corresponder al personal de soporte técnico dar mantenimiento a los sistemas de la planta física, como generadores de respaldo, sistemas telefónicos, etc., e instalar y mantener los sismógrafos y mareógrafos en ubicaciones remotas. A menudo, estas últimas responsabilidades requieren conocimientos expertos en términos de identificar buenos sitios de observación.

El alcance del programa de mantenimiento depende en gran medida del número de instrumentos de registro de datos terrestres instalados y mantenidos por el centro, aunque algunos centros logran funcionar sin necesidad de suplir las redes sismográfica y mareográfica internacionales. Los centros en cuya zona existe el peligro de un tsunami local y que, por tanto, deben utilizar sus propios instrumentos de medición necesitan personal técnico adicional experto en electrónica, suficientes recursos económicos para cubrir los costos de viaje y los viáticos, y el equipo de repuesto adecuado para mantener el equipo local. Es recomendable que los centros grandes que deben mantener muchos equipos establezcan un sistema para controlar el mantenimiento de rutina y de emergencia, lo cual permitirá ajustar las necesidades de personal a la carga de trabajo, así como identificar el equipo que no esté funcionando adecuadamente y reemplazarlo.

Requisitos de comunicaciones

Los equipos y el software de comunicación son elementos cruciales para el éxito del centro de alerta de tsunamis. Esto incluye los sistemas de recolección de datos de observación terrestre y los diferentes sistemas de colaboración y diseminación de mensajes de alerta críticos a otros centros, agencias del gobierno y el público en general. Una vez identificadas e integradas al centro de operaciones, estas vías de comunicación se deben probar continuamente para asegurar su debido funcionamiento durante un evento real. Cuando una prueba indique una falla, el problema se debe resolver lo más pronto posible, ya que el próximo evento puede ocurrir en cualquier momento.

Requisitos de documentación

Para ser eficaz, un NTWC o RTWP debe contar con cierta documentación que exponga claramente las responsabilidades del centro, la línea de autoridad y su relación con

otras agencias gubernamentales. Igual nivel de importancia tienen las referencias que documentan el concepto de operaciones del centro, los procedimientos operativos estándar y los acuerdos con los asociados y usuarios. En junio de 2007, la Unidad de Coordinación sobre Tsunamis de la COI de la UNESCO, recomendó que los NTWC y los RTWP contaran, como mínimo, con la siguiente documentación.

Concepto de operaciones (CONOPS) del

NTWC/RTWP: Este documento tiene alcance mundial, regional o nacional, dependiendo del área de responsabilidad del centro. Debe ser un documento de alto nivel que describa el sistema y su funcionamiento en términos generales para las personas a cargo de tomar decisiones. Debe identificar las personas y agencias involucradas y definir claramente sus funciones y responsabilidades. Corresponde al COI o al país encargado mantener el documento.

Comentario

Para que la documentación apropiada, como el Concepto de operaciones, el Manual de operaciones, la Guía de usuario, etc., sea útil y eficaz, se debe mantener al día.

Manual de operaciones: Este documento detalla cómo un NTWC en particular o el Centro de Operaciones de Emergencia (COE) de la Oficina de Manejo de Desastres (OMD) opera para llevar a cabo sus funciones y responsabilidades. Este manual se debe diseñar para uso por parte del personal de servicio del centro y debe incluir información sobre los planes de administración de emergencias y los procedimientos operativos estándar (POE), tales como criterios de toma de decisiones, flujo de datos, enlaces de comunicación, software de análisis, software de mensajería, métodos de diseminación y notificación, y solución de problemas en general. La responsabilidad de mantener el manual al día corresponde al NTWC o al Centro de Operaciones de Emergencia, según resulte apropiado. Podemos definir los procedimientos operativos estándar en los términos siguientes:

- Un conjunto de instrucciones escritas que describen una rutina o actividad repetitiva realizada por una organización. Las instrucciones son pasos acordados por las partes interesadas que se utilizarán para coordinar quién hará qué, cuándo, dónde y cómo en lo referente al Plan de Respuesta a Emergencias de Tsunami (PRET) que se describe más adelante en este capítulo.
- Un mecanismo para la operación confiable y eficaz de los sistemas de alarma y manejo de desastres. Los procedimientos operativos estándar del NTWC deben estar entrelazados en todos los niveles, desde las instituciones de alerta internacionales hasta las nacionales y locales, las cuales deben estar conectadas simultáneamente a los POE correspondientes de la Oficina de Manejo de Desastres y viceversa.

Los procedimientos operativos estándar deben cubrir una serie de actividades del concepto de operaciones para que sea posible un proceso de respuesta integral. Los procedimientos operativos estándar comprenden desde el procesamiento y análisis de datos y los procedimientos de comunicación de alertas hasta una lista de acciones a seguir para evacuar el público de la costa, coordinar las organizaciones participantes,

y establecer las funciones y jurisdicciones de las agencias gubernamentales, no gubernamentales y del sector privado.

Para facilitar la toma de buenas decisiones, los procedimientos operativos estándar deben describir en detalle las acciones que debe tomar una agencia para cumplir con sus responsabilidades, tal como lo define el documento de concepto de operaciones del sistema. La existencia y uso de los procedimientos operativos estándar es esencial para una respuesta rápida y eficiente ante un tsunami, ya que la rapidez con que sucede este tipo de desastre deja poco tiempo para prepararse. Debido a esto, todas las respuestas se deben planear con anticipación y someter a prueba, para que se puedan ejecutar automáticamente con el fin de minimizar la pérdida de vidas a través de una rápida notificación pública.

Ejemplos de manuales de operaciones para centros de alerta de tsunamis (en inglés): el manual de operaciones del PTWC y del WC/ATWC (*PTWC and WC/ATWC Operations Manual*, 2006); plan de respuesta ante terremotos del USGS NEIC (*USGS NEIC Earthquake Response Plan*, 2006); manual de operaciones y sistemas del servicio de alerta de tsunami de la JMA (*JMA Manual on Operations and Systems for Tsunami Warning Service*, 2007).

Ejemplos de manuales de operaciones para Centros de Operaciones de Emergencia: guía del plan nacional de defensa civil y manejo de emergencias de Nueva Zelanda (*The Guide to the National Civil Defence Emergency Management Plan*, 2006); plan de alerta y advertencia de tsunami de British Columbia, Canadá (*The British Columbia (Canada) Tsunami Warning and Alerting Plan*, 2001); guía del plan local de respuesta de tsunamis, California, EE.UU. (*Local Planning Guidance on Tsunami Response*, segunda edición, 2006); plan de movilización y comunicación de pronóstico de tsunami, Prefectura de Wakayama, Japón (*Wakayama Prefecture (Japan) Plan of Mobilization and Transmittal of Tsunami Forecast*, 2007); y procedimiento local y municipal de respuesta ante tsunamis de la ciudad de Kushimoto (Japón) (*Kushimoto City (Japan) Municipal Local Tsunami Response Procedures*, 2007).

Manual de identificación y solución de problemas de operaciones: Este documento debe detallar las acciones a tomar cuando falla un sistema, como, por ejemplo, la avería de un equipo de cómputo o de un enlace de comunicación, o bien problema de software. Corresponde al NTWC o RTWP mantener este manual, según sea apropiado. Algunos ejemplos de estos manuales: manuales de identificación y solución de problemas de operaciones (*Operations Troubleshooting Manual*) del PTWC y el manual del analista de terremotos (*Earthquake Analysts Manual*; anteproyecto, 2006) del USGS NEIC y del PTWC.

Guía de usuario del sistema de alerta de tsunamis: Esta guía debe contener información general sobre tsunamis y la amenaza de tsunamis, así como sobre los procedimientos y criterios de acción del NTWC, junto a algunos ejemplos de mensajes. Debe incluir una descripción general del sistema de ese centro: datos sísmicos, datos de nivel del mar, diseminación de mensajes de alerta del centro y respuestas y medidas

para la seguridad pública, incluyendo la evacuación. Debe asimismo incluir información sobre lo que pueden esperar los usuarios o clientes del centro de alerta de tsunamis, incluyendo cómo interpretar los mensajes para tomar acción, un glosario de términos con definiciones y qué hacer cuando se emiten las alertas. En el caso de un RTWP, la COI puede mantener el documento, mientras que para un sistema nacional, el NTWC y sus asociados deben colaborar en su mantenimiento. La guía de usuario se puede dividir en dos partes, cada una de las cuales se puede publicar por separado: una guía nacional y una guía de usuario complementaria para respuesta local.

Algunos ejemplos: guía de usuario del PTWS (*PTWS Users Guide*, nueva edición de agosto de 2007); plan de operaciones (*Operations Plan*) del WC/ATWC; plan de comunicaciones para el PTWS (*Communications Plan for the PTWS*, abril de 2006); guía de usuario para el IOTWS (*Users Guide for the IOTWS*, febrero de 2007).

Contactos de los participantes del NTWC/RTWP: Este documento normalmente contiene información de contacto de los responsables de la mitigación de tsunamis en general, de las operaciones de alerta de tsunami y de las operaciones de respuesta de emergencia ante tsunamis.

- Para los RTWP, estos son los puntos focales de alerta contra los tsunamis (*Tsunami Warning Focal Point*, TWFP) que están a cargo de tomar las medidas necesarias ante un tsunami en cualquier momento del día o de la noche, y los participantes a nivel nacionales o los contactos nacionales sobre tsunamis (*Tsunami National Contacts*, TNC) del Grupo Intergubernamental de Coordinación (GIC) responsables de la mitigación del desastre. La COI debe mantener este documento para el sistema global; un medio eficiente será el uso de un sitio web seguro, protegido con contraseña, u otro método seguro de fácil acceso. A nivel internacional, el grupo participante es el GIC.
- Para los NTWC, el documento es similar al anterior, pero debe incluir además la respuesta a emergencias. El NTWC y el Centros de Operaciones de Emergencia nacional, provincial o distrital y los niveles de gobierno local, deben mantener este documento.

Directivas del sistema de alerta de tsunamis: Ésta es una colección de documentos oficiales y autoritarios sobre las responsabilidades y los procedimientos locales o nacionales. Las descripciones son más detalladas que las del Concepto de operaciones, pero menos que las de los manuales de operaciones. Las directivas describen el nivel de autoridad, la coordinación, las funciones y las responsabilidades de los servicios y organizaciones involucrados. Cada país o autoridad local que lleve a cabo los procedimientos debe estar a cargo de mantener estos documentos. Encontrará algunos ejemplos de directivas para tsunamis del NWS de la NOAA (2006) en el documento sobre servicios de alerta de tsunamis 10-7 NDS *Tsunami Warning Services* (<http://www.weather.gov/directives/010/010.htm>).

Plan de respuesta a emergencias de tsunami (PRET): Los NTWC y sus socios en la Oficina Nacional de Atención de Desastres deben crear y adaptar un plan de respuesta a emergencias de tsunami escrito para satisfacer sus necesidades específicas. El documento constituirá la base para realizar los simulacros regulares que permitirán asegurar que el personal de servicio en los turnos que cubren las 24 horas pueda llevar a cabo los procedimientos de respuesta de manera eficaz. El material debe cubrir talleres de familiarización de los participantes, simulacros para una o varias agencias, ejercicios de escenarios con modelos, pruebas de funcionalidad de comunicaciones y ejercicios de despliegue en el campo a gran escala para evaluar la respuesta de la agencia, que pueden o no incluir la evacuación del público. Los documentos y simulacros deben asegurar también la coherencia de las acciones a tomar, ya que el personal de servicio podría cambiar varias veces antes del próximo evento de tsunami real.

Los planes de respuesta a emergencias de tsunami del NTWC y de la Oficina de Manejo de Desastres y sus procedimientos operativos estándar y listas de control adjuntos deben describir también los procedimientos, los protocolos y las acciones esperadas ante una emergencia de tsunami. Para el NTWC, puede tratarse de los procedimientos a seguir cuando se recibe una alerta de tsunami de los RTWP internacionales o cómo el NTWC vigila los terremotos y evalúa su potencial de generación de tsunami. El objetivo del NTWC es emitir una alerta urgente de tsunami local, regional o distante a sus Oficinas de Manejo de Desastres y/o a la población.

Para las Oficinas de Manejo de Desastres, esto significa alertar de inmediato a las comunidades y los hogares individuales y, cuando sea necesario, evacuar la población de la zona de evacuación designada. Para una alerta de tsunami y una orden de evacuación local, es posible que estas decisiones y acciones se deban tomar de inmediato, dentro de pocos minutos de la ocurrencia de un sismo.

Estos son los requisitos de documentación *mínimos* necesarios para establecer un centro de alerta de tsunamis que ofrezca un servicio completo y eficiente.

Requisitos de capacidad e interoperabilidad de un RTWP

El objetivo inicial de la COI es lograr que los RTWP puedan interactuar dentro de la cuenca a la cual pertenecen (Océano Pacífico, Océano Índico, Caribe, Atlántico Norte y Mediterráneo), con el objetivo final de formar un sistema mundial de alerta de tsunamis totalmente interoperativo. Los países interesados deben realizar acuerdos bilaterales con todos los RTWP que consideren necesarios y que su GIC permita.

Inicialmente cada uno de los cuatro GIC define los requisitos mínimos de capacidad de cada RTWP, con la esperanza de que converjan en poco tiempo en un conjunto de requisitos aceptado por consenso mundial.

Los 40 años de experiencia del PTWS y los requisitos definidos por el Grupo de trabajo 5 del ICG (ICG/IOTWS WG5) en agosto de 2007 permiten recomendar que los RTWP tengan la capacidad de:

- operar las 24 horas del día, los 7 días de la semana;
- acceder a datos sísmicos y del nivel del mar en tiempo real por medio de más de una ruta de comunicación;
- generar parámetros sísmicos convencionales (lugar, magnitud, profundidad) dentro de un plazo razonable (tal como lo establecen los acuerdos bilaterales con los NTWC);
- utilizar la escala Mwp (magnitud del momento a partir de ondas P), lo cual permite comparar magnitudes sísmicas de diferentes fuentes;
- mantener o tener acceso a escenarios de tsunamis para su área de responsabilidad;
- determinar cuáles países de su área de responsabilidad pueden verse afectados y el nivel de amenaza, con base en los umbrales de magnitud y amplitud estándar o acordados oportunamente, es decir, cuáles países están a riesgo y cuáles están fuera de la zona de riesgo;
- revisar sus predicciones a la luz de datos sísmicos y del nivel del mar adicionales;
- facilitar productos en un formato estándar de acuerdo con las prácticas mundiales;
- transmitir los productos por el STM de manera oportuna y contar con uno o más canales de respaldo listos y probados para la diseminación de esos productos;
- facilitar a los NTWC, como mínimo, una predicción de la hora de llegada del tsunami;
- disponer con otro RTWP un servicio de respaldo en caso de que ocurra una disrupción mayor en las comunicaciones u otra catástrofe en el RTWP;
- facilitar a los NTWC acceso a todos los productos del RTWP;
- colaborar con otros RTWP y NTWC afectados antes de emitir sus productos (si el tiempo lo permite);
- coordinar la cancelación de mensajes con los centros vecinos.

Indicadores de rendimiento de un RTWP

Cada RTWP debe trabajar con los NTWC con los cuales ha concertado un acuerdo bilateral para evaluar los indicadores de su rendimiento. En la tabla 2-1 se muestran los indicadores de rendimiento recomendados.

Tabla 2-1. Indicadores de rendimiento recomendados para los RTWP.

1. Tiempo transcurrido entre el momento del sismo y la emisión del estado de vigilancia (El objetivo es reducir el lapso a menos de 20 minutos).
 - a. Precisión de los parámetros del sismo (lugar, profundidad, magnitud)
2. Tiempo transcurrido entre la emisión del producto y su recepción en el NTWC apropiado.
3. Porcentaje de los países miembros que reciben los productos de vigilancia de forma oportuna.
4. Tiempo transcurrido hasta la detección del tsunami.
5. Tiempo transcurrido hasta la evaluación del tsunami.
6. Precisión del pronóstico.
 - a. Países afectados
 - b. Nivel de amenaza a partir de escenarios
7. Tiempo transcurrido hasta la cancelación.
8. Confiabilidad de la oficina del RTWP (electricidad, computadoras, comunicaciones, operaciones las 24 horas del día).
9. Personal capacitado y competente.
10. Pruebas regulares del sistema.

