



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



Intergovernmental
Oceanographic
Commission

Comisión Oceanográfica Intergubernamental Manuales y guías 82



PREPARACIÓN PARA EVACUACIONES DE COMUNIDADES EN CASO DE TSUNAMI

De mapas de inundación a mapas de evacuación,
planes de respuesta y simulaciones

PREPARACIÓN PARA EVACUACIONES DE COMUNIDADES EN CASO DE TSUNAMI

**De mapas de inundación
a mapas de evacuación,
planes de respuesta y simulaciones**

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la presentación de los datos que en ella figuran no suponen, por parte de las Secretarías de la UNESCO y de la COI, opinión alguna sobre la condición jurídica de los países o territorios, ni sobre sus autoridades, ni con respecto al trazado de sus fronteras o límites.

Con fines bibliográficos, este documento debe ser citado como sigue:

UNESCO/COI, (2020) *Preparación para evacuaciones de comunidades en caso de tsunamis: de mapas de inundación a mapas de evacuación, planes de respuesta y simulaciones*. París, UNESCO. (Manuales y guías, 82)

Guía preparada por: Centro Internacional de Información sobre los Tsunamis,
Ministerio de Defensa Civil y Gestión de Emergencias de Nueva Zelandia,
Laboratorio Ambiental Marino del Pacífico de la NOAA de los Estados Unidos, y
Grupo de Trabajo sobre gestión de desastres, preparación y reducción de riesgos del Grupo Intergubernamental de Coordinación del Sistema de Alerta contra los Tsunamis y Atenuación de sus Efectos en el Pacífico (ICG/PTWS)

Esta publicación se compone de una guía (IOC/2020/MG/82) y de dos suplementos. La guía presenta un resumen de gran calidad sobre cada uno de los módulos de programa. Los suplementos, solo disponibles en inglés, proporcionan información complementaria y detallada, así como modelos, referencias a los documentos especializados, guías y ejemplos de buenas prácticas.

Suplemento 1: Programme Modules and Specialized Documents (solamente disponible en inglés)

Suplemento 2: How to Create Evacuation Maps from Inundation Maps – from ComMIT to QGIS: Manual and Tutorial (solamente disponible en inglés)

Publicado en 2020 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
7, Place de Fontenoy, 75352, París 07 SP

© UNESCO 2020

(IOC/2020/MG/82)

ÍNDICE

Página

Agradecimientos	(iii)
Prefacio	(v)
Antecedentes	(vi)

PARTE I

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ESTRATEGIA PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN CASO DE TSUNAMI	1
1.2 ALERTA CONTRA TSUNAMIS DE PRINCIPIO A FIN – EVACUACIÓN	2
1.3 PROGRAMA TSUNAMI READY DE LA UNESCO/COI	4
2. FINALIDAD Y GUÍA DEL LECTOR	5
2.1 FINALIDAD.....	5
2.2 GUÍA DEL LECTOR	6
3. MEDIDAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE LAS COMUNIDADES EN CASO DE TSUNAMI	7
3.1 INTRODUCCIÓN.....	7
3.2 RESUMEN DEL PROGRAMA	8
3.3 RESPONSABILIDADES DE LAS PARTES INTERESADAS.....	10

PARTE II MÓDULOS DEL PROGRAMA [\(Compendio en el Suplemento 1\)](#)

MÓDULO 1: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE INUNDACIÓN EN CASO DE TSUNAMI

1.1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.2. CONTENIDO	12
1.3. OBJETIVOS	12
1.4. DESTINATARIOS:.....	12
1.5. REQUISITOS	13
1.6. METODOLOGÍA.....	13
1.7. RESULTADOS ESPERADOS	13
1.8. CONTENIDO DEL MÓDULO.....	14
1.9. MATERIAL SUPLEMENTARIO Y DOCUMENTOS ESPECIALIZADOS	22
1.10. REFERENCIAS Y EJEMPLOS.....	23

MÓDULO 2: ELABORACIÓN DE MAPAS DE EVACUACIÓN EN CASO DE TSUNAMI

2.1 INTRODUCCIÓN.....	27
2.2 CONTENIDO	27
2.3 OBJETIVOS	27

2.4	DESTINATARIOS.....	27
2.5	REQUISITOS	28
2.6	METODOLOGÍA.....	28
2.7	RESULTADO ESPERADO	28
2.8	CONTENIDO DEL MÓDULO.....	28
2.9	MATERIAL COMPLEMENTARIO Y DOCUMENTOS ESPECIALIZADOS.....	33
2.10	REFERENCIAS Y EJEMPLOS.....	33

MÓDULO 3: ELABORACIÓN DE PLANES DE RESPUESTA EN CASO DE TSUNAMI Y PROCEDIMIENTOS NORMALIZADOS DE OPERACIONES

3.1	INTRODUCCIÓN.....	37
3.2	CONTENIDO.....	37
3.3	OBJETIVOS	37
3.4	DESTINATARIOS.....	38
3.5	REQUISITOS	38
3.6	METODOLOGÍA.....	38
3.7	RESULTADO ESPERADO	38
3.8	CONTENIDO DEL MÓDULO.....	39
3.9	MATERIAL COMPLEMENTARIO Y DOCUMENTOS ESPECIALIZADOS.....	46
3.10	REFERENCIAS Y EJEMPLOS.....	47

MÓDULO 4: SIMULACIONES DE TSUNAMI

4.1	INTRODUCCIÓN.....	49
4.2	CONTENIDO.....	49
4.3	OBJETIVOS	49
4.4	DESTINATARIOS.....	49
4.5	REQUISITOS	50
4.6	METODOLOGÍA.....	50
4.7	RESULTADO ESPERADO	50
4.8	CONTENIDO DEL MÓDULO.....	50
4.9	MATERIAL COMPLEMENTARIO Y DOCUMENTOS ESPECIALIZADOS.....	54
4.10	REFERENCIAS Y EJEMPLOS.....	54

ANEXOS

I	PROGRAMA PILOTO MAPAS, PLANES Y PROCEDIMIENTOS DE EVACUACIÓN EN CASO DE TSUNAMI (TEMPP)
II	CONTENIDO DEL SUPLEMENTO 1 DE ESTA GUÍA
III.	BIBLIOGRAFÍA GENERAL, RECURSOS NACIONALES Y MEJORES PRÁCTICAS
IV.	LISTA DE ACRÓNIMOS

Agradecimientos

Esta guía se ha elaborado en el marco de las actividades del Grupo Intergubernamental de Coordinación del Sistema de Alerta contra los Tsunamis y Atenuación de sus Efectos en el Pacífico (ICG/PTWS) y su Grupo de Trabajo sobre gestión de desastres y preparación (que pasó a denominarse gestión de desastres, preparación y reducción de riesgos en 2017), con aportaciones del Equipo de Tareas sobre gestión de desastres y preparación del Grupo de Trabajo sobre sistemas de alerta contra tsunamis y otros peligros relacionados con el nivel del mar y atenuación de sus efectos (TOWS-WG). Contó con el apoyo generoso de la Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero ([OFDA](#)) de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional ([USAID](#)), la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica ([NOAA](#)), y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental ([COI](#)) de la UNESCO.

El contenido se basa en artículos y presentaciones sobre mejores prácticas preparados para un programa de talleres de formación sobre cómo pueden trabajar juntos la comunidad y el gobierno para crear mapas de evacuación en caso de tsunamis fiables y prácticos. TEMPP (mapas, planes y procedimientos de evacuación en caso de tsunamis) fue un curso piloto bajo la dirección del Centro Internacional de Información sobre los Tsunamis ([ITIC](#)) entre 2015 y 2017 en Honduras, América Central. Muchos profesionales y expertos internacionales y nacionales en elaboración de modelos de inundación en caso de tsunamis, identificación de fuentes de casos de terremoto, planificación y simulaciones de respuesta de emergencia, y sensibilización y preparación de la comunidad, contribuyeron a este curso piloto, entre ellos el Sr. Diego Arcas, el Sr. Christopher Moore y la Sra. Marie Eble (del Centro para la investigación sobre tsunamis de la NOAA, [NCTR](#)), el Sr. Edison Gica (del Instituto conjunto para el estudio de la atmósfera y los océanos de la Universidad de Washington, [JSAO](#)), la Sra. Christa von Hillebrandt y la Sra. Carolina Hincapié (del [Programa de Alerta contra los Tsunamis en el Caribe](#)), el Sr. Nicolás Arcos ([Centros Nacionales de Información Ambiental de la NOAA, NCEI](#)), el Sr. Bernardo Aliaga (de la [UNESCO/COI](#), Secretario Técnico del ICG/PTWS y el ICG/CARIBE-EWS), la Sra. Laura Kong (del ITIC), el Sr. David Coetzee (del Ministerio de Defensa Civil y Gestión de Emergencias de Nueva Zelanda, [MCDDEM](#)), el Sr. Ardito Kodijat (de la UNESCO/COI, Centro de Información sobre Tsunamis del Océano Índico, [IOTIC](#)), el Sr. Srinivasa Kumar (de la UNESCO/COI, Secretario Técnico y Jefe de la Secretaría del ICG/IOTWMS), la Sra. Mylene Villegas (del Instituto de Volcanología y Sismología de Filipinas, [PHIVOLCS](#)), el Sr. Tim Walsh (jubilado, Departamento de recursos naturales del Estado de Washington, [DNR](#)), el Sr. George Crawford (jubilado, Departamento Militar de Washington, [WMD](#)), la Sra. Yohko Igarashi (del Organismo Meteorológico del Japón, [JMA](#)), el Sr. Masahiro Yamamoto (jubilado, Asesor principal, Unidad de tsunamis de la UNESCO/COI y el JMA), la Sra. Irina Rafliana (del Instituto Científico de Indonesia, [LIPI](#)), la Sra. Harkunti Pertiwi Rahayu (del Institut Teknologi Bandung, Instituto de Tecnología de Bandung, [ITB](#)), el Sr. Charles McCreery (del Centro de Alerta contra los Tsunamis en el Pacífico, [PTWC](#)), la Sra. Alison Brome (de la UNESCO/COI, Centro de Información sobre los Tsunamis en el Caribe, [CTIC](#)), el Sr. Harald Spahn (anteriormente, Sistema germano-indonesio de alerta temprana contra los tsunamis, GITEWS, GTZ-Internacional Services), los Equipos de tareas sobre planificación y elaboración de mapas de evacuación del PTWS y TEMPP y Tsunami Ready, y el Equipo de Trabajo de los ICG sobre Gestión de Desastres y Preparación de la COI/TOWS-WG.

Las directrices se elaboraron utilizando una gran cantidad de información publicada y no publicada, incluidos documentos técnicos y de orientación de organizaciones nacionales e internacionales, manuales y guías de la COI y la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres ([UNISDR](#)), y contribuciones de países determinados.

Damos las gracias a los participantes de los cinco talleres de formación TEMPP, al gobierno nacional y las autoridades locales de Honduras, y su organismo de alerta contra tsunamis y respuesta a las emergencias ([COPECO](#)), así como a las organizaciones no gubernamentales que apoyaron a Cedeño durante el simulacro de tsunamis.

Damos las gracias a Ingrid Pastor Reyes (de la COI de la UNESCO) por ayudar con la traducción del material a español e inglés durante el curso piloto TEMPP, y a Rena Kikuchi (pasante en la COI de la UNESCO), por ayudar con la traducción al inglés de documentos en japonés.

Damos las gracias especialmente a Julie Leonard, Vicepresidente del Grupo de Trabajo 3 del PTWS (jubilada, USAID/OFDA/LAC, fallecida en 2016), cuya visión y compromiso con la reducción del riesgo de desastre en las comunidades en 2013 nos permitió formular y llevar a cabo el curso piloto TEMPP.

El contenido está dedicado a los muchos que perdieron su vida a causa de los tsunamis, en particular tsunamis locales que llegaron en minutos. Las dolorosas lecciones que aprendimos, recientemente de los tsunamis de 2009 en Samoa, Samoa Americana y Tonga, de 2010 en Chile, de 2011 en la zona oriental del Japón, y de 2018 en Palu y Anak Krakatau (Indonesia), ponen de relieve la importancia crucial de la planificación y la práctica de la evacuación con antelación al desastre, que pueden salvar vidas.

David Coetzee

Presidente, Grupo de Trabajo sobre gestión de desastres, preparación y reducción de riesgos del ICG/PTWS,
Presidente del Equipo de Trabajo de los ICG sobre Gestión de Desastres y Preparación del TOWS-WG, Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO.

Dra. Laura Kong

Directora, Centro Internacional de Información sobre los Tsunamis de la NOAA y la COI de la UNESCO,
Vicepresidenta del Grupo de Trabajo sobre gestión de desastres, preparación y reducción de riesgos del ICG/PTWS.

Prefacio

Desde el tsunami del océano Índico del 26 de diciembre de 2004, se ha avanzado mucho en el establecimiento de sistemas regionales de alerta temprana contra los tsunamis y atenuación de sus efectos en el océano Índico, el Caribe y el Atlántico Nororiental y el Mediterráneo. Estos sistemas complementan el que había estado operativo en el Pacífico desde 1965. Sin embargo, seguimos enfrentándonos a desafíos muy importantes por lo que respecta a la preparación para casos de tsunami, en particular para los tsunamis generados localmente.

La preparación de la comunidad es de vital importancia porque permite una respuesta rápida y adecuada tanto a las alertas oficiales como a los signos naturales de un posible tsunami. Esto es fundamental para salvar vidas en todos los casos de tsunami, y es aún más esencial en el caso de los tsunamis generados localmente. Sin la preparación de la comunidad frente a los tsunamis, las posibilidades de que las personas escapen y sobrevivan a un tsunami generado localmente son mínimas.

Dos componentes importantes de la preparación de la comunidad son los mapas de inundaciones por tsunami con base científica y los planes y mapas de evacuación en caso de tsunami elaborados de manera participativa. Solo cuando las personas son conscientes del peligro de tsunami, la comunidad puede estar preparada frente a esta amenaza natural. En esta guía se describe cómo elaborar mapas de inundación y de evacuación en caso de tsunami y cómo aumentar la preparación de la comunidad frente a los tsunamis, en particular mediante simulacros y ejercicios.

Con la participación activa de los gobiernos de América Central, y mediante múltiples alianzas con organismos de financiación y técnicos, el Sistema de Alerta contra los Tsunamis y Atenuación de sus Efectos en el Pacífico (PTWS) elaboró, de 2015 a 2017, las bases técnicas y prácticas de la guía.

Expreso mi más sincero agradecimiento a todos los Estados Miembros del PTWS, a los numerosos expertos que contribuyeron a la elaboración de esta guía y a los asociados que prestaron apoyo financiero a la COI de la UNESCO para la producción de esta herramienta.

Dr. Vladimir Ryabinin

Secretario Ejecutivo de la Comisión Oceanográfica
Intergubernamental de la UNESCO
y Subdirector General de la UNESCO

Antecedentes

En julio de 2014 el Comité de Dirección del Grupo Intergubernamental de Coordinación del Sistema de Alerta contra los Tsunamis y Atenuación de sus Efectos en el Pacífico (PTWS-SC) apoyó la recomendación del Grupo de Trabajo 3 (gestión de desastres y preparación) de declarar la preparación como próxima prioridad del PTWS. El principal objetivo era lograr que las comunidades sepan qué hacer y adónde ir cuando se emite una alerta de tsunami.

El Centro Internacional de Información sobre los Tsunamis (ITIC) recomendó centrarse en el desarrollo de capacidades en evacuación y propuso un nuevo curso, Mapas, planes y procedimientos de evacuación en caso de tsunami (TEMPP), que fue aceptado por el Comité de Dirección del PTWS, y ratificado por los Estados Miembros en la 26ª reunión del ICG/PTWS en abril de 2015. El ITIC contrató un equipo encargado de desarrollar el curso con experiencia práctica en elaboración de modelos de inundación en caso de tsunami, definición de hipótesis para la elaboración de mapas de evacuación, planificación de emergencia, respuesta y simulaciones, y preparación de comunidades para ayudar a elaborar el curso.

Un Equipo de tareas ICG/PTWS-XXVI (2015) sobre planificación y elaboración de mapas de evacuación, y un equipo de tareas ICG/PTWS-XXVII (2017) sobre TEMPP y Tsunami Ready proporcionaron orientación. A nivel internacional, el Equipo de Trabajo de los ICG sobre Gestión de Desastres y Preparación IOC/TOWS y expertos internacionales realizaron la revisión final.

El curso de formación TEMPP está destinado a ser un curso y un proceso normalizado para la elaboración de mapas de evacuación en caso de tsunami fiables y prácticos a nivel comunitario. Entre los que recibieron la formación cabe destacar contactos nacionales sobre tsunamis, Centros nacionales de Alerta contra los Tsunamis y Puntos focales de alerta contra los tsunamis, personal de organismos de gestión de desastres y otras instituciones gubernamentales (locales y nacionales) y líderes de organizaciones de la sociedad civil. La formación sobre elaboración de modelos de tsunamis estuvo dirigida a físicos y oceanógrafos de instituciones gubernamentales y universidades. Entre los beneficios directos para los países que participaron se incluyen los siguientes:

- las comunidades saben qué hacer y adónde ir cuando hay una alerta de tsunami, o cuándo reaccionar por cuenta propia a señales naturales de tsunami, y
- capacidad y herramientas de los países para reproducir los procesos comunitarios de mapas de evacuación en otros lugares.

Entre julio de 2015 y febrero de 2017, el ITIC, el Programa de Alerta contra los Tsunamis en el Caribe de la NOAA (CTWP) y la COI colaboraron para desarrollar y probar el curso en Honduras, e invitaron a América Central y México a participar. El curso y el proceso TEMPP se basaron en esfuerzos anteriores, y estuvieron compuestos por una serie conectada de cinco talleres de formación de una semana de duración, cada uno de los cuales se alimentaba de los anteriores, que aplicaban herramientas y metodología internacionales estandarizadas sobre:

- Elaboración de modelos de inundación y de mapas de inundación (TEMPP 1 y 2)
- Elaboración de mapas de evacuación y planificación de la evacuación (TEMPP3)
- Procedimientos normalizados de operaciones (SOP) para la alerta y la respuesta de emergencia en caso de tsunami (TEMPP 4)
- Realización de simulaciones comunitarias de tsunamis (incluida la evacuación) (TEMPP 5)

En total, 34 participantes asistieron a las formaciones, que contaron con el apoyo de 11 instructores; 8 expertos participaron en la reunión de expertos en fuentes sísmicas de tsunamis. En las evaluaciones o sesiones de valoración al final de cada taller de formación se aportaron consejos valiosos para terminar el curso. Además, se llevó a cabo un curso piloto "Tsunami Ready" para la ciudad de Cedeño (Honduras), y la comunidad recibió la certificación de Tsunami Ready en febrero de 2107 (<http://www.tsunamiready-international.org/>).

En febrero de 2017, tras la finalización de la última formación TEMPP, el TOWS-WG tomó nota con satisfacción de los avances alcanzados durante el periodo entre reuniones en elaboración de mapas de evacuación en caso de tsunami, en particular de que:

- el PTWS había finalizado con éxito el curso piloto TEMPP a lo largo de dos años en Honduras;
- el ITIC, el CTWP y la COI están preparados para brindar orientación a los países que quieran llevar a cabo proyectos similares;
- se han definido las mejores prácticas existentes y directrices de elaboración de mapas de evacuación;
- el PTWS concluirá la documentación del proyecto y la pondrá a disposición de los otros Grupos Intergubernamentales de Coordinación (ICG), tomando nota del interés del Sistema de Alerta contra los Tsunamis y Atenuación de sus Efectos en el Océano Índico (IOTWMS) y del Sistema de Alerta contra los Tsunamis y otras Amenazas Costeras en el Caribe y Regiones Adyacentes (CARIBE-EWS).

Esta guía ultima los cursos mencionados anteriormente y pretende dar una amplia difusión a sus metodologías.

PARTE I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ESTRATEGIA PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN CASO DE TSUNAMI

Los sistemas de alerta temprana eficaces salvarán vidas. Para ser eficaces, tiene que haber sinergia entre todos los niveles del sistema de alerta, con medidas internacionales, nacionales y comunitarias armonizadas para que haya una cadena de alerta y respuesta sin interrupciones, un sistema de alerta de principio a fin, desde la detección a la evacuación segura. Las alertas son más eficaces cuando hay una sensibilización y una preparación de la población de manera continua para apoyar la acción pública apropiada. Los ocho elementos de un sistema de alerta eficaz pueden resumirse de la siguiente manera:

1. Instrumentos adecuados que permiten una detección temprana y una evaluación de la amenaza de terremotos y tsunamis potencialmente dañinos. Los datos obtenidos por estos instrumentos deben estar inmediatamente disponibles para todas las naciones de manera continua y en tiempo real.
2. El Centro Nacional de Alerta debe poder analizar y prever los efectos de los tsunamis en costas antes de la llegada de las olas, y los organismos locales, regionales o nacionales de protección civil o gestión de desastres deben poder difundir inmediatamente las alertas y propiciar la evacuación de todas las comunidades vulnerables. Los métodos de comunicación deben ser fiables, robustos y redundantes, y trabajar en estrecha colaboración con los medios de comunicación y proveedores de telecomunicaciones para difundir esta retransmisión, así como incorporar a las redes sociales. Debe informarse a la población vulnerable de manera comprensible y culturalmente apropiada.
3. Sensibilización que educa e informa a una amplia población sobre cómo reconocer señales naturales de alerta de tsunami y qué hacer, desde ciudadanos ordinarios a servicios de salvamento e infraestructuras vitales. La población debe conocer las señales naturales de alerta de tsunami y hacia dónde dirigirse en la evacuación inmediatamente porque un tsunami local puede golpear en cuestión de minutos y antes de que pueda lanzarse y recibirse una alerta oficial de tsunami. El respeto y el uso de los conocimientos indígenas es importante.
4. Disposiciones de preparación que ponen en práctica procedimientos y medidas necesarios para salvar vidas y reducir el impacto. Los simulacros y las simulaciones, y la divulgación y la sensibilización proactivas son esenciales para reducir el impacto de un tsunami. La inclusión de asignaturas de ciencias de los peligros naturales y preparación ante desastres en los planes de estudio preparará y sensibilizará a las próximas generaciones. Hay que incorporar cuestiones de género a la preparación y las respuestas familiares en situaciones de emergencia.
5. Una planificación de la respuesta que identifique y cree procedimientos y productos de seguridad pública que permitan una intervención rápida. Ello incluye tanto la evacuación de personas por tierra como la evacuación marina en puertos, y la protección de aeropuertos y servicios vitales de salvamento. Hay que crear y difundir ampliamente mapas de evacuación en caso de tsunami que incluyan instrucciones sobre cuándo marcharse, adónde ir y cómo ir. Las zonas de evacuación, los refugios y las carreteras de evacuación tienen que estar claramente identificadas, y ser ampliamente conocidas por todos los sectores de la población costera y marina.

6. Códigos de ingeniería y construcción resistentes a los tsunamis, y políticas de uso de la tierra prudentes que se lleven a la práctica como medida de mitigación previa al desastre. Los edificios de hormigón altos y reforzados, o las bermas naturales, pueden ofrecer un lugar seguro en el que evacuar verticalmente a la población si no hay tiempo de alcanzar un terreno más elevado. La planificación a largo plazo para evitar situar infraestructuras vitales y servicios de apoyo al salvamento en zonas de inundación reducirá el tiempo necesario para que los servicios se recuperen y reducirá las consecuencias económicas.
7. Coordinación de las partes interesadas para facilitar medidas eficaces y fluidas en la alerta y la respuesta de emergencia. La designación clara de las autoridades nacionales o locales de las que la población recibirá la información de emergencia es esencial para evitar la confusión de la población, lo que pondría en peligro la confianza ciudadana y la seguridad.
8. Promoción de alto nivel en los planes comunitario, nacional e internacional, que garantice un compromiso constante para prepararse ante desastres naturales poco frecuentes pero altamente letales, como los tsunamis.

1.2 ALERTA CONTRA TSUNAMIS DE PRINCIPIO A FIN – EVACUACIÓN



Figura 1. Cadena de alerta contra tsunamis de principio a fin

La cadena de alerta contra tsunamis de principio a fin requiere que los organismos operacionales trabajen juntos de manera coordinada. Cada uno debe conocer bien la función, las responsabilidades, los poderes, y la acción del resto, en particular para tsunamis locales que evolucionan muy rápidamente y que pueden golpear en cuestión de minutos. La cadena debería funcionar de manera fluida, siguiendo una serie predeterminada de procedimientos. Durante el incidente, debería haber un flujo constante y continuo de información entre los organismos operativos.

La cadena de alerta contra tsunamis de principio a fin abarca las actividades de vigilancia y detección de incidentes, evaluación de amenazas y toma de decisiones de alerta, seguidas de medidas de emergencia, aviso a la población, decisiones y por último medidas públicas. Sin embargo, una alerta de tsunami solo funcionará cuando todas las personas de comunidades costeras vulnerables se hayan preparado con antelación, y puedan responder posteriormente de manera apropiada y en el momento oportuno, al reconocer que un tsunami potencialmente destructivo puede estar acercándose.

Esto significa que cada persona debe saber y entender cuándo tiene que evacuar el lugar (por sí mismo) y adónde marcharse. La solución "adónde" se basa en planes, mapas y procedimientos de evacuación prácticos a nivel comunitario. Los encargados de la planificación de la evacuación en caso de tsunami deben considerar las diferentes respuestas para un caso en función de si la fuente es local, regional o distante. Un tsunami con fuente distante deja más de tres horas de margen para la evacuación. Un tsunami regional es especialmente peligroso, ya que solo deja entre una y tres horas para decidir y llevar a cabo una evacuación. Un tsunami local (menos de una hora entre el momento en que se produce el tsunami y la llegada de la ola) requerirá una autoevacuación inmediata basada en el temblor de la tierra u otras señales naturales de alerta observadas por los miembros de la comunidad. Los tsunamis y los terremotos locales deberían planificarse conjuntamente, ya que los efectos de un terremoto pueden dificultar una evacuación. El plazo necesario para llevar a cabo una evacuación debería analizarse, e incorporarse al procedimiento de toma de decisiones. Deberían elaborarse planes, mapas y procedimientos de evacuación en caso

de tsunami con la comunidad y el gobierno para que la recomendación (o la orden) de evacuación sea clara y la evacuación se lleve a cabo de manera ordenada.

Los mapas de evacuación en caso de tsunami son un producto esencial de los procesos de planificación de evacuación en caso de tsunami. Los mapas de evacuación, basados en mapas anticipados de inundación, deben delinear las zonas que tienen que ser evacuadas en caso de tsunami peligroso inminente. Las zonas de evacuación se indican normalmente con colores que contrastan. Se pueden utilizar múltiples zonas de evacuación (y colores), en función de la evaluación del peligro de la zona (por ejemplo, donde haya una diferencia significativa entre un tsunami local o distante, o una amenaza extrema de tsunami). En zonas con alta densidad de población, los mapas deberían señalar las rutas óptimas de evacuación hacia zonas seguras. Como no todas las áreas tendrán acceso a terreno natural elevado, algunos lugares pueden necesitar considerar la adopción de una política de evacuación vertical a un edificio resistente designado (señalizados), o la posibilidad de refugiarse en la zona. Lo ideal es que la población pueda ser evacuada a pie cuando sea posible para evitar la congestión del tráfico. Los planes y mapas de evacuación deberían ser aprobados en reuniones comunitarias y por las autoridades competentes, y debería elaborarse un folleto educativo sobre evacuación en caso de tsunami para darle amplia difusión.

La planificación de la evacuación es el proceso consistente en identificar áreas que corren riesgo de sufrir tsunamis, y las medidas necesarias para garantizar la seguridad de la población al evacuarla de esas áreas. Es fundamental que los planes de evacuación se integren en los sistemas de alerta temprana contra tsunamis, así como en otros planes de emergencia de los sectores público y privado. Los elementos de un plan de evacuación deberían incluir: tipos de evacuación (por ejemplo, voluntaria u obligatoria) y la gestión de las respectivas fases (por ejemplo, la decisión, el aviso, el proceso, el refugio, la vuelta).

En la planificación se deben tener en cuenta en particular los sectores de las comunidades afectadas que no pueden o tendrán dificultades para ser evacuadas sin ayuda, como los hospitales. Además, debería haber planes de respuesta a tsunamis, incluida la interrupción de servicios y la evacuación del personal en servicios e infraestructuras vitales.

Los procedimientos de evacuación deberían incluir directrices para los servicios de emergencia a nivel local; así se garantiza que las zonas de evacuación se cierran y aseguran hasta que se cancele la alerta de tsunami y la amenaza de tsunami desaparezca. Una vez que se haya llevado a cabo la evacuación, deben cortarse carreteras, colocarse barricadas e instalar sistemas de patrullas para evitar que la población vuelva a las zonas de evacuación y mantener alejadas a las personas con malas intenciones. La decisión de permitir el retorno (fin de la alerta, por ejemplo) la tomarán los funcionarios encargados de la gestión de emergencias.

La señalización es un mecanismo eficaz para informar a la población sobre los riesgos que representan los tsunamis y la respuesta de evacuación apropiada a un tsunami. Las partes interesadas, incluido el público, deberían examinar la ubicación y los tipos de las señales durante el proceso de planificación. Cuatro categorías de tipos de señales de tsunami: zona de evacuación, ruta de evacuación, lugar seguro para evacuación/zona de reunión y tablón informativo. En todo el mundo hay muchas señales de tsunami diferentes, aunque la Organización Internacional de Normalización (véase la ISO 20712) acordó y aprobó tres señales básicas (zona de peligro/evacuación, punto horizontal seguro y refugio vertical). La señalización debe estar en sintonía con los programas locales comunitarios de educación, preparación y mitigación.

Poner en práctica estos planes y procedimientos ayuda a validar, aumentar y mantener la sensibilización y la preparación. Las simulaciones de tsunamis pueden variar desde talleres de orientación y pruebas de comunicaciones sencillas a alertas a gran escala y evacuaciones en zonas de peligro de tsunami. Una alerta perfectamente ejecutada será estéril si las personas, los organismos y las organizaciones no saben cómo responder a la alerta. La puesta en práctica también ayuda al proceso de planificación a través de la revisión y la evaluación.

1.3 PROGRAMA TSUNAMI READY DE LA UNESCO/COI

Las comunidades costeras pueden prepararse mejor para los tsunamis mediante la planificación, la educación y la sensibilización, y el fortalecimiento de sus medidas locales de emergencia. Los tsunamis que han ocurrido recientemente en Samoa (2009), Chile (2010), el Japón (2011), las Islas Salomón (2013) e Indonesia (2012, 2018), han demostrado la importancia de la preparación: cuando un tsunami alcanza las costas y las comunidades están preparadas para reaccionar, se salvan vidas y hay menos víctimas mortales.

Bajo los auspicios de la UNESCO y la COI, y facilitado por los Centros de Información sobre Tsunamis de la COI, el programa Tsunami Ready es un proyecto piloto internacional de reconocimiento de comunidades basado en el rendimiento que capacita a las comunidades para prepararse mejor de cara al siguiente tsunami. El Grupo Intergubernamental de Coordinación del Sistema de Alerta contra los Tsunamis y otras Amenazas Costeras en el Caribe y Regiones Adyacentes (ICG/CARIBE-EWS) en su 10ª reunión (19–21 de mayo de 2015, Philipsburg, Saint Martin), aprobó diez criterios para la certificación Tsunami Ready de la UNESCO y la COI ([Recomendación ICG/CARIBE-EWS-X.6](#)). En 2017, la COI, por recomendación de su Grupo de Trabajo sobre sistemas de alerta contra tsunamis y otros peligros relacionados con el nivel del mar y atenuación de sus efectos en su 10ª reunión ([IOC/TOWS-WG-X](#)), pidió a los Estados Miembros que consideraran poner a prueba las directrices de Tsunami Ready de CARIBE-EWS y que informaran al Grupo de Trabajo TOWS con miras a elaborar criterios internacionales armonizados y coherentes.

Las comunidades costeras que deseen obtener la certificación Tsunami Ready deberán cumplir los diez criterios¹. Para cada región del ICG (CARIBE-EWS, IOTWMS, NEAMTWS, PTWS), los Centros regionales de Información sobre Tsunamis (CTIC, IOTIC, NEAMTIC, ITIC, respectivamente) prestarán asistencia a los países interesados en poner a prueba el programa Tsunami Ready. Las medidas específicas exigidas para cumplir cada criterio variarán de una comunidad a otra en función de los tipos de riesgos de tsunami y de vulnerabilidad a ese fenómeno, y de lo que determine el comité Tsunami Ready nacional o regional. El comité designado se encarga de determinar las diversas amenazas plausibles de tsunamis locales, regionales y distantes en una comunidad particular. Dicho comité consultará a especialistas en tsunamis, centros de información sobre tsunamis, proveedores de servicios sobre tsunamis, centros nacionales de alerta contra los tsunamis, encargados de gestionar emergencias, universidades o asesores. Para obtener la certificación, una comunidad debe completar y presentar un formulario de solicitud de Tsunami Ready al comité Tsunami Ready correspondiente. Una vez aprobado, la UNESCO/COI concederá la certificación.

Desde abril de 2019, el programa Tsunami Ready de la UNESCO/COI se ha puesto a prueba (o se está poniendo a prueba) en 12 países con litoral caribeño, 12 países con litoral pacífico, dos países con costas caribeña y pacífica, y dos países en el océano Índico. Además, hay 25 países en todo el mundo que han indicado su interés en poner a prueba el programa.

¹ Nota: la 11ª reunión del ICG/IOTWMS decidió crear un 11º criterio: *Tener un plan de reducción del riesgo de tsunami*.

MITIGACIÓN (MIT)
MIT-1. Designar y delimitar zonas de peligro de tsunami
MIT-2. Colocar en lugares públicos información sobre el riesgo de tsunami
PREPARACIÓN (PREP)
PREP-1. Contar con un mapa de evacuación en caso de tsunami elaborado en colaboración con las comunidades y las autoridades locales
PREP-2. Elaborar y distribuir materiales de divulgación e información de la población
PREP-3. Organizar al menos tres actividades de divulgación o educación al año
PREP-4. Organizar un ejercicio anual de simulación de tsunami en la comunidad
RESPUESTA (RESP)
RESP-1. Tener en cuenta los peligros de tsunami en el plan de operaciones/respuesta de emergencia de la comunidad
RESP-2. Tener la capacidad de gestionar las operaciones de respuesta de emergencia durante un tsunami
RESP-3. Tener medios de sobra y fiables para recibir alertas oficiales de tsunami 24 horas al día, siete días a la semana
RESP-4. Tener medios de sobra y fiables para difundir alertas oficiales de tsunami e información a la población 24 horas al día, siete días a la semana

Cuadro 1. Criterios Tsunami Ready de la UNESCO/COI – ICG/CARIBE-EWS e ICG/PTWS².

2. FINALIDAD Y GUÍA DEL LECTOR

2.1 FINALIDAD

Esta guía se centra en las medidas que pueden adoptar las comunidades para mejorar la resiliencia ante el próximo tsunami. Se trata de medidas cuyo objetivo final es salvar vidas y reducir los efectos de los tsunamis centrándose en una planificación de la respuesta y preparación de partes interesadas, de la mano de la sensibilización sobre el sistema de alerta de principio a fin para mantener la promoción. Las medidas y los productos de esta guía (evaluaciones del peligro de tsunami, mapas de inundación y evacuación, planes y procedimientos de respuesta, sensibilización, y simulaciones) prestan asistencia a las comunidades mejorando su preparación. La guía, diseñada para apoyar la formación de personas encargadas de estos entregables, puede utilizarse como parte del proceso para obtener la certificación Tsunami Ready de la UNESCO/COI, o simplemente para mejorar la preparación.

² Nota: Aunque los criterios están en una fase avanzada y se utilizan para la ejecución, podrían modificarse ya que el programa estaba a prueba en el momento en que se elaboró esta guía.

2.2 GUÍA DEL LECTOR

Esta guía se completa con un suplemento compuesto por archivos únicamente digitales. En la guía figura un resumen sobre la reducción del riesgo de desastre en caso de tsunami, la evacuación, y el programa piloto de certificación de preparación de la comunidad Tsunami Ready de la UNESCO/COI. A continuación, hay cuatro módulos de planificación de la evacuación (módulos 1 a 4) en los que se describen los pasos básicos, los objetivos, los participantes destinatarios, los requisitos, la metodología, las herramientas, los modelos, los resultados esperados, las referencias y los ejemplos de módulos. Asimismo, se compone de cuatro anexos: una bibliografía general, el curso piloto TEMPP, el contenido del suplemento 1 y una lista de acrónimos.

Los suplementos contienen explicaciones detalladas de los módulos y orientación, y documentos especializados que comprenden manuales prácticos, modelos y ejemplos para apoyar la formación y la entrega de los productos.

Esta guía presupone que se han identificado modelos digitales de elevación adecuados y fuentes sísmicas de tsunamis a través de otros procesos, y por tanto no abarca dichos temas.

En el [módulo 1](#) se describe la identificación de zonas de inundación, incluida la identificación de hipótesis verosímiles o peores hipótesis para las que deben crearse modelos. También figuran orientaciones para situaciones en las que no hay peligro de tsunami o poco peligro, o cuando la batimetría disponible es demasiado irregular para permitir una elaboración de modelos verosímiles de inundación en caso de tsunami.

En el [módulo 2](#) se describe la elaboración de mapas de evacuación a partir de mapas de inundación. Se presentan orientaciones sobre mejores prácticas acerca de cómo elegir zonas y rutas de evacuación. Se utilizan sistemas de información geográfica con simbología estándar para crear el mapa y se describe el proceso de verificación del mapa in situ mediante la participación de la comunidad.

En el [módulo 3](#) se describe la elaboración de planes de respuesta en caso de tsunami y procedimientos normalizados de operaciones, centrándose en las evacuaciones de comunidades, pero incluyendo la cadena de la alerta de tsunami desde el centro nacional de alerta contra los tsunamis a las autoridades locales y la ejecución de la evacuación durante una alerta. La evacuación, incluida la autoevacuación, de personas expuestas y activos importantes a áreas más seguras es uno de los principales componentes de la respuesta en caso de tsunami. Una evacuación eficaz y exitosa requiere una planificación previa por parte de las autoridades competentes.

En el [módulo 4](#) se describe el uso de las simulaciones para practicar las evacuaciones en caso de tsunami.

La bibliografía general incluye documentos y mejores prácticas que se utilizaron en la elaboración de esta guía.

En los anexos figura información sobre la planificación de la evacuación y el desarrollo de capacidades.

En el [Anexo I](#) se describe el curso de formación piloto sobre mapas, planes y procedimientos de evacuación en caso de tsunami (TEMPP) que se llevó a cabo entre 2015 y 2017. El curso piloto TEMPP proporcionó buena parte del contenido de esta guía.

En el [Anexo II](#) se enumera el contenido del suplemento, que consiste en el suplemento de los módulos del programa, y los documentos especializados suplementarios.

Las versiones actuales más recientes del suplemento de los módulos del programa y los documentos especializados están disponibles en la COI y el ITIC, o pueden descargarse en el sitio

web del ITIC sobre mapas, planes y procedimientos de evacuación en caso de tsunami (TEMPP) en el enlace http://itic.ioc-unesco.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=2166&Itemid=2640.

3. MEDIDAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE LAS COMUNIDADES EN CASO DE TSUNAMI

3.1 INTRODUCCIÓN

El riesgo de tsunami en una comunidad se reduce con la planificación de la evacuación antes de que ocurra el fenómeno. La evacuación, incluida la autoevacuación, de personas expuestas y activos importantes a áreas más seguras es uno de los principales componentes de la respuesta en caso de tsunami. Una evacuación eficaz y exitosa depende de una planificación adecuada por parte de las autoridades competentes. La planificación de la evacuación está compuesta por cuatro bloques principales:

Módulo 1: Identificación de zonas de inundación.

Módulo 2: Elaboración de mapas de evacuación en caso de tsunami.

Módulo 3: Elaboración de planes de respuesta en caso de tsunami y procedimientos normalizados de operaciones.

Módulo 4: Simulaciones de tsunami.

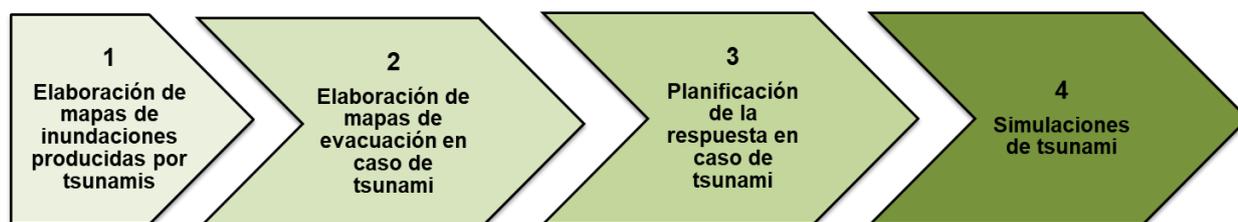


Figura 2. Los bloques (módulos) de planificación de evacuación en caso de tsunami

Esta guía se ha preparado para apoyar la formación de las personas encargadas del desarrollo de cada bloque. Cada módulo tiene dos componentes principales:

- el enfoque de formación con la intención de facilitar que los formadores impartan el bloque específico; y
- el proceso gradual necesario para la ejecución del módulo. La intención es servir de referencia sencilla cuando la formación se lleva a la práctica.

Esta guía cuenta con el apoyo de un suplemento electrónico que proporciona más información, ejemplos y referencias de recursos para apoyar tanto la formación como la entrega de productos.

Más adelante se presentan los motivos y los requisitos para participar en cada módulo del programa³.

³ Nota: los conocimientos de los participantes sobre las ciencias sísmicas y de tsunami y los comportamientos contribuirán a la realización de cada módulo. Por tanto, puede ser necesaria una sesión de formación sobre conocimientos básicos en ciencias sísmicas y de tsunami dependiendo del nivel de conocimiento que tengan los participantes en cada módulo.

3.2 RESUMEN DEL PROGRAMA

[Módulo 1: Identificación de zonas de inundación en caso de tsunami](#)

Un mapa de inundación en caso de tsunami identifica áreas susceptibles de inundarse en caso de tsunami, basándose en datos históricos disponibles y modelos. Esta información es crucial para:

- La sensibilización sobre el peligro de tsunami,
- La elaboración de un plan de evacuación,
- Las medidas de mitigación para minimizar las consecuencias de un tsunami.

La inundación a lo largo del litoral variará dependiendo de varios factores, como la magnitud del terremoto que genera el tsunami, la forma y la morfología del litoral y la batimetría cerca de la costa (por ejemplo, accidentes geográficos), la infraestructura y el tipo y el nivel de desarrollo en las zonas costeras.

Este módulo dotará a los participantes de los conocimientos necesarios para elaborar un mapa de inundación, con o sin modelos. Los participantes deben tener un ordenador con 2 GB de memoria como mínimo (RAM), espacio en el disco duro y conocimientos o experiencia en alguno de los siguientes campos:

- Sismología,
- Oceanografía,
- Simulación numérica,
- Sistema de Información Geográfica (SIG).

[Módulo 2: Elaboración de mapas de evacuación en caso de tsunami](#)

En la cadena de alerta de tsunami de principio a fin, una vez que se conoce la predicción de un tsunami y se emite una alerta, las comunidades deben saber qué hacer y adónde ir cuando un tsunami es inminente. En cuanto al "qué hacer", hay que evacuar a la población a un lugar seguro, y con respecto al "adónde ir", se utiliza un mapa de evacuación en caso de tsunami.

Los conocimientos sobre inundación ([módulo 1](#)) se utilizan para elaborar el mapa de evacuación en caso de tsunami. Los organismos de gestión de emergencias elaboran los mapas de evacuación, que incluyen las zonas de evacuación, las rutas de evacuación, las zonas de reunión, la señalización y los servicios y las infraestructuras vitales o de necesidades especiales en consulta con la comunidad.

Este módulo dotará a los participantes de los conocimientos sobre el proceso de elaboración de un mapa de evacuación y su contenido. Entre los participantes debería haber responsables de la gestión de emergencias y profesionales del Sistema de Información Geográfica.

Para impartir el módulo es necesaria la existencia de mapas de inundación ([módulo 1](#)).

[Módulo 3: Elaboración de planes de respuesta en caso de tsunami y procedimientos normalizados de operaciones](#)

Los encargados de la gestión de emergencias deben planificar con antelación la respuesta en caso de tsunami. No solo tienen que contar con un proceso para recibir alertas oficiales y reconocer las señales naturales de alerta para tomar las decisiones adecuadas en respuesta a ellas, sino que

también tienen que comprender los problemas y los procedimientos que se aplicarán durante las evacuaciones, así como con respecto a la pérdida de infraestructuras vitales y sensibles. Una cuestión estrechamente relacionada es la sensibilización de la población para garantizar que la población entienda de dónde vendrán las alertas oficiales, cuándo cabe esperarlas (y cuándo no, por ejemplo durante un terremoto de fuente local), cómo proceder a la evacuación y dónde están las zonas seguras.

El plan de respuesta en caso de tsunami abarca las disposiciones para las alertas y las evacuaciones, y la sensibilización de la población acerca de estas disposiciones. Debe estar en consonancia con los planes de gestión de las emergencias de más alto nivel genéricos para todos los peligros.

Este módulo dotará a los participantes de los conocimientos necesarios para elaborar un plan de respuesta en caso de tsunami y los procedimientos normalizados de operaciones correspondientes. También comprenderán las consideraciones relacionadas con la sensibilización de la población sobre las alertas y las evacuaciones en caso de tsunami. El módulo va dirigido a encargados de la gestión de emergencias locales y regionales, personal de los centros nacionales de alerta contra los tsunamis, y autoridades locales.

Para impartir el módulo es necesaria la existencia de mapas de evacuación ([módulo 2](#)).

Módulo 4: Simulaciones de tsunami

Las simulaciones de evacuaciones en caso de tsunami ponen en práctica la planificación. Tienen dos objetivos:

- Poner a prueba la eficacia de las alertas contra tsunamis y los mapas, planes y procedimientos de evacuación, e identificar posibles mejoras.
- Promover la sensibilización y la preparación de la población.

Las simulaciones pueden ser realizadas por una única parte interesada en la cadena de alerta de tsunami de principio a fin, o por varias partes interesadas que participan juntas en la simulación. Pueden ser sencillas (es decir, un debate o un simulacro), o complejas (una simulación operacional durante varios días). En todos los casos el proceso posterior a la simulación es igual de importante que la propia simulación, a fin de registrar las lecciones extraídas y las medidas correctivas que habrá que adoptar.

Este módulo dotará a los participantes de los conocimientos sobre opciones de simulaciones, el desarrollo de las simulaciones y el proceso posterior. El módulo va dirigido a encargados de la gestión de emergencias locales y regionales, servicios de emergencia, líderes comunitarios locales y representantes de infraestructuras vitales.

Para impartir este módulo es necesaria la existencia de un plan de respuesta en caso de tsunami y procedimientos normalizados de operaciones ([módulo 3](#)) y mapas de evacuación ([módulo 2](#)).

3.3 RESPONSABILIDADES DE LAS PARTES INTERESADAS

Las autoridades locales, por conducto de su oficina de gestión de emergencias, se encarga de la planificación de la evacuación. Sin embargo, la oficina de gestión de emergencias no puede realizar la planificación sin otras partes interesadas y otros expertos. Por tanto, es crucial para el éxito del programa y su eventual ejecución que se cree un grupo central representativo de todas las partes interesadas principales para supervisar y garantizar su participación, continuidad y ejecución.

Expertos/partes interesadas	Funciones
Alcalde	Apoyar el proceso de planificación de la evacuación, aprobar y firmar el mapa y plan de evacuación
Organismo local de gestión de emergencias	Dirigir el proceso de planificación, apropiarse y gestionar el plan
Organismo regional de gestión de emergencias	Contribuir a la planificación; fijar disposiciones regionales
Organismo nacional de gestión de emergencias	Fijar disposiciones nacionales
Centro nacional de alerta contra los tsunamis	Contribuir a la planificación de las alertas
Expertos en terremotos y tsunamis	Asesorar sobre fuentes, amenazas y comportamientos de tsunami
Autoridad local	Poner a disposición personal pertinente (planificadores comunitarios)
Servicios de emergencia	Contribuir a la planificación, la gestión de las evacuaciones y la notificación de las alertas
Servicios públicos e infraestructuras vitales	Asesorar sobre los efectos de los tsunamis y las necesidades en caso de tsunami
Grupos comunitarios	Asesorar sobre necesidades y mapas de evacuación
Organizaciones no gubernamentales	Contribuir a la planificación de su función en la gestión de las zonas de reunión, el socorro y la sensibilización
Medios de comunicación	Contribuir a la planificación de su función en las alertas
Encargados de la elaboración de modelos numéricos	Elaborar mapas de inundación
Expertos en cartografía del Sistema de Información Geográfica	Apoyar la elaboración de mapas de inundación y evacuación
Residentes	Contribuir y participar en la elaboración de mapas de evacuación en caso de tsunami, planificación y simulaciones

Expertos/partes interesadas	Funciones
Comunidad educativa	Incluir la enseñanza sobre tsunamis y preparación para desastres en los planes de estudio de los colegios; participar en evacuaciones, planificación y simulaciones de los colegios y el resto de la comunidad
Industria del turismo/visitantes	Intercambiar información sobre sensibilización y evacuación en caso de tsunami. Cada hotel debería tener un plan de evacuación
Organizaciones empresariales y sector privado	Intercambiar información sobre sensibilización y evacuación en caso de tsunami.
Grupos marítimos y autoridades portuarias	Intercambiar información sobre sensibilización y evacuación de puertos en caso de tsunami. Preparar un plan de evacuación para buques, incluidos los cruceros turísticos

Cuadro 2. En este cuadro se describen las partes interesadas y los expertos que tienen que participar en el proceso, y sus funciones.

PARTE II MÓDULOS DEL PROGRAMA

MÓDULO 1: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE INUNDACIÓN EN CASO DE TSUNAMI

1.1. INTRODUCCIÓN

Un mapa de inundación en caso de tsunami identifica áreas susceptibles de inundarse en caso de tsunami, basándose en datos históricos disponibles y modelos. Estos mapas sensibilizan sobre el peligro de tsunami y prestan asistencia a las comunidades y la autoridades locales y nacionales en la elaboración de planes de evacuación y la formulación de medidas de mitigación para minimizar los efectos del tsunami.

La inundación en la costa varía en función de varios factores, como la magnitud del terremoto que genera el tsunami, el tipo de falla, la ubicación del terremoto con respecto a la comunidad, el tipo de costa, las estructuras construidas en la costa y otros accidentes geográficos.

Este módulo se centra en aprender las nociones básicas de la ciencia de tsunamis y la elaboración de modelos numéricos, los datos y la información necesarios, la creación de modelos de tsunami, y la elaboración de un mapa de inundación que se utilizará en el [módulo 2](#): Elaboración de mapas de evacuación.

1.2. CONTENIDO

Fase 1. Adquirir los datos y la información necesarios.

Fase 2. Aprender nociones básicas en ciencias de tsunamis y elaboración de modelos numéricos.

Fase 3. Elaborar modelos numéricos de tsunamis.

Fase 4. Crear un mapa de inundación.

1.3. OBJETIVOS

Los participantes:

- aprenderán nociones básicas sobre fuentes tsunamigénicas, generación/propagación de tsunamis, inundación por tsunami y características de las olas generadas por un tsunami;
- elaborarán modelos de inundación en caso de tsunami basados en fuentes tsunamigénicas cercanas y distantes;
- elaborarán un mapa de inundación basado en modelos numéricos o sin modelos.

1.4. DESTINATARIOS:

Los destinatarios son:

- encargados de la elaboración de modelos numéricos,
- sismólogos locales/nacionales y expertos/científicos del campo de los tsunamis,
- oceanógrafos,
- ingenieros civiles, mecánicos e hidráulicos,
- matemáticos,
- expertos en el Sistema de Información Geográfica.

Otros posibles participantes:

- encargados de la gestión de emergencias a nivel local,
- personal de las autoridades locales,
- personal encargado de la mitigación de desastres.

1.5. REQUISITOS

Los participantes a los que va dirigido el programa deben tener un ordenador con 2GB de memoria (RAM) como mínimo, algunos modelos numéricos pueden requerir más memoria RAM, espacio en el disco duro, y conocimientos o experiencia en:

- sismología,
- oceanografía,
- simulación numérica,
- Sistema de Información Geográfica (SIG).

1.6. METODOLOGÍA

El módulo incluirá lecturas, debates, ejercicios prácticos sobre simulación de hipótesis de tsunamis, generación de mapas de inundación y presentación de los resultados al grupo. A continuación, figura la duración y el tiempo asignado habituales o propuestos para cada actividad. Cuando no sea posible elaborar modelos, tendrá que haber debates de grupo para determinar el nivel de inundación. En la [fase 4](#) se proporciona información sobre la opción sin elaboración de modelos.

Actividad	Duración propuesta	
	Formación de formadores	Usuario final
Aprender nociones básicas en ciencias de tsunamis y modelos numéricos	1 día	2,5 días
Elaboración de modelos numéricos de tsunamis	1,5 días	3 días
Generación de mapas de inundación	1 día	4 días
Presentación de los resultados simulados al grupo	0,5 días	

Cuadro 3. Actividades y duración propuesta.

1.7. RESULTADOS ESPERADOS

Los organismos y los participantes serán capaces de elaborar sus propios mapas de inundación.

1.8. CONTENIDO DEL MÓDULO



Figura 3. Fases del módulo 1 – Elaboración de mapas de inundación

Fase 1: Adquirir la información necesaria

Determinar las hipótesis de terremoto más verosímiles, más pesimistas o completamente realistas y crear un modelo digital de elevación de alta resolución que resulte suficiente para realizar mapas de inundaciones requiere bastante tiempo y esfuerzo. Por tanto, es importante tener en cuenta que hay que establecer estos dos elementos mucho antes de poder elaborar un modelo numérico.

Se recomienda encarecidamente que las autoridades regionales y locales, en colaboración con las autoridades nacionales, hayan realizado una investigación e identificado el terremoto más verosímil y realista, u otra(s) fuente(s) que se utilizará(n). Se recomienda incluir a expertos internacionales en los debates o el comité. Las jurisdicciones regionales y locales pueden proporcionar su propio modelo basado en sus propios criterios y conocimientos si no hay recomendación a nivel nacional. Sin embargo, debe hacerse todo lo posible por consultar a expertos nacionales e internacionales. En áreas en las que no haya modelo de falla, éste debe elegirse en base a la investigación sobre tsunamis anteriores.

El comité tiene que elaborar una lista completa de zonas de subducción activas, sismo-tsunamis y otras zonas tsunamigénicas alrededor de la cuenca en la que el tsunami generado podría afectar a la zona costera de interés. Los mejores ejemplos de tsunamis generados por terremotos que afectaron tanto a la zona local como a toda la cuenca son: el de Chile, en 1960, el de Alaska, en 1964, el de Sumatra, en 2004, el de Chile, en 2010, y el de Tohoku, en 2011. Para obtener más datos sobre terremotos, en la página web del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) hay mapas de actividad sísmica (earthquake.usgs.gov). Debería consultarse a los científicos sísmicos locales para determinar las hipótesis con la máxima verosimilitud o las peores hipótesis verosímiles, y utilizarlas en la elaboración de modelos de inundación. No es del todo correcto que a mayor magnitud del terremoto, mayor tsunami. Los terremotos lentos también pueden generar grandes tsunamis en comparación con su magnitud, por lo que deberían incluirse en la lista. Los terremotos de menor magnitud nunca deben subestimarse, en particular los de fuentes cercanas o locales, ya que pueden afectar a las zonas costeras cercanas. Estos terremotos lentos y cercanos son fuentes que deberían tenerse en cuenta e incluirse al realizarse simulaciones numéricas ([IOC/TOWS-WG-IX/3 REV.](#), 2016).

Con el fin de respaldar los esfuerzos regionales, la COI ha organizado talleres de expertos destinados a analizar y definir las hipótesis con la máxima verosimilitud y/o las peores hipótesis verosímiles respecto a los terremotos para la elaboración de modelos de inundación en caso de tsunami que permitan planificar la evacuación. Hasta la fecha se han celebrado talleres para Haití ([COI, 2013](#)), el Mar de China Meridional ([COI, 2015](#)), República Dominicana ([COI, 2016](#)), América Central (Caribe y Pacífico, [COI, 2016b](#)), la Fosa de Tonga-Kermadec ([COI, 2019](#)) y la Fosa de las Antillas menores ([COI, 2019b](#)).

El instrumento de evaluación costera de tsunamis ([TsuCAT](#), NOAA, ITIC v.4 2019) es una herramienta útil para determinar las peores hipótesis. TsuCAT ofrece acceso a las bases de datos de resultados de elaboración de modelos de tsunami del océano Pacífico, el Caribe y el océano Índico del catálogo de fuentes precalculadas de la NOAA (Base de datos de propagación, [Gica, et al., 2008](#)), y para el Pacífico y el Caribe el modelo RIFT ([IOC/2013/TS/105 Rev.3](#)) para ayudar a los países en sus evaluaciones del peligro de tsunami, simulaciones de tsunami y planificación de la

respuesta en caso de tsunami, y la toma de decisiones en materia de alertas. Se han incluido las simulaciones de fuentes históricas de tsunamis de los Centros Nacionales de Información Ambiental de la NOAA ([NCEI](#)) y el archivo de terremotos del Servicio Geológico de los Estados Unidos, así como las fuentes encontradas en los talleres de expertos de la COI sobre las fuentes de los tsunamis.

Las características de las olas de un tsunami son muy sensibles a las características batimétricas; por tanto, es muy importante obtener datos batimétricos y topográficos de alta calidad y alta resolución (modelo digital de elevación) antes de realizar las simulaciones de tsunami. Se recomienda una resolución de la cuadrícula de al menos 3 segundos de arco (90 m) o más fina para elaborar mapas precisos de peligro de inundación. Una resolución de la cuadrícula de 1/3 segundos de arco (10 m) es preferible, en particular para puertos. Hay que tener en cuenta que una resolución de la cuadrícula de un grosor superior a 3 segundos de arco (90 m) producirá resultados imprecisos, ya que las características costeras pueden no haberse determinado adecuadamente. Una resolución de la cuadrícula más gruesa tendrá menos puntos por longitud de ola de tsunami y no determinará adecuadamente las olas más cercanas a la costa de menor longitud, y podría pasar por alto la mayor/menor amplitud de olas del tsunami.

Una medición por LIDAR que abarque las porciones tanto subaéreas como submarinas de la zona de estudio es lo ideal en cuanto a requisitos de datos para una evaluación del peligro, y una medición de haces múltiples es el mínimo indispensable al respecto. Si en la zona de estudio hay arrecifes coralinos y albuferas, los datos de la medición de haces múltiples tendrían que ampliarse por LIDAR o fotografías aéreas.

Se deberán utilizar todos los datos batimétricos y topográficos disponibles para el modelo digital de elevación. Los NCEI de la NOAA, que cumplen la función de servicio mundial de datos del ICSU sobre geofísica (WDS-G), y el Centro de Datos de la OHI para Batimetría Digital (DCDB) (<https://www.ngdc.noaa.gov/ihof/>), son un recurso internacional para el desarrollo del modelo digital de elevación en las costas. Así pues, ponen a disposición gratuitamente una gran variedad de modelos digitales de elevación en línea, de una escala mundial a comunitaria, y son un portal de acceso a modelos digitales de elevación elaborados por otros organismos estadounidenses e internacionales.

El WDS-G incluye batimetría y relieve mundial (<https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/bathymetry/relief.html>) y peligros naturales (base de datos de tsunamis, <https://www.ngdc.noaa.gov/hazard/>). El DCDB comprende resultados de sondeos oceánicos obtenidos por buques hidrográficos, oceanográficos y de otro tipo durante estudios o al estar de paso. Los datos están disponibles públicamente y se emplean para la elaboración de mapas y cuadrículas batimétricos mejores y más completos, especialmente para respaldar el [programa de cartografía oceánica de la GEBCO](#).

Busquen modelos digitales de elevación disponibles para la región de interés y determinen si la resolución de la cuadrícula y la superficie cubierta son suficientes. Si fuera necesario una resolución de la cuadrícula más alta, la jurisdicción regional/local tiene que comprobar con las autoridades nacionales si hay datos disponibles. Si no, ello deberá ser un proyecto independiente que se complete antes de elaborar modelos de las inundaciones para generar un mapa de inundación.

Fase 2: Aprender nociones básicas en ciencias de tsunamis y elaboración de modelos numéricos

Los participantes aprenderán nociones básicas en ciencias de tsunamis a fin de comprender el proceso de generación de un tsunami, cómo se propaga en las profundidades oceánicas y por qué causa destrucción al llegar a la costa.

Se examinarán los antecedentes en el desarrollo de un modelo numérico de tsunami y se presentará una comparación con fenómenos históricos y experimentos de laboratorio. Es importante para mostrar la fiabilidad del modelo numérico y dar confianza en los resultados simulados.

Fase 3: Elaborar modelos de inundación

1. Elaboración de modelos numéricos

La simulación de tsunamis se llevará a cabo utilizando un modelo numérico. El procedimiento general para realizar simulaciones numéricas de tsunamis con cualquier código consiste en definir en primer lugar los parámetros de la fuente sísmica, es decir, el epicentro, la profundidad focal, la longitud de la falla, la anchura de la falla, el buzamiento, la inclinación, la dirección, el ángulo y el deslizamiento. Los parámetros de la fuente sísmica se aplican posteriormente a un modelo de fuente de deformación para definir la forma del desplazamiento vertical de la tierra. El método más común para determinar que se genera un tsunami es observar si el desplazamiento de la superficie del mar replica el desplazamiento vertical final del fondo del mar.

El código numérico toma el desplazamiento inicial de la superficie del mar y lo propaga por toda la cuenca oceánica profunda, y posteriormente a las zonas costeras de interés, donde se utiliza el modelo digital de elevación de alta resolución para simular la amplitud de la ola del tsunami, la inundación, la altura máxima y otras características de olas de tsunami en zonas menos profundas. Se recomienda realizar la simulación durante más de seis horas. Esto podría llevar mucho tiempo, en particular si no hay suficiente capacidad informática y en función del tipo de modelo numérico utilizado. Sin embargo, es necesario ya que las olas posteriores podrían ser de la misma magnitud, o de una magnitud superior, en comparación con las primeras olas, debido a la reflexión de las olas desde otras zonas costeras.

Los resultados simulados deberían revisarse para determinar una posible inestabilidad. Esto puede completarse generando una animación y buscando una amplitud de olas de tsunami altas inusualmente extrema u olas poco naturales que golpeen en un determinado lugar. Hay que solucionar esta inestabilidad ya que puede alterar las olas del tsunami simulado y producir resultados no realistas. El formato de archivo del modelo digital de elevación que se utilizará también dependerá del código numérico que se use. Lea el manual del modelo numérico específico sobre cómo solucionar este problema de inestabilidad y formato de modelo digital de elevación. En el [cuadro 4](#) se enumeran distintos códigos numéricos de tsunami que han cumplido los criterios de referencia del Subcomité de elaboración de mapas y modelos del Programa Nacional de mitigación del peligro de tsunami de los Estados Unidos ([NTHMP/MMS, 2017](#)).

El número total de simulaciones que se llevarán a cabo depende de la decisión de las autoridades regionales, locales o nacionales, estudiadas con expertos en sismos y tsunamis, determinada durante el debate sobre las fuentes tsunamigénicas. Un exhaustivo análisis del peligro de tsunami debería tener en cuenta también las regiones con fuentes distantes que suponen una amenaza para la región costera de interés.

2. Sin elaboración de modelos numéricos

Se recomienda encarecidamente elaborar modelos de inundación en caso de tsunami al generar el mapa de inundación, ya que ofrece orientaciones basadas en la ciencia. Sin embargo, si los recursos de elaboración de modelos no están todavía disponibles, se puede generar un mapa de inundación siguiendo determinadas directrices.

El suplemento del módulo 1, Directrices para establecer zonas de inundación por tsunami para la elaboración de mapas de evacuación y la planificación en regiones sin elaboración de modelos de tsunami (ITIC, NOAA de Estados Unidos, Nueva Zelandia, Filipinas, Japón, 2016), proporciona directrices e información sobre el proceso recomendado, y se resume a continuación.

Cuando no hay modelos hay que realizar un estudio minucioso y exhaustivo sobre los antecedentes de inundaciones. El estudio debería:

- consultar a expertos en sismología o tsunamis regionales, locales o nacionales,

- verificar si hay señales de fenómenos históricos disponibles,
- realizar una búsqueda en los archivos de periódicos regionales, locales o nacionales y boletines locales para ver la cobertura informativa de los tsunamis,
- realizar una búsqueda en el folklore o las historias locales, transmitido a través de las personas mayores, sobre ataques del océano a la costa,
- buscar en catálogos de tsunamis, como:
 - la base de datos histórica mundial de tsunamis del Centro Nacional de Información Ambiental/Sistema Mundial de Datos, disponible en: <https://www.ngdc.noaa.gov/hazard/>,
 - el Instituto de matemáticas computacionales y matemáticas geofísicas, División Siberiana de la Academia Rusa de Ciencias, Laboratorio sobre tsunamis, Novosibirsk (Rusia), disponible en <http://tsun.sccc.ru>.

Si hay datos históricos sobre tsunamis anteriores, se recomienda añadir zonas de amortiguamiento a los rastros de inundación máxima, y contabilizar también las marejadas ciclónicas y el nivel máximo de las mareas. Para una mayor seguridad, las [directrices y mejores prácticas del NTHMP de los Estados Unidos](#) recomienda añadir un tercio adicional del área que corresponde a la altura máxima histórica.

Al decidir la distancia (inundación) y la elevación (altura máxima) desde la costa, hay que tener presente que los tsunamis locales generarán normalmente mayores olas de tsunami en la costa que un tsunami distante. La comunidad puede decidir si habrá líneas separadas de inundación máxima para tsunamis locales y distantes, o si se utilizará una que cubra un mayor nivel de inundación o una mayor altura máxima para ambos casos.

Si no hay información de referencia, la elevación segura establecida por [las directrices y mejores prácticas del NTHMP de los Estados Unidos](#) es 10 metros o más. Para la tierra alejada de la costa, las directrices estadounidenses sugieren que a tres kilómetros (aproximadamente dos millas) tierra adentro, la mayoría de los tsunamis locales no son destructivos, mientras que en el caso de un tsunami distante la distancia es de más de 1,6 kilómetros (una milla). Sin embargo, como se documentó en el Japón en 2011, donde muchas alturas máximas fueron de 20 o 30 metros y hubo inundación más allá de cinco kilómetros tierra adentro, un tsunami local podría superar con creces los niveles recomendados y también podría variar de un lugar a otro.

Fase 4: Crear un mapa de inundación

Para cada caso simulado, se puede obtener de las simulaciones la distribución máxima de la amplitud de olas de tsunami. Se puede generar una combinación que defina el nivel máximo de inundación de todas las hipótesis verosímiles (máximo de máximo) que se transformará posteriormente en un mapa de inundación en caso de tsunami. Es necesario un debate sobre si hay que definir dos zonas para el mapa de inundación; una para la fuente cercana/local y otra para la fuente distante, o establecer una sola zona. El grado máximo final de inundación puede recuperarse en el SIG/QGis para crear el mapa de inundación.

Tras haber elaborado un proyecto de mapa de inundación, la validación debería llevarse a cabo con una revisión de expertos y una comprobación en el terreno que incluya conocimientos locales.

En el cuadro 5 se muestra la relación de la altura de la inundación por tsunami en relación con su daño potencial, lo que se puede utilizar como guía.

En el caso de Honduras, se utilizó ComMIT (Elaboración de modelos e interfaz comunitarias para tsunamis, [Titov et al., 2011, https://nctr.pmel.noaa.gov/ComMIT/](https://nctr.pmel.noaa.gov/ComMIT/)) para generar un mapa de inundación. Simulando distintas hipótesis de tsunami para una misma ubicación (siempre y cuando se utilice el mismo modelo digital de elevación), se puede crear un archivo compuesto de amplitud de ola máxima que muestre todos los grados de inundación. Los resultados combinados pueden utilizarse después para generar un mapa de inundación a fin de crear un mapa de evacuación. El producto final se exportó al SIG para producir un mapa de inundación con una apariencia más profesional.

En la [figura 4](#) se muestra una muestra de un mapa de inundación elaborado para Cedeño (Honduras).

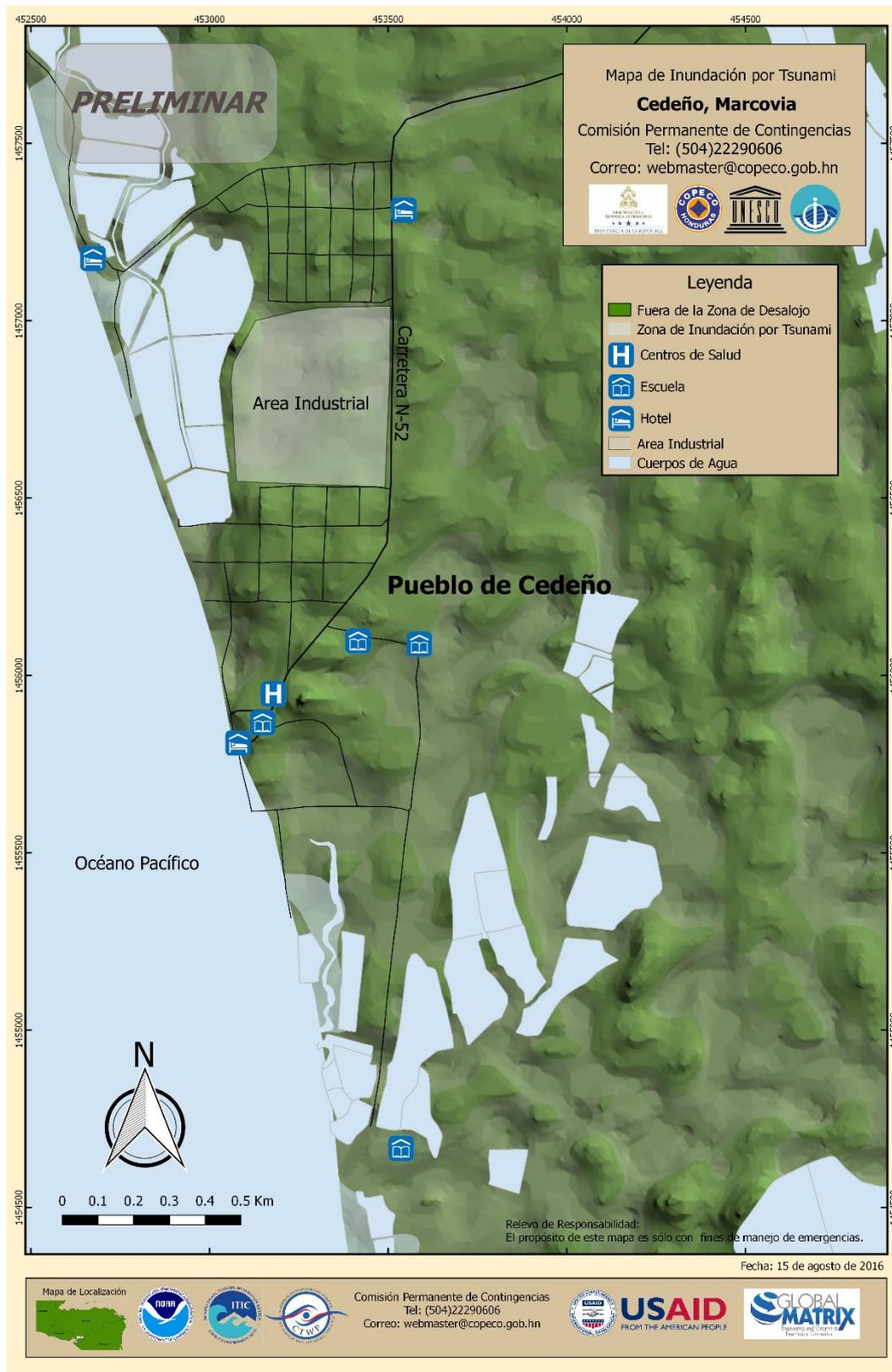


Figura 4. Mapa de inundación elaborado para Cedeño (Honduras)

#	Nombre del modelo	Fuentes utilizables		Niveles de referencia de NTHMP		Disponible para su descarga			Duración relativa		Física del modelo ⁴
		Sísmica	Desprendimiento de tierras (incluyendo los desprendimientos volcánicos, fallos de masa, submarinos, sobre el mar)	Propagación	Inundación	Documentación	Disponible en el sitio web	Interfaz de usuario	Horas-Días* Días** Mes***		
1	ALASKA GI'T	√	√	√	√	Limitada	√	√	*	SW	
2	BOSZ	√		√	√	Limitada			**	B	
3	COMCOT	√		√	√	Buena	√		**	SW	
4	FUNWAVE-TVD, v.10	√		√	√	Buena	√		**	B	
5	GeoClaw	√		√	√	Buena	√		**	B	
6	MOST (ComMIT)	√		√	√	Limitada		√	*	SW	
7	NEOWAVE	√		√	√	Buena			**	B	
8	SELFE	√		√	√	Buena	√		***	CFD	
9	TSUNAMI3D	√	√	√	√	Limitada			***	CFD	
10	TUNAMI/TUNAMI-N2	√		√	√	Buena			**	SW	

Cuadro 4. Lista de modelos numéricos de tsunami comparados por el NTHMP/MMS de los Estados Unidos de América.

⁴ **Física del modelo**

SW = Un modelo en dos dimensiones que utiliza ecuaciones lineales y no lineales de **aguas poco profundas** para la generación y la propagación de tsunamis y la altura máxima/retroceso del agua. El campo de presión es hidrostático, y la formulación ignora efectos viscosos, por lo que estos modelos no se recomiendan para tsunamis generados por desprendimientos de tierra. No hay velocidad vertical, y las velocidades horizontales del modelo se promedian con la profundidad. La disipación física del tsunami a menudo se imita a través de la disipación del modelo numérico. Los modelos que utilizan ecuaciones de olas con promedios de profundidad son una opción práctica para las simulaciones de propagación de tsunamis e inundación, pero no pueden abarcar adecuadamente todos los problemas de interacción de la estructura de la ola cerca de la costa.

B = Un modelo en dos dimensiones que utiliza aproximaciones de **tipo Boussinesq**, para parametrizar las características de las olas verticales, permitiendo velocidades horizontales no uniformes en el plano vertical. Un modelo no hidrostático con un enfoque multicapa, en el que el hecho de utilizar más capas aumenta la precisión del modelo, pero también el tiempo y la complejidad de cálculo. Incluye la disipación y puede simular mejor olas de tsunami cerca de la fuente sísmica y el litoral y en el interior de los puertos, así como interacciones de la estructura de la ola.

CDF = Un modelo en tres dimensiones de **dinámica de fluidos computacional** que utiliza ecuaciones Navier-Stokes no lineales o Euler, y que requiere bastante capacidad informática. En general, las dinámicas de fluidos computacionales se paralelizan para reducir la duración. El campo de presión es no hidrostático, se incluyen los efectos viscosos, y como el modelo es en tres dimensiones, el perfil de profundidad de la velocidad horizontal no se promedia. Los modelos totalmente no lineales de dinámica de fluidos computacional pueden simular olas rompiendo o rebasando. A menudo son necesarios para aplicaciones de ingeniería civil, como la fuerza de un tsunami y la erosión de la infraestructura local. Es el modelo más complejo: incluye la disipación y puede simular mejor las olas de un tsunami cerca del litoral y en el interior de los puertos, así como interacciones de la estructura de la ola.

Enlaces o contactos para cada modelo numérico:

- Alaska GI'-T: Instituto de Geofísica de Alaska, Dmitry Nicolsky (<mailto:djnicolsky@alaska.edu>)
- BOSZ: Volker Roeber, Universidad de Pau (volker@hawaii.edu)
- COMCOT (http://223.4.213.26/archive/tsunami/cornell/comcot_down.htm)
- FUNWAVE-TVD, v1.0 (<https://www1.udel.edu/kirby/programs/funwave/funwave.html>)
- GeoClaw (<https://depts.washington.edu/clawpack/geoclaw/>)
- MOST (<https://nctr.pmel.noaa.gov/model.html>)
- NEOWAVE: Universidad de Hawaii, Kwok Fai Cheung (cheung@hawaii.edu)
- SELFE (http://www.stccmop.org/knowledge_transfer/software/selfe)
- Tsunami3D (<http://www.tamug.edu/tsunami/Researcher.html>)
- TUNAMI/TUNAMI-N2: Universidad de Tohoku, Fumihiko Imamura, (imamura@irides.tohoku.ac.jp, <http://irides.tohoku.ac.jp/eng/organization/faculty/risk/imamura.html>)

Publicaciones de muestra:

- Alaska GI'-T: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00024-010-0231-9>
- BOSZ: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378383912001081>
- COMCOT: http://tsunami.ihs.ncu.edu.tw/tsunami/Forecasting_the_wrath_of_a_tsunami.htm
- FUNWAVE-TVD, v1.0: Wei, G. y Kirby, J. T. 1995. "A time-dependent numerical code for extended Boussinesq equations" *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, 120, 251-261, <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%290733-950X%281995%29121%3A5%28251%29>
- GeoClaw (<https://arxiv.org/abs/1410.2884>)
- MOST: Titov, T.V., C.E. Synolakis. 1997. "Extreme Inundation Flows During the Hokkaido-Nansei-Okai Tsunami". En *Geophysical Research Letters*, 24 (11), 1315-1318.
- NEOWAVE (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2014GL061232/full>)
- SELFE (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1463500307001436>)
- Tsunami3D (<https://link.springer.com/article/10.1007/s00024-014-0988-3>)
- TUNAMI/TUNAMI-N2 (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2014GL062577/full>)

Altura de inundación (metros)	Descripción de daños
1+	La mayoría de las personas atrapadas por el tsunami podrían perder la vida. Las personas pueden perder el equilibrio y los vehículos pueden comenzar a flotar en tan solo 30 cm de agua.
2+	Más de la mitad de las estructuras podrían quedar totalmente dañadas.
3+	La evacuación será difícil o imposible. Más de la mitad de las estructuras podrían quedar completamente dañadas o ser arrastradas.
5+	La segunda planta y parte de la tercera planta de los edificios quedarán sumergidas.
10+	La tercera planta y parte de la cuarta planta de los edificios quedarán sumergidas. Muchas estructuras podrían ser arrastradas.

Cuadro 5. Altura de la inundación con respecto al daño que podría causar

1.9. MATERIAL SUPLEMENTARIO Y DOCUMENTOS ESPECIALIZADOS

Los siguientes materiales y documentos sirven de orientaciones y herramientas identificadas para su uso o recién creadas para esta guía a través del curso de formación piloto TEMPP. Figuran como anexos de los documentos especializados suplementarios.

- Uso de ComMIT (modelo MOST) en la elaboración de modelos de inundación por tsunami para la elaboración de mapas de evacuación: resumen, manual, apéndices (requisitos resumidos, en español), herramienta.

ComMIT se utilizó en el curso de formación piloto TEMPP1 en la elaboración de modelos de inundación para apoyar la elaboración de mapas de evacuación. En el enlace del NOAA de los Estados Unidos de América <https://nctr.pmel.noaa.gov/ComMIT/> (consultado el 7 de noviembre de 2019) puede obtenerse información general sobre ComMIT.

- NOAA de los Estados Unidos de América, Instrumento de evaluación costera de tsunamis (TsuCAT) para la identificación de hipótesis, v4, NOAA de los Estados Unidos de América, ITIC, 2019, Resumen, Manual, herramienta. También es pertinente para los módulos [3](#) y [4](#).

El TsuCAT puede ser utilizado para identificar las peores hipótesis, y para elaborar hipótesis para simulaciones de tsunamis utilizando los productos mejorados del PTWC como emisor de mensajes para la toma de decisiones en materia de alertas de tsunami locales y nacionales (http://itic.ioc-unesco.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=2239&Itemid=2763).

1.10. REFERENCIAS Y EJEMPLOS

A continuación, figuran referencias y ejemplos relativos al resumen de este módulo y el suplemento.

American Nuclear Society (2012) *Fukushima Daiichi: ANS Committee Report* (http://fukushima.ans.org/report/Fukushima_report.pdf).

Bird, P. y Kagan, Y. Y., (2004) Plate-tectonic analysis of shallow seismicity: apparent boundary width, beta-value, corner magnitude, coupled lithosphere thickness, and coupling in seven tectonic settings. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 94, págs. 2380- 2399.

Bourgeois, J. et al., (1999). Geologic setting, field survey and modeling of the Chimbote, northern Peru tsunami of 21 February 1996. *Pure and Applied Geophysics*, 154, págs. 513–540.

Centro Internacional sobre la Gestión de Riesgos relacionados con el Agua (ICHARM) (2010) *Tsunami Hazard Mapping in Developing Countries: An effective way of raising awareness for tsunami disaster risk reduction*, Nota técnica del Instituto de Investigación de Obras Públicas N° 4184 (ISSN 0386-5878).

Centro Nacional de Información Ambiental, <https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/bathymetry/relief.html> (enlace consultado el 22 de marzo de 2019).

Eakins, B.W., y Taylor L.A., (2010) *Seamlessly integrating bathymetric and topographic data to support tsunami modeling and forecasting efforts, in Ocean Globe*, editado por J. Breman, ESRI Press, Redlands, págs. 37-56 (<https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/coastal/ESRIOceanGlobeChapter2.html> – enlace consultado el 28 de octubre de 2019).

Earthquake Engineering Research Institute (EERI). (2011). EERI Special Earthquake Report — Learning from Earthquakes: The March 11, 2011, Great East Japan (Tohoku) Earthquake and Tsunami: Societal Dimensions, *EERI Special Earthquakes Report – August 2011*, 23 págs.

Fox, R, y McDonald A., (1992) *Introduction to Fluid Mechanics*. John Wiley & Sons, Inc (ISBN:0-471-54852-9)

Fritz, H.M. et al., (2007). Extreme runup from the 17 July 2006 Java tsunami, *Geophys. Res. Letts.*, 34, (12), L12602, 5 págs., 2007.

Geist, E.L. et al., (2007). Implications of the 26 December 2004 Sumatra Andaman Earthquake on tsunami forecast and assessment models for great subduction-zone earthquakes. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 97(1A) (doi: 10.1785/0120050619, S249-S270).

Gica, et al., (2008). *Development of the Forecast Propagation Database for NOAA's Short-Term Inundation Forecast for Tsunamis (SIFT)*. USA, NOAA, Pacific Marine Environmental Laboratory, NOAA technical memorandum OAR PMEL; 139 (<https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/11079>)

Hill, E.M. et al., (2012) The 2010 Mw = 7. 8 Mentawai earthquake: Very shallow source of a rare tsunami earthquake determined from tsunami field survey and near-field GPS data, *Journal of Geophysical Research*, 117, B009159, 21 págs. (<https://doi.org/10.1029/2012JB009159>).

Jankaew, K., Atwater, B. F., Sawai, Y., Choowong, M., Charoentitirat, T., Martin, M. E. y Prendergast, A., (2008). Medieval forewarning of the 2004 Indian Ocean tsunami in Thailand, *Nature*, 455, 1228-31 y apéndices, 21 págs.

Johnson, R. S., (1997) *A Modern Introduction to the Mathematical Theory of Water Waves*. Cambridge University Press; Cambridge Texts in Applied Mathematics (ISBN-13: 978-0521598323).

Kanamori, H., (1972) Mechanism of tsunami earthquakes. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, Volume 6, Issue 5, págs. 346-359.

Liu, P., (2000) *Tsunami: Understanding the Giant Wave*, Cornell University (disco compacto).

Lynett, P.J., et al., (2017) Inter-model analysis of tsunami-induced coastal currents, *Ocean Modelling*. Elsevier, 114, págs. 14-32.

NOAA. Benchmark Methods for Tsunami Model Validation and Verification (website) <https://nctr.pmel.noaa.gov/benchmark/> (enlace consultado el 22 de marzo de 2019).

Port and Airport Research Institute (PARI), (2009) *Outline of Guideline for Development and Utilization of Tsunami Disaster Management Map*. Japón.

Oficina del Gabinete del Japón, (2004) *Tsunami and Storm Surge Hazard Map Manual*. Japón, edición en inglés.

Satake, K. et al., (1993) Tsunami Field survey of the 1992 Nicaragua earthquake. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 74 (13), págs. 145-157.

Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), <http://earthquake.usgs.gov> (enlace visitado el 22 de marzo de 2019).

Spahn, H. et al., (2010) *Planning for Tsunami Evacuations, A Guidebook for Local Authorities and other Stakeholders in Indonesian Communities*, GTZ IS-GITEWS, 88 págs.

Solov'ev, S.L. y Go Ch.N., (1984) *Catalogue of tsunamis on the Western Shore of the Pacific Ocean*. Sidney, B.C.: Departamento de Pesca y Océanos. Traducción canadiense de ciencias pesqueras y acuáticas; n° 5077.

Synolakis, C.E. et al., (2007) *Standards, criteria, and procedures for NOAA evaluation of tsunami numerical models*. NOAA/Laboratorio Ambiental Marino del Pacífico, Seattle, 55 págs., Memorando técnico de la NOAA, OAR PMEL-135 (https://nctr.pmel.noaa.gov/benchmark/SP_3053.pdf).

Tanaka, S, e Istiyanto, D., (2010) *Tsunami Hazard Mapping in Developing Countries: An Effective Way of Raising Awareness for Tsunami Disaster Risk Reduction*, ICHARM Publicación n° 21, 40 págs.

Titov, V.V. et al., (2011) A New Tool for Inundation Modeling: Community Modeling Interface for Tsunamis (ComMIT). *Pure and Applied Geophysics*, 168(11), págs. 2121–2131 (doi: 10.1007/s00024-011-0292-4).

Tsuji, Y. et al., (1995) Field survey of the East Java earthquake and tsunami of June 3, 1994. *Pure and Applied Geophysics*, 144, págs. 839-854.

UNESCO, (1997) *IUGG/IOC TIME Project: Numerical Method of Tsunami Simulation with Leap-Frog Scheme*. UNESCO, París, Manuales y guías 35 (SC-97/WS-37).

UNESCO/COI, (2013) *Earthquake and tsunami hazard in Northern Haiti: Historical events and potential sources (Meeting of experts)*. París, UNESCO, 29 págs. (IOC/2013/WR/255) (<http://www.ioc->

[tsunami.org/index.php?option=com_oe&task=viewEventRecord&eventID=1348](http://www.ioc-tsunami.org/index.php?option=com_oe&task=viewEventRecord&eventID=1348) – enlace consultado el 28 de octubre de 2019).

UNESCO/COI, (2016) *Novena reunión del Grupo de Trabajo sobre sistemas de alerta contra tsunamis y otros peligros relacionados con el nivel del mar y atenuación de sus efectos*, UNESCO, París, 25-26 de febrero de 2016. UNESCO, París (IOC/TOWS-WG-IX/3 Rev).

UNESCO/IOC, (2016b) *Sources of tsunamis in the Caribbean with possibility to impact the southern coast of the Dominican Republic, Santo Domingo, Dominican Republic, 6–7 May 2016*. Paris, UNESCO, pp.36. English and Spanish. (WR-276) (http://www.ioc-tsunami.org/index.php?option=com_oe&task=viewEventRecord&eventID=1842 (Accessed 28 October 2019)).

UNESCO/IOC, (2018) *Scientific meeting of experts for coordinated scenario analysis of future tsunami events and hazard mitigation schemes for the South China Sea region, Xiamen, China, 16–18 November 2015*. Paris, UNESCO, 2018, 33 pp (WR-275). (http://www.ioc-tsunami.org/index.php?option=com_oe&task=viewEventRecord&eventID=1707 (Accessed 28 October 2019)).

UNESCO/IOC, (2018b) *Tsunami Hazard in Central America: Historical Events and Potential Sources. San José, Costa Rica, 23–24 June 2016. Paris, UNESCO, 2018. (WR-278)*. (http://www.ioc-tsunami.org/index.php?option=com_oe&task=viewEventRecord&eventID=1840 (Accessed 28 October 2019)).

UNESCO/IOC, (2019) (planned). *Tsunami sources, hazards, risk and uncertainties associated with the Lesser Antilles Subduction Zone, Bridgetown, Barbados, 18-20 March 2019*. (Meeting web site: http://www.ioc-tsunami.org/index.php?option=com_oe&task=viewEventRecord&eventID=2395 (Accessed 28 October 2019)).

UNESCO/IOC, (2019b) (planned). *Tsunami sources, hazards, risk and uncertainties associated with the Tonga-Kermadec Subduction Zone, Wellington, New Zealand, 29 October – 2 November 2018*. (Meeting web site: http://www.ioc-tsunami.org/index.php?option=com_oe&task=viewEventRecord&eventID=2338 (Accessed 28 October 2019)).

United States Geological Survey (USGS), <http://earthquake.usgs.gov> (Accessed 22 March 2019).

US NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI), Coastal Digital Elevation (DEM) Fact Sheet. (https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/coastal/factsheet/DEM_fact_sheet.pdf (Accessed 28 October 2019)).

US National Tsunami Hazard Mitigation Program (NTHMP), (2016) NTHMP Mapping & Modeling Subcommittee (MMS) Benchmarking Criteria (<https://nws.weather.gov/nthmp/documents/MMSBenchmarkingCriteria.pdf> – enlace consultado el 22 de marzo de 2019).

US National Tsunami Hazard Mitigation Program (NTHMP). (2017) NTHMP Benchmarked Tsunami Models (<https://nws.weather.gov/nthmp/documents/TsunamiModelSummary.pdf> – enlace consultado el 22 de marzo de 2019).

US National Tsunami Hazard Mitigation Program. *Tsunami Modeling and Mapping: Guidelines and Best Practices, Part I: Tsunami Inundation Modeling; Part II: Tsunami Inundation Maps; Part III: Tsunami*

Inundation Determination for Non-Modeled Regions; Part IV: Tsunami Evacuation Maps; Checklist for Tsunami Modeling and Mapping Reports and/or Metadata, (2011, rev. 2016) (<https://nws.weather.gov/nthmp/publications.html> – enlace consultado el 22 de marzo de 2019).

US NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI), Coastal Digital Elevation (DEM) Fact Sheet (https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/coastal/factsheet/DEM_fact_sheet.pdf – enlace consultado el 28 de octubre de 2019).

Wu, Theodore Y., (1981) Long Waves in Ocean and Coastal Waters. *Journal of Engineering Mechanics*, 107 (EM3), págs. 501-522 (ISSN 0733-9399).

MÓDULO 2: ELABORACIÓN DE MAPAS DE EVACUACIÓN EN CASO DE TSUNAMI

2.1 INTRODUCCIÓN

En la cadena de alerta de tsunamis de principio a fin, una vez que se conoce la predicción de un tsunami y se emite una alerta, las comunidades deben saber qué hacer y adónde ir cuando un tsunami es inminente. En cuanto al "qué hacer", hay que evacuar a la población a un lugar más seguro, y con respecto al "adónde ir", se utiliza un mapa de evacuación en caso de tsunami. El mapa de inundación en caso de tsunami se utiliza como base para elaborar el mapa de evacuación en caso de tsunami. Los organismos de gestión de emergencias elaboran los mapas de evacuación, que incluyen zonas de evacuación, rutas de evacuación, zonas de reunión y señalización, con la participación de la comunidad.

2.2 CONTENIDO

Fase 1: Adquirir la información necesaria (mapa o plan de la comunidad de inundación en caso de tsunami y tiempo de arribo).

Fase 2: Determinar la zona de evacuación.

Fase 3: Determinar los lugares o zonas de reunión para la evacuación, y las rutas.

Fase 4: Hacer participar a la comunidad para conocer su opinión.

Fase 5: Finalizar el mapa de evacuación en caso de tsunami y la señalización.

Fase 6: Obtener la aprobación oficial.

2.3 OBJETIVOS

Los participantes:

- (1) Aprenderán cómo utilizar un mapa de inundación por tsunami para crear un mapa de evacuación.
- (2) Aprenderán qué información hay que incluir en un mapa de evacuación en caso de tsunami.
- (3) Comprenderán y utilizarán mejores prácticas para determinar las zonas de evacuación, los lugares o zonas de reunión, las rutas y la señalización.
- (4) Comprenderán cómo colaborar con la comunidad local para elaborar un mapa de evacuación en caso de tsunami y procedimientos de respuesta con los que se identifique la comunidad, y mejorarán la sensibilización sobre los tsunamis.

2.4 DESTINATARIOS

Los destinatarios son:

- encargados de la gestión de emergencias a nivel local,
- expertos en cartografía del Sistema de Información Geográfica,
- encargados de la elaboración de mapas de inundación en caso de tsunami,
- representantes comunitarios (de escuelas, hoteles, el sector turístico, etc.).

Otros posibles participantes:

- personal de las autoridades locales,

- personal de los equipos de respuesta inicial de los servicios de emergencia,
- personal encargado de la mitigación de desastres.

2.5 REQUISITOS

- Mapa de inundación en caso de tsunamis (indica el nivel de inundación) - producto final del módulo 1.
- Tiempo de arribo de la ola del tsunami (indica el tiempo de que se dispone para la evacuación) - producto final del módulo 1.
- Capas de datos geoespaciales.
- Software del Sistema de Información Geográfica, como el QGIS o el ArcGIS (recomendado).

2.6 METODOLOGÍA

Se utilizará una combinación de presentaciones, plenarias, debates de grupo y visitas a lugares además de trabajar con ejemplos y un mínimo de actividades prácticas. El tiempo total que hay que dedicar a la formación es de 16 horas, pausas incluidas.

2.7 RESULTADO ESPERADO

Al finalizar este módulo, los participantes sabrán cómo elaborar un mapa comunitario de evacuación en caso de tsunamis y señalización para tsunamis y su colocación, con la aprobación de funcionarios locales.

2.8 CONTENIDO DEL MÓDULO



Figura 5. Fases del módulo 2 – Elaboración de mapas de evacuación

Aspectos importantes:

Los mapas de evacuación deberían ser sencillos y fáciles de interpretar, y deberían incluir únicamente información esencial. Esta información comprende:

- zona de evacuación: zonas en peligro de inundación en caso de tsunamis;
- lugares de evacuación o zonas de reunión: ubicación de los lugares o zonas de reunión designados, y estructuras verticales de evacuación, donde deben ir las personas en caso de inundación inminente por tsunamis;
- rutas de evacuación recomendadas que las personas pueden seguir para ir al lugar seguro. Estas se indican normalmente con flechas, o con otra información significativa, como marcas locales o niveles anteriores de la altura máxima, que identifican la ubicación.

Entre las principales decisiones que tienen que tomar los encargados de la respuesta de emergencia y la planificación de la evacuación en caso de tsunamis figuran:

- decidir si debe haber una o más zonas de evacuación. El uso de una zona de evacuación única en caso de tsunami presenta la ventaja de la simplicidad de la planificación y la sensibilización y la comprensión de la población. Sin embargo, debido a que una zona de evacuación única debe acomodar una amplia gama de hipótesis de riesgo que pueden existir, puede llevar a una evacuación excesiva de toda la zona en caso de fenómenos más regulares de pequeña escala;
- decidir si el mapa de evacuación incluye hipótesis de tsunamis distantes, regionales, locales o todos los tsunamis. Los tsunamis locales causarían una inundación extrema en la zona más cercana, pero si son muy poco frecuentes, puede haber evacuación excesiva.

El tiempo que hay antes de que llegue la primera ola del tsunami, y el tiempo necesario para llevar a cabo una evacuación, constituirán la base de planificación de las rutas de evacuación, la identificación de lugares de reunión apropiados o el uso de evacuación vertical, si no hay tiempo para una evacuación tierra adentro (por ejemplo, una evacuación escaleras arriba en edificios o estructuras).

- Si es posible, la evacuación debería realizarse a pie. En términos realistas, sin embargo, las personas tomarán sus vehículos instintivamente durante una evacuación. Pueden permitirse algunos modos de evacuación si hay tiempo (como en caso de tsunami distante). Los encargados de la planificación deberían considerar esto al decidir las instrucciones y directrices de evacuación.
- Para facilitar la elaboración de mapas de evacuación a partir de mapas de inundación utilizando criterios de evacuación, a menudo es deseable organizar y formar un equipo de tareas de elaboración de mapas de evacuación en caso de tsunami. Como norma general, debería implicarse a las comunidades desde el principio y a menudo en el desarrollo de mapas de evacuación, ofreciendo la oportunidad de que la comunidad lidere los planes de evacuación locales. Serán necesarias varias reuniones con la comunidad para que realicen aportaciones y acepten los planes.

El Comité debería considerar incluir:

- la jurisdicción provincial, estatal y local, con el apoyo del gobierno nacional, provincial y local;
- científicos (nacionales, provinciales, servicio geológico local o equivalente, universidades, etc.);
- otras partes interesadas gubernamentales y de ONG, incluidos representantes comunitarios.

Por último, las herramientas de software del SIG son normalmente muy útiles para la elaboración de mapas. En los últimos años, los investigadores y planificadores de gestión de emergencias han empleado las herramientas del SIG para evaluar cuantitativamente la factibilidad y viabilidad de las distintas hipótesis de evacuación, incluso cuando puedan necesitarse estructuras verticales de evacuación ([Wood et al., 2007](#); [Wood y Schmittlein, 2013 a, b](#); [Wood et al., 2017](#)).

INSTRUCCIONES POR FASES

Fase 1. Adquirir la información necesaria

- Mapa de inundación en caso de tsunami y mapa de tiempo de arribo de tsunami. El conjunto de datos sobre la inundación debería incluir el nivel previsto de inundación (horizontal) del peor escenario y del escenario verosímil de tsunami. La zona de inundación es la zona mínima de evacuación. El conjunto de datos sobre el tiempo de arribo debería incluir el tiempo de arribo del tsunami de fuentes potenciales a la costa. Estos mapas son productos del módulo de formación sobre elaboración de mapas de inundación.
- Mapa detallado de la comunidad. El conjunto de datos de la comunidad debería incluir información geoespacial sobre el entorno natural y el construido, así como datos demográficos. Es especialmente importante calcular la población vulnerable, y saber dónde se encuentra, para ser evacuada, e información actualizada sobre sistemas de carreteras, infraestructuras y servicios vitales, y vivienda. Debería ser posible conectar un mapa detallado de la comunidad con el mapa de inundación en caso de tsunami.

Fase 2. Determinar la zona de evacuación (zona peligrosa) de acuerdo con el mapa de inundación

En caso de tsunami debe evacuarse a las personas de la zona de evacuación designada al sitio de evacuación o la zona de reunión. Como el objetivo principal es salvar vidas, el sitio o zona de reunión deberían ser lugares que probablemente no se verán afectados, basándose en el mapa de inundación en caso de tsunami.

Entre los factores de seguridad que hay que tener en cuenta al trazar la línea de la zona de evacuación figuran:

- la proximidad y la ubicación de terreno elevado (colinas, acantilados, refugios verticales contruidos por el hombre, como bermas, edificios altos, etc.);
- zona de seguridad para posibles incertidumbres en el mapa de inundación;
- el conocimiento de las zonas de inundación, los tipos de carreteras y las ubicaciones;
- la disponibilidad de ubicaciones de referencia identificables para facilitar la planificación de las rutas de evacuación;
- lugares con material peligroso y otros posibles peligros (puertas aseguradas o vallas altas, almacenes de madera o puertos con posibles escombros flotantes, etc.) que podrían causar problemas para la evacuación;
- lugares con población con necesidades especiales en zonas de evacuación (como hospitales, residencias de ancianos, escuelas, guarderías, personas que no hablan inglés, residentes temporales, etc.).

Fase 3. Determinar los lugares (o zonas) de reunión y las rutas de evacuación

El mapa de evacuación en caso de tsunami debería poder mostrar opcionalmente los lugares de reunión y las mejores rutas (las más seguras, las más cortas, las más rápidas) para evacuar a la población. También puede indicarse la ubicación de las zonas de evacuación vertical. Estos lugares se utilizan cuando no hay tiempo suficiente para salir de la zona de evacuación. También debe identificarse y situarse la señalización de tsunami adecuada para facilitar la evacuación.

Hay que decidir los criterios para determinar los lugares de reunión y la ruta de evacuación. A continuación, figuran posibles criterios para la elección del lugar:

- el lugar está fuera de la zona de evacuación determinada en caso de tsunami;
- el lugar puede alcanzarse a pie a la mayor rapidez. La facilidad de salida a pie es la principal prioridad, también para la población con necesidades especiales;
- el área total del lugar puede acoger a la cantidad prevista de personas (o un determinado porcentaje de la población de la comunidad si se eligen varios lugares);
- el lugar es fácilmente identificable para los residentes, por ejemplo, una colina destacada, una escuela, un parque abierto, por ejemplo;
- las rutas de evacuación deberían evitar las zonas que puedan sufrir daños a causa de fuertes terremotos, como puentes o edificios derruidos, tendido eléctrico caído y zonas con desprendimientos de tierras, que pueden bloquear carreteras y provocar condiciones peligrosas;
- la ruta y el lugar pueden ser practicables para la población con necesidades especiales (parte del sector público que quiere abandonar la zona de evacuación pero que no puede).

A continuación, figuran algunas características que constituyen una ruta de evacuación ideal:

- calles anchas. Deberían evitarse las rutas estrechas y muy transitadas en zonas con alta densidad de población para prevenir los embotellamientos;
- si es posible, evitar los puentes;
- alejarse de las zonas propensas a sufrir desprendimientos de tierras y licuefacción;
- número limitado de tendido eléctrico elevado y peligros similares.

Al diseñar el mapa, es mejor andar por carreteras a la zona o los lugares de evacuación segura para determinar cuáles son los peligros y comprobar las condiciones del suelo, que pueden no estar claras en los mapas.

Fase 4. Hacer participar a la comunidad para conocer su opinión

Debería organizarse al menos una reunión con la comunidad y sus líderes para obtener su contribución. Hay que invitar a todas las partes interesadas que tienen una respuesta, que pueden coordinar, o que tienen necesidades especiales (por ejemplo, hospitales o escuelas). Pueden representar al gobierno local, el sector del transporte, de respuesta, las ONG o el sector privado.

Colaborar y explicar los resultados de la elaboración de mapas de inundación y esbozar la zona de evacuación, las áreas de evacuación, los lugares de reunión, los refugios, las rutas de evacuación y la señalización. Es necesaria la contribución de la comunidad para finalizar el trazado de las líneas, las zonas y rutas de evacuación y la señalización.

Puede ser necesario realizar visitas sobre el terreno para verificar las condiciones topográficas y el entorno construido. Las rutas de evacuación deberían ser recorridas a pie por la comunidad para confirmar la facilidad y la duración de salida sin problemas.

Paso 5. Finalizar el mapa de evacuación y la señalización en caso de tsunami

Finalizar el mapa de evacuación.

Finalizar el mapa aprovechando las contribuciones de la comunidad durante el taller. El mapa debería ser aprobado por la autoridad política competente (local, provincial o nacional).

Los componentes del mapa deben ser los mismos para todo el país. Entre los componentes se incluyen:

- los colores (zonas, calles, rutas, señalización, símbolos, topografía si viene indicada),
- la leyenda,
- la inclusión de alerta de tsunami e información de seguridad (sensibilización),
- la inclusión de información de evacuación (instrucciones, directrices).

El mapa debería venir acompañado de procedimientos sencillos para la población, como cuándo proceder a la evacuación (temblor de tierra, sirenas, etc.), cómo proceder a la evacuación (andando, en vehículos), hacia dónde realizar la evacuación (tierra adentro, terreno elevado, evacuación vertical), y hasta cuándo (mensaje de fin de alerta). Estas instrucciones deberían elaborarse y mostrarse junto con el mapa y deberían ser aprobadas por la comunidad.

El módulo 3 abarca el material de sensibilización independiente sobre tsunamis (incluida la alerta contra tsunamis y la información sobre la seguridad, y la información sobre la evacuación) que hay que crear para informar a la población sobre qué es un tsunami, cómo reconocer un tsunami potencialmente peligroso, y qué hacer. Deben saber cómo preparar a su familia y cuándo, cómo y adónde realizar la evacuación de manera segura.

Finalizar la señalización sobre tsunamis

Finalizar los tipos de señalización que se utilizarán, y los lugares donde instalarla.

La señalización es un elemento integral de la gestión práctica del riesgo de tsunami. La señalización que describe las zonas y las rutas de evacuación sirve de sensibilización de la población sobre el riesgo de tsunami local y proporciona información para mejorar la eficiencia y la eficacia de una evacuación. La señalización debe ser la misma en todo el país; hay señalización ISO de tsunami (de salubridad del agua). La buena colocación de la señalización de evacuación es con frecuencia un factor vital para que la evacuación salga bien en un caso real.

Tipos de señalización (*máxima prioridad):

- Tablón informativo. Ejemplos de contenido:
 - Mapa de evacuación, instrucciones y directrices
 - Características del tsunami
 - Proceso de alerta de tsunami
 - Tsunamis anteriores, historia local e imágenes.
- Zona de evacuación (zona de peligro) *
- Ruta de evacuación *

- Lugar de evacuación (área de reunión, edificio de evacuación vertical) *
- Tsunamis anteriores, indicador de altura de la ola.

La señalización tendrá que cumplir las normas nacionales de señales de tráfico (tamaño, forma, color, fuente, etc.) cuando se colocan junto a carreteras o autopistas.

Fase 6. Obtener la aprobación oficial

Los mapas de evacuación son productos de seguridad pública que deberían ser aprobados por las autoridades locales competentes. El tipo de señalización y dónde se coloca debería también ser aprobado por la autoridad competente.

2.9 MATERIAL COMPLEMENTARIO Y DOCUMENTOS ESPECIALIZADOS

Los siguientes materiales y documentos sirven de orientaciones y herramientas identificadas para su uso o recién creadas para esta guía a través del curso de formación piloto TEMPP. Figuran como anexos de los documentos especializados suplementarios.

- Cómo crear mapas de evacuación a partir de mapas de inundación - de ComMIT a QGIS, (manual, tutorial). *Este manual describe la exportación de los resultados de ComMIT al software libre QGIS para crear digitalmente mapas de evacuación en caso de tsunami utilizando formatos estándar, paletas de colores y simbología.*
- Lista de verificación de vigilancia de ciudades en caso de tsunami (ejemplo). *Este ejemplo proporciona una plantilla para la verificación en el terreno de los mapas de evacuación en caso de tsunami mediante la participación de la comunidad y el recorrido a pie de las rutas de evacuación en caso de tsunami.*

2.10 REFERENCIAS Y EJEMPLOS

A continuación, figuran referencias y ejemplos que abarcan el resumen de este módulo y el suplemento de los módulos del programa.

Agencia Federal para el Manejo de Emergencias de los Estados Unidos de América (FEMA) y NOAA. Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis Third Edition, FEMA P646 (2019). *Esta edición actualiza la P646 de la FEMA (2012) para incluir las disposiciones de diseño resistente a tsunamis de la ASCE 7-16 (2016), e incluye el contenido de la FEMA P646A (Evacuación vertical en caso de tsunami: una guía para funcionarios de la comunidad, 2009) (<https://www.atcouncil.org/docman/fema/261-fema-p-646-third-edition/file> – enlace consultado el 23 de septiembre de 2019).*

ASEAN-Japan Transport Partnership. 2008. *Guideline for Development and Utilization of Tsunami Disaster Management Map: For ASEAN and Indian Ocean tsunami affected countries*, versión 1.0, 63 págs.

Centro Internacional sobre la Gestión de Riesgos y Peligros relacionados con el Agua. 2010. *Tsunami Hazard Mapping in Developing Countries: An effective way of raising awareness for tsunami disaster risk reduction*. Publicación nº 21, Nota técnica del Instituto de Investigación de Obras Públicas nº 4184, 35 págs. (ISSN 0386-5878).

Chock, G.Y.K. 2016. Design for Tsunami Loads and Effects in the ASCE 7-16 Standard. *Journal of Structural Engineering*, 142 (11) (<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29ST.1943-541X.0001565> – enlace visitado el 22 de marzo de 2019).

Darrienzo, M. 2003. *Tsunami Sign Placement Guidelines*. Estado de Oregón, Gestión de Emergencias de Oregón, Open-File Report (OFR-03-06).

Girres, JF. et al. 2018. Analysis of tsunami evacuation maps for a consensual symbolization rules proposal. *International Journal of Cartography*, 4 (1), págs. 4-24 (DOI: 10.1080/23729333.2018.1440711).

Grupo de Trabajo IV sobre preparación y resiliencia del ICG/CARIBE-EWS de la UNESCO COI. 2019. CARIBE EWS Tsunami Signage Inventory and Report, Working Document for ICG/CARIBE EWS-XIV, 31 págs. (http://www.ioc-tsunami.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=24045 – enlace visitado el 6 de mayo de 2019).

Instituto de Volcanología y Sismología de Filipinas, Departamento de ciencia y tecnología, Developing a Tsunami-Prepared Community, PHIVOLCS/DOST, 2008.

Ministerio de Defensa Civil y Gestión de Emergencias. 2008. *National Tsunami Signage: Technical Standard for the CDEM Sector* (Señalización nacional sobre tsunamis: norma técnica para el Sector CDEM) [TS 01/08] Nueva Zelandia, MCDEM, 20 págs. (<http://www.civildefence.govt.nz/assets/Uploads/publications/ts-01-08-national-tsunami-signage.pdf> – enlace consultado el 22 de marzo de 2019) (ISBN 0-478-25480-6).

Ministerio de Defensa Civil y Gestión de Emergencias, Tsunami Evacuation Zones. Director's Guideline for Lifeline Utilities and Civil Defence Emergency Management Groups [DGL 08/16], Nueva Zelandia, MCDEM (<https://www.civildefence.govt.nz/assets/Uploads/publications/dgl-08-16-Tsunami-Evacuation-Zones.pdf> – enlace consultado el 22 de marzo de 2019).

Ministerio de Defensa Civil y Gestión de Emergencias. 2018. *Assessment and Planning for Tsunami Vertical Evacuation: Director's Guideline for Civil Defence Emergency Management Groups* [DGL 21/18]. Nueva Zelandia, MCDEM (<https://www.civildefence.govt.nz/cdem-sector/guidelines/assessment-and-planning-for-tsunami-vertical-evacuation/> – enlace consultado el 22 de marzo de 2019).

Organismo de gestión de incendios y desastres del Japón (FDMA). 2013. *Guideline for the Municipality to Make Tsunami Evacuation Plan (Chapter 2)*. Departamento de protección civil y gestión de desastres⁵.

Organismo de gestión de incendios y desastres del Japón (FDMA). 2013. *Tsunami Evacuation Planning Manual for each Region (Chapter 3), Report from Study Group for Promoting Guidelines for Tsunami Evacuation Countermeasures*. Departamento de protección civil y gestión de desastres⁶.

⁵ Este documento, traducido con el permiso de la FDMA, constituye un ejemplo de buenas prácticas sobre cómo realizar mapas y planes de evacuación prácticos y fiables en caso de tsunami. La práctica se centra en la importancia de la contribución de la comunidad como la vía más eficaz de sensibilizar y mejorar la capacidad de respuesta de los residentes, que pueden tener que reaccionar inmediatamente para salvar sus vidas en caso de tsunami.

⁶Lo mismo que el anterior.

Organización Internacional de Normalización, ISO 20712-1:2008 - *Water Safety Signs and Beach Safety Flags – Part 1: Specification for water safety signs used in work places and public areas*, pág. 49, 2008.

Organización Internacional de Normalización, ISO 20712-3:2008 – *Water Safety Signs and Beach Safety Flags – Part 3: Guidance for use*, págs. 22-23, 2008.

Oficina de California de Servicios de Emergencia, <http://www.caloes.ca.gov/cal-oes-divisions/earthquake-tsunami-volcano-programs/tsunami-about> (enlace visitado el 22 de marzo de 2019).

Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (OCHA), símbolos, <https://reliefweb.int/report/world/world-humanitarian-and-country-icons-2012> y <https://mapaction.org/resources/ocha-humanitarian-icons/> (enlaces consultados el 22 de marzo de 2019).

Programa Nacional de Mitigación del Peligro de Tsunami de los Estados Unidos de América. *Tsunami Modeling and Mapping: Guidelines and Best Practices, Part I: Tsunami Inundation Modeling; Part II: Tsunami Inundation Maps; Part III: Tsunami Inundation Determination for Non-Modeled Regions; Part IV: Tsunami Evacuation Maps; Checklist for Tsunami Modeling and Mapping Reports and/or Metadata*, 2011, rev 2016 (<https://nws.weather.gov/nthmp/publications.html> – enlace consultado el 22 de marzo de 2019).

Rahayu, H.P. et al. 2015. *Pedoman Perencanaan: Jalur Dan Rambu Evakuasi Tsunami*, Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 80 págs. (en indonesio estándar).

Rodríguez, C.J. y Centro Internacional de Información sobre los Tsunamis. 2016. *Tsunami Evacuation Maps, Development Manual*, version v1.01 en, Global Matrix Engineering, SRL, 91 págs.

Scheer, S. et al. 2011. *Handbook of Tsunami Evacuation Planning, Scenarios for Hazard-induced Emergencies Management, Project n° 030963, Specific Targeted Research Project, Space Priority*. 54 págs. (ISBN 978-92-79-19086-5, doi: 10.2788/34292).

Spahn, H. et al. 2010. *Planning for Tsunami Evacuations: A Guidebook for Local Authorities and other Stakeholders in Indonesian Communities*, GTZ IS-GITEWS, 88 págs.

UNESCO/COI. 2017. *Plans and Procedures for Tsunami Warning and Emergency Management*. París, UNESCO, Manuales y guías de la COI, 76 ([IOC/2017/MG/76](http://ioc/2017/MG/76) REV).

UNESCO/COI – Centro Internacional de Información sobre los Tsunamis de la NOAA, *SeismicReady Consulting, 6 Steps to Create Tsunami Evacuation Maps*, 2012.

UNESCO/COI – Centro Internacional de Información sobre los Tsunamis de la NOAA. *Signs and Symbols* (http://itic.ioc-unesco.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=1406&Itemid=1406 – enlace consultado el 22 de marzo de 2019).

Wood, N., Church, A., Frazier, T., y B. Yarnal, 2007, Variations in community exposure and sensitivity to tsunami hazards in the State of Hawaii: U.S. Geological Survey Scientific Investigation Report 2007-5208, 38 págs.

Wood, N., y Schmidlein, M., 2013, Community variations in population exposure to near-field tsunami hazards as a function of pedestrian travel time to safety, *Natural Hazards*, 65 (3): 1603-1628.

Wood, N., Jones, J., y J. Peters, J., 2017. Pedestrian Evacuation Analyst Tool, U.S. Geological Survey (<https://www.usgs.gov/software/pedestrian-evacuation-analyst-tool> – enlace consultado el 11 de noviembre de 2019).

Yeh, H., Robertson, I. y Preuss, J. 2005. *Development of Design Guidelines for Structures that Serve as Tsunami Vertical Evacuation Sites*. División de recursos geológicos y de la Tierra de Washington, Open File Report 2005-4, 44 págs.

MÓDULO 3: ELABORACIÓN DE PLANES DE RESPUESTA EN CASO DE TSUNAMI Y PROCEDIMIENTOS NORMALIZADOS DE OPERACIONES

3.1 INTRODUCCIÓN

Los organismos de gestión de emergencias deben planificar la respuesta a un tsunami con antelación. No solo deben contar con un proceso para recibir alertas oficiales y tomar decisiones adecuadas para responder a ellas, también tienen que comprender los problemas y los procedimientos que se aplicarán durante las evacuaciones, así como con respecto a la pérdida de infraestructuras vitales. La sensibilización de la población está estrechamente relacionada, para garantizar que la población sabe de dónde vienen las alertas oficiales, cuándo cabe esperarlas (y cuándo no, por ejemplo durante un terremoto de fuente local), cómo proceder a la evacuación, dónde están las zonas de reunión, y cuando será posible regresar.

El plan de respuesta en caso de tsunami abarca la organización de alertas y evacuaciones, y la sensibilización de la población al respecto. Debe estar armonizado con los planes de gestión de emergencias de nivel superior genéricos para todo tipo de peligros.

Este módulo se centrará en la elaboración de planes de respuesta en caso de tsunami, con especial atención a la planificación de la evacuación, en base a los mapas de evacuación elaborados en el [módulo 2](#).

Nota: Este módulo puede combinarse con el [módulo 4](#) (simulaciones de evacuación) si se prefiere.

3.2 CONTENIDO

Fase 1: Adquirir la información necesaria.

Fase 2: Elaborar el plan de respuesta.

Fase 3: Elaborar procedimientos normalizados de operaciones.

Fase 4: Sensibilizar a la población.

3.3 OBJETIVOS

Los participantes:

- Conocerán los componentes y el contenido de un plan de respuesta en caso de tsunami.
- Serán capaces de elaborar un plan de respuesta en caso de tsunami.
- Serán capaces de elaborar procedimientos normalizados de operaciones para alertas de tsunamis y evacuaciones en caso de tsunamis.
- Comprenderán lo que la población debe saber acerca de las alertas de tsunamis y las evacuaciones en caso de tsunami, y los métodos para transmitir esta información.

3.4 DESTINATARIOS

Los destinatarios son:

- encargados de la gestión de emergencias a nivel local y regional,
- servicios de emergencia,
- personal de las autoridades locales,
- representantes del NTWC.

Otros posibles participantes:

- representantes de infraestructuras vitales,
- representantes de empresas y hoteles locales,
- representantes de la sociedad civil, ONG, grupos comunitarios vulnerables,
- representantes de organismos gubernamentales,
- líderes comunitarios locales.

3.5 REQUISITOS

- Mapa(s) de evacuación - producto final del módulo 2.
- Mandato de preparación de un plan de respuesta en caso de tsunami de las autoridades locales.

3.6 METODOLOGÍA

Se utilizará una combinación de presentaciones, plenarias y debates de grupo, además de trabajar con ejemplos y actividades prácticas. El tiempo total que hay que dedicar a la formación es de 16 horas, pausas incluidas.

3.7 RESULTADO ESPERADO

Al final de este módulo los participantes serán capaces de elaborar un plan de respuesta en caso de tsunami y conocerán las necesidades en materia de sensibilización de la población.

3.8 CONTENIDO DEL MÓDULO



Figura 6. Fases del módulo 3 – Planificación de la respuesta

Fase 1: Adquirir la información necesaria

A continuación, figura la información necesaria para apoyar la elaboración de un plan de respuesta en caso de tsunami y los procedimientos normalizados de operaciones:

- El proceso de alerta de tsunami de principio a fin: el plan de respuesta en caso de tsunami debe establecer el proceso de alerta de principio a fin, y cómo se comunica la información entre las partes interesada respectivas. Entre las partes interesadas figuran: Proveedores Regionales de Servicios sobre Tsunamis, centros nacionales de alerta contra los tsunamis, organismos nacionales, regionales y locales de gestión de emergencias, infraestructuras vitales y la población. La planificación y los procedimientos posteriores deben basarse en esta información.
- Funciones y responsabilidades: las funciones y las responsabilidades de cada parte interesada en el proceso de alerta de principio a fin deben acordarse en la formulación de políticas. El plan de respuesta en caso de tsunami debe confirmar estas funciones y responsabilidades. En concreto, el plan debe determinar quién supervisa la información de los proveedores de servicios sobre tsunamis, quién evalúa esta información para determinar una amenaza local, y quién inicia y difunde las alertas en los niveles respectivos (nacional, regional y local).
- Detonantes de una evacuación: lo que desencadena el inicio de un proceso de evacuación a nivel local por parte de los encargados de la gestión de emergencias puede ser la recepción de una alerta de tsunami (del centro nacional de alerta contra los tsunamis o el organismo nacional de gestión de las emergencias). Para la población de las zonas expuestas, el desencadenante puede ser la activación de mecanismos públicos de alerta. Si no, el desencadenante para la población podría ser la propia alerta natural (al sentir un fuerte terremoto) o la observación de un cambio abrupto en el nivel del mar.

Los encargados de la gestión de emergencias deberían por tanto tener en cuenta que la planificación necesaria será diferente en función de si el tsunami es de fuente local, regional o distante. Un tsunami de fuente distante deja varias horas para la evacuación, mientras que un tsunami de fuente regional deja mucho menos tiempo, y uno de fuente local puede que no deje tiempo para instrucciones oficiales. El tiempo necesario para llevar a cabo una evacuación debería por tanto analizarse y tener en cuenta en la planificación de las respectivas hipótesis.

- Concepto de zonas de evacuación: una consideración clave para la planificación de la respuesta de emergencia en caso de tsunami es el número de zonas de evacuación utilizadas para la gestión de la evacuación y mostradas en los mapas de evacuación. Si bien el concepto se define como parte de la elaboración de los mapas de evacuación ([módulo 2](#)), el plan de respuesta en caso de tsunami debe basar su planificación en ellas.

También es importante recordar que cuando se utiliza más de una zona, debería evacuarse a la población de todas las zonas con alertas naturales. En alertas oficiales, está previsto que la población sea evacuada de la(s) zona(s) incluida(s) en el mensaje de alerta.

- Perfil de vulnerabilidad: los encargados de la gestión de las emergencias deben comprender bien las realidades demográficas y geográficas en el interior de las zonas de evacuación para planificar adecuadamente las evacuaciones. Los datos del censo pueden resultar de ayuda; en concreto es importante determinar las vulnerabilidades esenciales de las comunidades y las infraestructuras sensibles.

Fase 2: Elaborar el plan de respuesta

- Constituir el equipo de redacción: el organismo local de gestión de las emergencias debe liderar el proceso de planificación, pero necesitará contar con representantes de todas las partes interesadas para que contribuyan al plan y lo hagan suyo. Entre las principales partes interesadas figuran los servicios de emergencia, los organismos gubernamentales competentes, las infraestructuras vitales y algunas ONG y miembros de la sociedad civil.
- Formato y diseño: un plan de respuesta es eficaz si los encargados de la gestión de las emergencias lo comprenden, se sienten cómodos con él, y pueden encontrar fácilmente la información que necesitan extraer. Los siguientes puntos tienen que tenerse en cuenta al diseñar un plan de respuesta:
 - Organización: el documento debe estar estructurado para que los usuarios puedan encontrar fácilmente la información necesaria. Subdivisiones independientes se encargarán de que sea así, mientras que también permite revisar secciones particulares sin la necesidad de volver a publicar todo el plan.
 - Progresión: el documento debe tener una secuencia lógica y evitar la duplicidad innecesaria. Debe estar redactado de manera que el usuario pueda entender la secuencia y encontrar fácilmente la información necesaria.
 - Coherencia: los términos y los conceptos deben utilizarse de manera coherente a lo largo de todo el documento para que los usuarios no tengan que reorientarse en las distintas secciones.
 - Adaptabilidad: los planes se elaboran en base a las consecuencias previstas de un fenómeno, con el apoyo de la experiencia de casos anteriores. Sin embargo, las consecuencias de fenómenos futuros no pueden anticiparse al 100%, y la evaluación de las amenazas puede variar durante un fenómeno. Los encargados de la gestión de las emergencias deben por tanto estar preparados para adaptarse cuando sea necesario.
 - Compatibilidad: el plan debe reconocer y estar armonizado con otros planes (incluidos los de otros organismos) para no obstaculizar la coordinación entre las partes interesadas respectivas.

Modelo de plan de respuesta en caso de tsunami. Se sugiere el siguiente modelo:

Situación actual del plan (fecha de la última revisión, firmado por el presidente del Comité de Emergencias o similar)

- Introducción (objetivo del plan)
- Disposiciones nacionales

- Estructura de la gestión de las emergencias (nacional, regional, local)
- Disposiciones para la alerta de tsunami (proceso de principio a fin; funciones y responsabilidades; alertas naturales)
- Niveles de alerta de tsunami
- Disposiciones locales
 - Características municipales (a saber, la ubicación, las características demográficas de la zona de evacuación, el mapa)
 - Evaluación de vulnerabilidades (dentro de la zona de evacuación, grupos con necesidades especiales, infraestructuras vitales, obstáculos geográficos)
 - Disposiciones de alerta pública local (mecanismos utilizados, dónde están y quién los gestiona)
 - Mapa(s) de evacuación
 - Rutas de evacuación
 - Señalización de evacuación (tipos utilizados, significado, colocación)
 - Alerta de tsunami local y umbrales y activación de la evacuación
- Sensibilización de la población (véase la fase 3 más adelante)
 - Exposición y colocación pública del mapa de evacuación (debe incluir las zonas y las rutas de evacuación, y las zonas seguras).
 - Educación sobre las disposiciones de la alerta de tsunami.
 - Identificación de las principales organizaciones sociales y comunitarias.
 - Preparación de escuelas, residencias de ancianos y hospitales en las zonas de evacuación.
 - Simulaciones y simulacros comunitarios.
 - Programas de certificación de la preparación.
- Anexos
 - Organigramas (es decir, la cadena de medidas según el nivel de alerta).
 - Carta del alcalde en la que autoriza la activación del plan de respuesta.
 - Carta del alcalde en la que aprueba el(los) mapa(s) de evacuación.
 - Acuerdos (por ejemplo, con emisoras de radio, grupos de radio amateur, lugares privados de reunión).

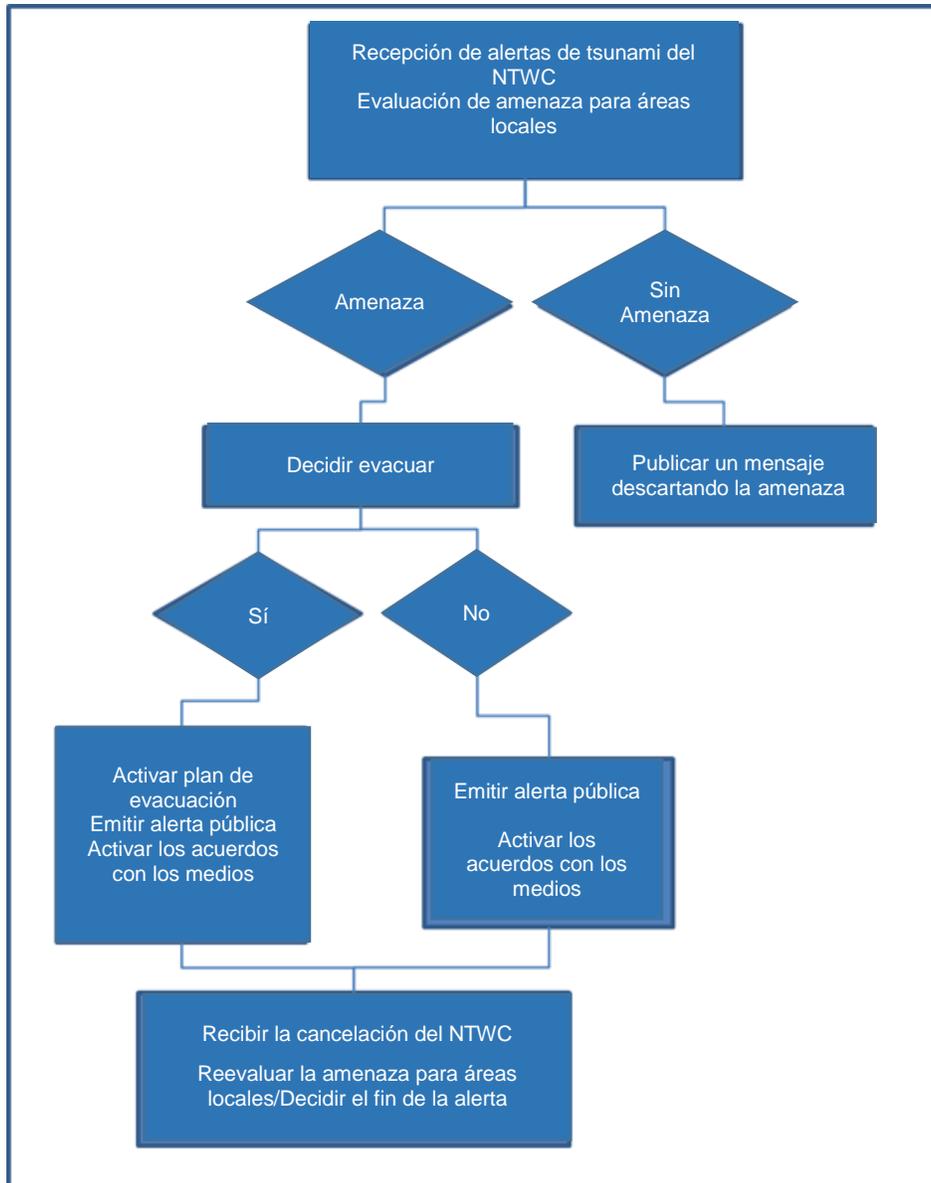


Figura 7. Organigrama simplificado para la respuesta en caso de tsunami (fuente: Manuales y Guías de la COI, 76, 2017, [IOC/2017/MG/76 REV](#))

Fase 3: Elaborar procedimientos normalizados de operaciones

Una vez que el plan de respuesta en caso de tsunami se ha elaborado y ha sido aprobado, deben elaborarse procedimientos más detallados para las actividades específicas del plan. Entre ellos figuran:

- Procedimientos normalizados de operaciones de alerta de tsunami:
 - organización de funciones, responsabilidades, horarios teóricos;
 - principales puntos de alerta (es decir, una cadena de comunicación, números de contacto);
 - mecanismos y procesos de alerta;
 - mantenimiento de listas de contacto.
- Procedimientos normalizados de operaciones de evacuación en caso de tsunami:
 - tipos de evacuaciones y fases de una evacuación;
 - decisión de evacuar (umbrales, organización horaria, autoevacuación);
 - rutas de evacuación y zonas de reunión (por sector o barrio);
 - cadenas de comunicación y listas de contacto;
 - gestión de evacuaciones: transporte, control de movimiento, acordonamiento, seguridad;
 - retorno.

Notificación de proveedores de servicios sobre tsunamis	Terremoto	Previsión de olas	Hora estimada de llegada	Nivel de alerta del centro nacional de alerta contra los tsunamis	Acción de respuesta en caso de emergencia
Mensaje de amenaza de tsunami	Magnitud: >7,0 Profundidad: <100 km	≥ 1 m	<3 horas	ALERTA	Evacuar xxx zonas
			3 - 6 horas	VIGILANCIA	Prepararse para la evacuación
			>6 horas	INFORMACIÓN	Estar pendiente de previsiones posteriores
		0,3 a 1 m	<3 horas	ADVERTENCIA	Evacuar playas y puertos
			3 - 6 horas	VIGILANCIA	Prepararse para la evacuación
			>6 horas	INFORMACIÓN	Estar pendiente de previsiones posteriores
		< 0,3 m	-	INFORMACIÓN	Estar pendiente de previsiones posteriores

Cuadro 6. Ejemplo de cuadro de umbrales con el nivel de alerta y la acción de emergencia

- Procedimientos del Centro de Operaciones de Emergencia (COE):
 - activación,
 - organismos/partes interesadas necesarias,
 - reparto de funciones (operaciones, inteligencia, planificación, logística, socorro, información de la población),
 - recopilación y concentración de productos y visualización de información,
 - coordinación de planes de acción,
 - coordinación de información de la población.

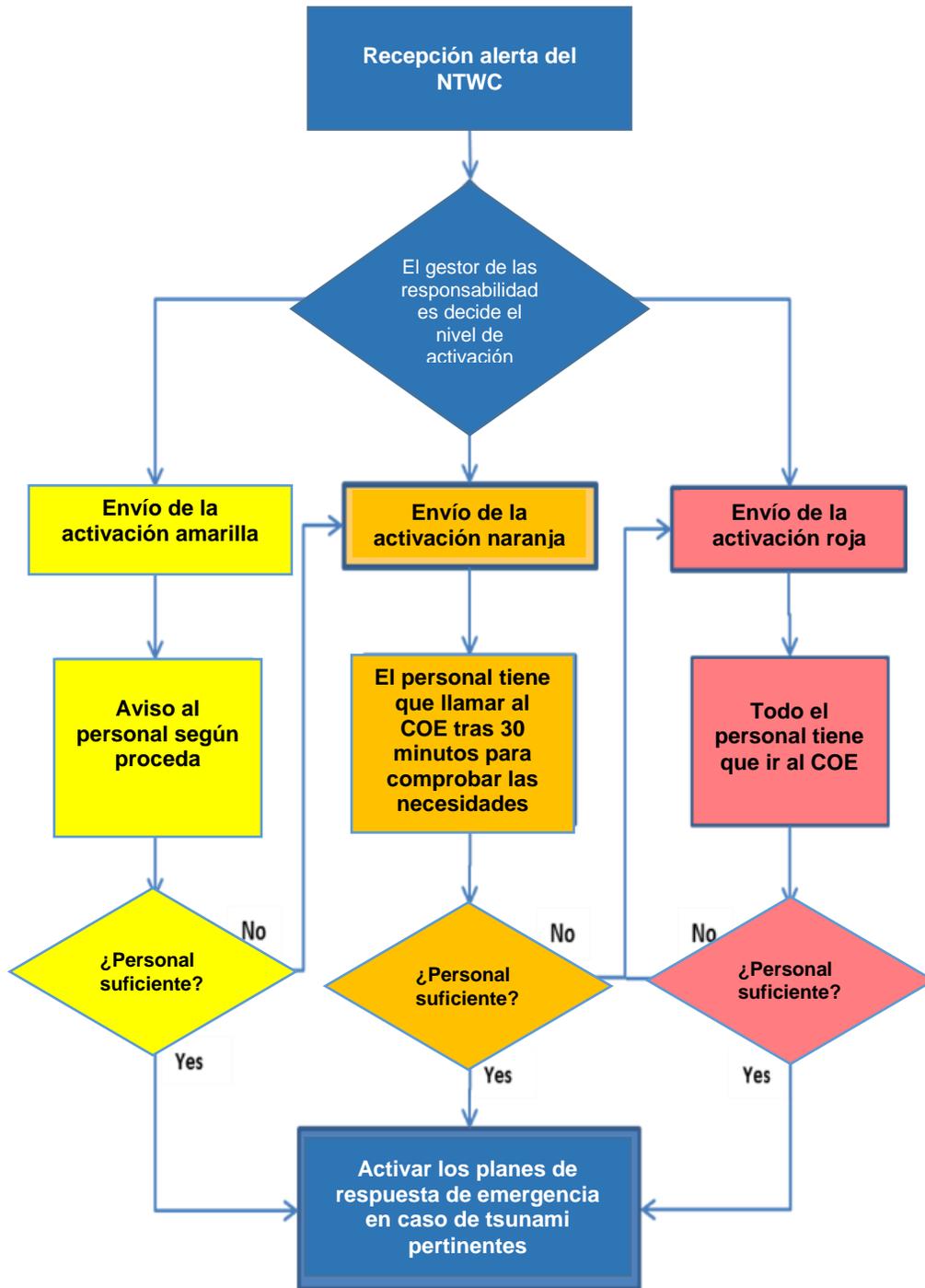


Figura 8. Ejemplo de organigrama para la activación de un COE
(fuente: [Manuales y Guías de la COI, 76, 2017](#))

Fase 4: Sensibilizar a la población

A continuación, figuran algunas consideraciones importantes a la hora de elaborar material y campañas de sensibilización:

- Conocimientos locales o tradicionales: esto puede ser una herramienta poderosa para apoyar el conocimiento científico en la preparación de la comunidad. Aunque puede ser la manera más

eficaz en una comunidad más tradicional o remota, en general, los conocimientos tradicionales locales por sí solos no serán suficientes para garantizar una respuesta eficaz. Se necesita información adicional sobre sistemas de alerta y disposiciones de evacuación y retorno.

- Necesidades de la comunidad: para ser eficaces, las actividades y el material de sensibilización deberían adaptarse a las necesidades del país o de la comunidad de la zona. Factores como la geografía, la demografía, el idioma o las orientaciones culturales, religiosas y sociales deberían tenerse en cuenta para adaptar el enfoque de sensibilización. Presentarán tanto puntos fuertes como oportunidades.
- Coordinación y colaboración: es esencial que los distintos organismos trabajen juntos. La participación y el compromiso de todas las partes interesadas apoyarán la sostenibilidad.
- Política pública: un programa formal de educación y sensibilización sobre tsunamis capaz de mantenerse más allá de ciclos políticos y generaciones puede ser muy eficaz, y puede ser la única vía de mitigación viable (financiada) para lugares donde los tsunamis no son frecuentes.
- Un enfoque multifacético: el programa de sensibilización debería incluir una variedad de actividades de educación formal e informal y de sensibilización y preparación, como simulaciones o simulacros.
- Contenido: las campañas y el material deberían anticipar y responder a preguntas obvias del público destinatario de manera sencilla y clara. Debe incluir:
 - Información básica sobre los riesgos de tsunami, con referencias específicas al país o la zona. Esta información será más completa si incluye información sobre tsunamis históricos y sus efectos, incluido conocimiento local o tradicional sobre casos anteriores. A falta de esta información, los resultados de la elaboración de modelos de tsunamis serán clave.
 - El sistema de alerta contra los tsunamis del país (de dónde vendrán las alertas, cómo y cuándo se comunicarán y qué información contendrán, y no contendrán).
 - Organización de la evacuación en caso de tsunami (cuáles son las zonas y las rutas de evacuación, cómo se emitirá la orden de evacuación, que hay que llevarse, dónde están los lugares de reunión, y dónde escuchar o buscar el mensaje de fin de alerta).
 - Comprender las señales de alerta naturales y cómo reaccionar a ellas (autoevacuaciones).
 - Las normas de seguridad en caso de tsunami (para la población en tierra, en el mar y en pequeñas embarcaciones).

3.9 MATERIAL COMPLEMENTARIO Y DOCUMENTOS ESPECIALIZADOS

Los siguientes materiales y documentos sirven de orientaciones y herramientas identificadas para su uso o recién creadas para esta guía a través del curso de formación piloto TEMPP. Figuran como anexos de los documentos especializados suplementarios.

- Cómo crear planes de respuesta comunitarios en caso de tsunami (ejemplo de plan de respuesta, modelo).
- Material de sensibilización: información sobre alertas y evacuación, tarjeta de plan familiar (ejemplos). Esto también es pertinente para el [módulo 4](#).

3.10 REFERENCIAS Y EJEMPLOS

A continuación figuran referencias y ejemplos que abarcan el resumen de este módulo y el suplemento de los módulos del programa.

Orientación

Estados Unidos de América, Grupo de Trabajo sobre tsunamis de Oregón, (2012) *Local Planning Guidance on Distant Tsunami Response*. 77 págs. (https://www.oregongeology.org/tsuclearinghouse/resources/pdfs/2013-01-14_Guidance_for_Distant%20Tsunami_Response_FINAL.pdf – enlace consultado el 22 de marzo de 2019).

Estados Unidos de América, Oficina de Servicios de Emergencia de California, (1998) *Local Planning Guidance on Tsunami Response, 2nd Edition, A Supplement to the Emergency Planning Guidance for Local Governments*. 206 págs.

Museo de tsunamis del Pacífico, (2012) *Tsunami Evacuation Guidelines for Schools in Hawaii, Hawaii Tsunami Education Curriculum Program, August 2012*, 12 págs.

Organismo de gestión de incendios y desastres del Japón (FDMA), (2013) *Guideline for the Municipality to Make Tsunami Evacuation Plan (Chapter 2)*. Departamento de protección civil y gestión de desastres⁷.

Organismo de gestión de incendios y desastres del Japón (FDMA), (2013) *Tsunami Evacuation Planning Manual for each Region (Chapter 3), Report from Study Group for Promoting Guidelines for Tsunami Evacuation Countermeasures*. Departamento de protección civil y gestión de desastres⁸.

Scheer, S. et al., (2011) *Handbook of Tsunami Evacuation Planning, Scenarios for Hazard-induced Emergencies Management, Project n° 030963, Specific Targeted Research Project, Space Priority* (ISBN 978-92-79-19086-5, doi: 10.2788/34292).

Spahn, H. et al., (2010) *Planning for Tsunami Evacuations: A Guidebook for Local Authorities and other Stakeholders in Indonesian Communities*, GTZ IS-GITEWS, 88 págs.

UNESCO/COI, (2017) *Plans and Procedures for Tsunami Warning and Emergency Management*. París, UNESCO, Manuales y guías de la COI, 76 ([IOC/2017/MG/76 REV.](#)).

Ejemplos

Nueva Zelanda

- Ministerio de Defensa Civil y Gestión de Emergencias. 2018. *National Tsunami Advisory and Warning Plan, Supporting Plan [SP 01/18]*. Nueva Zelanda (<https://www.civildefence.govt.nz/assets/Uploads/publications/Tsunami-Advisory-and-Warning-Plan-Supporting-Plan-Update-OCT-2018.pdf> – enlace consultado el 22 de marzo de 2019).

⁷ Este documento, traducido con el permiso de la FDMA, constituye un ejemplo de buenas prácticas sobre cómo realizar mapas y planes de evacuación fiables en caso de tsunamis. La práctica se centra en la importancia de la contribución de la comunidad como vía eficaz de sensibilizar y mejorar la capacidad de respuesta de los residentes, que pueden tener que reaccionar inmediatamente para salvar sus vidas en caso de tsunami.

⁸ Igual que el anterior.

- Consejo de Distrito de Selwyn. 2006. *Tsunami Response Plan, Civil Defense, Selwyn District Emergency Management*, 37 págs. (<https://www.selwyn.govt.nz/services/civil-defence-And-emergency-management/natural-disasters/tsunami> – enlace visitado el 22 de marzo de 2019).

Samoa

- Gobierno de Samoa. 2006. *National Tsunami Plan*.
- Standard Operating Procedure: Activating and Maintaining the Emergency Siren Network, 2014.
- Savaia Village Disaster Response Plan, 2009, 2017.

Estados Unidos de América

- Estado de California
 - Ciudad y Condado de San Francisco. 2008. *Tsunami Response Annex, Emergency Response Plan, An element of the City and County of San Francisco Emergency Management Program*, 44 págs.
 - Ciudad de Manhattan Beach. 2014. *Emergency Response Plan for Tsunami Operations, Emergency Preparedness Division*, 29 págs.
 - Condado de Ventura, CA Operational Area Tsunami Evacuation Plan, 2011 (proyecto), 28 págs.
- Estado de Hawái
 - Emergency Alert System (EAS) Plan, 2003.
 - Organismo de gestión de emergencias de Hawai, Distant Advisory/Watch/Warning Checklist, 2016.
 - Organismo de gestión de emergencias de Hawai, Local Tsunami Response Checklist, 2016.
 - Ciudad y Condado de Honolulu, Emergency Operations Plan, Tsunami Standard Operating Guidelines, 2014; Annex T-apéndice 2, Tsunami Evacuation & Sheltering, 2007.
- Estado de Oregón
 - Distant Tsunami Procedures, condado de Lincoln, distrito escolar, 2014, 2016.

MÓDULO 4: SIMULACIONES DE TSUNAMI

4.1 INTRODUCCIÓN

Las simulaciones de evacuación en caso de tsunami ponen en práctica la planificación. Tienen dos objetivos principales:

- Poner a prueba la eficacia de las alertas de tsunami y los mapas, planes y procedimientos de evacuación, e identificar posibles mejoras.
- Promover la sensibilización y la preparación de la población.

Las simulaciones pueden ser realizadas por una única parte interesada en la cadena de alerta de tsunami de principio a fin, o por varias partes interesadas que participan juntas en la simulación. Pueden ser sencillas (es decir, un debate o un simulacro), o complejas (una simulación operacional durante varios días). En todos los casos el proceso posterior a la simulación es igual de importante que la propia simulación, a fin de registrar las lecciones extraídas y las medidas correctivas que habrá que adoptar.

Este módulo se centrará en las simulaciones relacionadas específicamente con la evacuación en caso de tsunami, su desarrollo y ejecución, y el proceso posterior a la simulación.

4.2 CONTENIDO

Fase 1: Adquirir la información necesaria.

Fase 2: Planificar la simulación.

Fase 3: Llevar a cabo la simulación.

Fase 4: Evaluar la simulación.

Fase 5: Poner en práctica las recomendaciones.

4.3 OBJETIVOS

Los participantes:

- conocerán los tipos de simulaciones de evacuación,
- sabrán cómo planificar los respectivos tipos de simulaciones, y
- comprenderán el proceso posterior a la simulación.

4.4 DESTINATARIOS

Los destinatarios son:

- encargados de la gestión de emergencias a nivel local y regional,
- servicios de emergencia,
- líderes comunitarios locales, y
- representantes de infraestructuras vitales.

Otros posibles participantes:

- representantes de la sociedad civil, ONG, grupos comunitarios vulnerables, empresas, sector turístico,
- representantes de organismos gubernamentales, y
- medios de comunicación.

4.5 REQUISITOS

- Mapas de evacuación: producto final del [módulo 2](#).
- Plan de respuesta en caso de tsunamis: producto final del [módulo 3](#).
- Procedimientos normalizados de operaciones de alerta y evacuación: producto final del [módulo 3](#).

4.6 METODOLOGÍA

Se utilizará una combinación de presentaciones, plenarias y debates de grupo, además de trabajar con ejemplos y actividades prácticas. El tiempo total que hay que dedicar a la formación es de 16 horas, pausas incluidas.

4.7 RESULTADO ESPERADO

Al final de este módulo, los participantes sabrán llevar a cabo simulaciones de evacuación en caso de tsunami en las comunidades.

4.8 CONTENIDO DEL MÓDULO



Figura 9. Fases del módulo 4 – Simulaciones de tsunami

Fase 1: Adquirir la información necesaria

- Analizar la necesidad: todas las simulaciones empiezan en una necesidad detectada. En una evaluación de necesidades se detecta la necesidad de realizar una simulación. La evaluación de necesidades se basa en la revisión de los planes y los procedimientos normalizados de operaciones existentes (¿Ha habido cambios? ¿Hay motivos de preocupación?), simulaciones anteriores (¿Cuándo se pusieron en práctica por última vez el plan y los procedimientos normalizados de operaciones? ¿Quién participó y cuáles fueron los resultados?), y los recursos disponibles.
- Determinar el propósito, los objetivos y el ámbito de aplicación de la simulación:
 - El propósito es una declaración de intenciones general. Presenta la dirección a seguir para lo que se quiere lograr con la simulación.

- Los objetivos deben estar en sintonía con el propósito, pero son más específicos y se basan en el desempeño. Presentan los elementos de la respuesta que se simularán y las normas en que se basarán. Los objetivos deben seguir la norma SMART (acrónimo en inglés de específico, cuantificable, viable, realista, centrado en las tareas y con plazos). Componen la base del diseño y la ejecución de la simulación.
- El ámbito de aplicación determina los límites de la simulación (área geográfica y procesos que abarcará), cuándo y cómo se llevará a cabo, y quién participará.
- Determinar el tipo de simulación que mejor se adapta al propósito y los objetivos: hay cinco tipos o niveles de simulación; el nivel de planificación y de dotación de recursos necesarios para cada incremento exponencial:
 - Tipo 1: Taller de orientación: un taller de orientación proporciona una visión de conjunto de las políticas, los planes y los procedimientos. Son útiles para orientar al nuevo personal o la nueva dirección, los organismos, las ONG, etc., y son un buen punto de partida para las jurisdicciones que están introduciendo cambios importantes en sus planes y procedimientos.
 - Tipo 2: Simulacro: los simulacros implican la puesta a prueba de una operación o función específicas en un solo organismo, servicio u organización, como un hotel, una escuela, un pueblo, etc. Los simulacros se utilizan para poner a prueba el tiempo de **respuesta** con respecto a una actividad específica, formar al personal, evaluar las capacidades del material, evaluar la cooperación entre organismos y determinar si las capacidades de los recursos y la dotación de personal son suficientes. También sirven como actividad útil de sensibilización de la población, por ejemplo, una retirada en caso de tsunami. Este tipo de simulacro hace hincapié en la simplicidad y la diversión, y es apto tanto para habitantes de la zona costera como para visitantes.



Imagen 1. Fases de un simulacro

- Tipo 3: Simulación de tablero: en una simulación de tablero, empleados clave de organismos u organizaciones pertinentes trabajan juntos en un escenario en un formato pausado y de debate. Las simulaciones de tablero se utilizan para evaluar planes y procedimientos, y para considerar problemas o cuestiones específicos que se introducen en el escenario. También puede haber debates en pequeños grupos para transmitir sus resultados a todo el grupo, que extrae conclusiones y toma decisiones. Se necesita un moderador.
- Tipo 4: Simulación funcional: las simulaciones funcionales están diseñadas para poner a prueba y evaluar las capacidades y las actividades y la coordinación frente a la simulación en tiempo real de un periodo específico de una respuesta. Se incorporan insumos a la simulación mediante una función de control de la simulación en forma de productos de alerta de tsunami, información sobre las consecuencias, investigaciones de los medios de comunicación, etc., en base a un calendario de medidas que se adoptarán. Las simulaciones funcionales pueden o no incluir evacuaciones de la población.
- Tipo 5: Simulación a gran escala: una simulación a gran escala se utiliza para poner a prueba y evaluar la culminación de un programa de trabajo que implique a múltiples partes interesadas y sectores del gobierno (nacional, provincial, local). Conlleva la movilización real en el terreno y el despliegue de personal de respuesta, la activación de centros de mando y coordinación, y a menudo incluye todos los aspectos de la respuesta de emergencia.
- Obtención de un mandato y un compromiso: las autoridades locales (o el máximo nivel competente) deben conceder un mandato para la simulación, firmando el propósito, los objetivos y el ámbito de aplicación de la simulación. Así se asigna adecuadamente a la simulación el presupuesto, la dotación de recursos, la duración y la participación.

Fase 2: Planificar la simulación

- Crear un equipo de tareas de la simulación: este equipo se encarga de la ejecución de todos los aspectos de la simulación, incluida la planificación, la ejecución y la evaluación de la simulación. Elaborarán la narrativa de la simulación, el calendario de medidas que se adoptarán, y los insumos de la simulación. Deben participar especialistas técnicos y expertos en la materia para ayudar a brindar información realista al escenario y los insumos. El equipo de tareas utiliza el propósito y los objetivos de la simulación para determinar los criterios y las herramientas de evaluación para la simulación, y también elaborará estrategias adecuadas de promoción y comunicación con antelación a la simulación. Posteriormente, el equipo de tareas se encarga de recopilar las evaluaciones posteriores a la simulación y escribir el informe de síntesis. El equipo de tareas debe contar con representantes de los principales organismos participantes, pero debería limitarse a un tamaño razonable.
- Determinar la hipótesis: la hipótesis es una relación de acontecimientos que describe el caso al que deben responder los participantes. Se necesitan especialistas técnicos en tsunamis para elaborar un escenario que facilite el cumplimiento de los objetivos de la simulación. Una vez elaborado, el escenario solo debe ser conocido por el equipo de tareas de la simulación y no por los participantes.
- Elaborar los documentos de la simulación: los documentos incluyen el anuncio de la simulación, el manual de la simulación o la instrucción general, el calendario, los insumos y la promoción. El centro nacional de alerta contra los tsunamis creará los mensajes simulados correspondientes.

- Elaborar el plan de evaluación: el plan de evaluación determinará el método de evaluación que se aplicará. Puede adoptar la forma de reuniones de balance internas o combinadas, la designación de evaluadores de la simulación, o ambas opciones. Si se designan evaluadores de la simulación, deben recibir instrucciones coherentes y herramientas para realizar la evaluación. Entre las herramientas puede haber formularios con preguntas específicas y material de referencia.

Fase 3: Llevar a cabo la simulación

La función de control de la simulación se encarga de llevar a cabo la simulación. Aplican las normas y los límites de la simulación, difunden los insumos de la simulación, llenan los huecos de organismos de simulación o elementos no representados, están disponibles para aclaraciones, controlan el ritmo de la simulación, e inician y detienen la simulación.

La simulación debe iniciarse con una sesión informativa para todos los participantes para asegurarse de que conocen los horarios, los límites de la simulación (el ámbito de aplicación), los lugares, los resultados esperados, las disposiciones de control de la simulación, las disposiciones de evaluación, la seguridad y la logística de la simulación.

Fase 4: Evaluar la simulación

Las reuniones de balance posteriores a la simulación se utilizan para conceder a los participantes la oportunidad de realizar una revisión crítica de la simulación señalando (en su opinión) las áreas que funcionaron, y las que sufrieron problemas. Se recopilan estas revisiones para formular las recomendaciones de mejora. Si cada organismo participante organiza una reunión de balance posterior a la simulación, es preferible que también haya una reunión conjunta para intercambiar y recopilar todas las observaciones.

Si se designan evaluadores de la simulación, sus formularios de evaluación e informes individuales deben recopilarse y cotejarse.

Aunque deben archivarse todos los balances y los informes de evaluación individuales, se utilizan conjuntamente para determinar la evaluación que figurará en el informe de la simulación.

Formato propuesto para el informe de la simulación:

1. Propósito, objetivos y ámbito de aplicación de la simulación
2. Escenario
3. Resumen de la simulación (formato, dónde, cuándo, cronograma, organismos participantes)
4. Evaluación de la simulación (en función de los objetivos)
5. Recomendaciones.

Fase 5: Poner en práctica las recomendaciones

El informe final de la simulación debe ser aceptado/aprobado por las autoridades locales y sus recomendaciones deben seguirse. Las medidas correctivas formuladas en el informe deben asignarse a gestores apropiados para su ejecución y para informar al respecto a los patrocinadores, en función de los plazos acordados para cada medida. La coordinación y la supervisión de la ejecución de las medidas correctivas también pueden asignarse al equipo de tareas de la simulación.

4.9 MATERIAL COMPLEMENTARIO Y DOCUMENTOS ESPECIALIZADOS

Los siguientes materiales y documentos sirven de orientaciones y herramientas identificadas para su uso o recién creadas para esta guía a través del curso de formación piloto TEMPP. Figuran como anexos de los documentos especializados suplementarios.

- Material de sensibilización: información sobre alertas y evacuación, tarjeta de plan familiar (ejemplos). Esto también es pertinente para el [módulo 3](#).
- Cómo crear simulaciones comunitarias en caso de tsunami (ejemplo de plan de simulación y formularios de evaluación de la simulación, modelo).
- Folleto sobre cómo realizar un simulacro de tsunami (ejemplo).

4.10 REFERENCIAS Y EJEMPLOS

A continuación, figuran referencias y ejemplos que abarcan tanto el resumen de este módulo y el suplemento de los módulos del programa.

Orientación

Instituto de Volcanología y Sismología de Filipinas (PHIVOLCS), (2012). *How to Conduct a Tsunami Drill*.

Ministerio de Defensa Civil y Gestión de Emergencias de Nueva Zelanda, (2009) *CDEM Exercises, Director's Guidelines for Civil Defence Emergency Management (CDEM) Groups [DGL 10/09]*. Nueva Zelanda (ISBN: 978-0-478-25490-7).

Oregon Office of Emergency Management., (2017) *Tsunami Evacuation Drill Guidebook: How to Plan a Community-Wide Tsunami Evacuation Drill*, 41 págs. (https://www.oregongeology.org/tsuclearinghouse/resources/pdfs/OEM_Tsunami_Evacuation_Drill_Guidebook_FINAL_12-19-2017.pdf – enlace consultado el 12 de noviembre de 2019).

Rahayu, Harkunti P, Wahdiny, II, Mariany, A., (2008) *Guideline Tsunami Drill Implementation for City and Regency*. Indonesia, 159 págs.

Spahn, H. et al., (2010) *Planning for Tsunami Evacuations: A Guidebook for Local Authorities and other Stakeholders in Indonesian Communities*, GTZ IS-GITEWS, 88 págs.

UNESCO/COI IOTIC, (2015) *Module on Tsunami Exercises*, 98 págs.

UNESCO/COI IOTIC y Departamento de Meteorología e Hidrología del Ministerio de Transporte de Myanmar, y Departamento de Socorro y Reasentamiento del Ministerio de Bienestar Social, Socorro y Reasentamiento de Myanmar, (2015) *Guidebook, How to Plan, Prepare for, Conduct and Evaluate national and local Tsunami Exercises to improve Tsunami Preparedness in Myanmar*, 84 págs.

UNESCO/COI IOTIC y Dirección Nacional de Gestión de Desastres del Ministerio de Seguridad Social de Timor Leste, (2015) *Guidebook, How to Plan, Prepare for, Conduct and Evaluate national and local Tsunami Exercises to improve Tsunami Preparedness in Timor Leste*, 74 págs.

UNESCO/COI, (2013) *Directrices para planificar, realizar y evaluar ejercicios sobre tsunamis de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO*. París, UNESCO, Manuales y Guías de la COI nº 58 rev. (inglés, español) ([IOC/2012/MG/58 REV.](#)).

UNESCO/COI. Simulaciones de olas de tsunami, manuales e informes de síntesis:

- Caribe y regiones adyacentes: Ejercicio Caribe Wave/Lantex ([2011](#), [2013](#), [2014](#), [2015](#), [2016](#), [2017](#), [2018](#), [2019](#)),
- Océano Índico: Ejercicio IOWave (desde [2009](#), [2011](#), [2014](#), [2016](#), [2018](#)),
- Atlántico septentrional y Mediterráneo: Ejercicio NEAMWAVE ([2012](#), [2014](#), [2017](#)),
- Océano Pacífico: Ejercicio PACWAVE ([2006](#), [2008](#), [2011](#), [2013](#), [2015](#), [2016](#), [2017](#), [2018](#)).

UNESCO/COI, (2017) *Directrices metodológicas: cómo preparar, llevar a cabo y evaluar un ejercicio de respuesta comunitaria a los tsunamis (proyecto)*. Inglés, español y francés (http://www.ioc-tsunami.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=19139,er – enlace consultado el 12 de noviembre de 2019).

Ejemplos

Chile (enlace consultado el 22 de marzo de 2019)

- Ejercicios: <http://www.onemi.cl/simulacros/>

Estados Unidos de América (ejemplo local)

- Oregón, Tsunami Drill Post-Exercise Report, Taft and Cutler City, Lincoln City, 31 de mayo de 2006.
- Hawaii, Kekaha Elementary School Tsunami Drill, 7 de marzo de 2008.

India (ejemplo nacional y local)

- IOWAVE16, National Tsunami Exercise Plan, 2016.
- Odissa, Indonesia Community Drill Exercise Plan, 2016.

ANEXO I

PROGRAMA PILOTO MAPAS, PLANES Y PROCEDIMIENTOS DE EVACUACIÓN EN CASO DE TSUNAMI (TEMPP)

El curso de formación Mapas, planes y procedimientos de evacuación en caso de tsunami (TEMPP) abarcó el proceso estándar de elaboración de mapas de evacuación en caso de tsunami comunitarios fiables y prácticos. El curso se desarrolló en colaboración con la NOAA de Estados Unidos, Nueva Zelandia y la COI, con apoyo financiero de USAID/OFDA, la NOAA de Estados Unidos y la COI, de 2015 a 2017. Un equipo de desarrollo del curso prestó asistencia para determinar las mejoras prácticas en todo el mundo y contribuyó al curso piloto.

El curso piloto se llevó a cabo en Honduras utilizando las comunidades de Cedeño (costa del Pacífico) y Sambo Creek (costa del Caribe). Aunque la dirección de la iniciativa estuvo a cargo del ITIC y sus asociados, el proyecto piloto requirió un respaldo considerable de Honduras como país beneficiario. El proyecto piloto se estructuró de manera que los organismos nacionales competentes pudieran trabajar a nivel local con las comunidades y las autoridades en la elaboración de planes, mapas y procedimientos de evacuación en caso de tsunami. Al completarse el proyecto piloto, el país anfitrión debería haber recibido suficiente formación para reproducir el proceso de elaboración de mapas de evacuación comunitarios en otras comunidades propensas a sufrir tsunamis.

Entre los destinatarios del curso se incluyen los siguientes: contactos nacionales sobre tsunami, centros nacionales de alerta contra los tsunamis y puntos focales de alerta contra los tsunamis, personal de instituciones de gestión de desastres y otras instituciones gubernamentales (locales y nacionales), y dirigentes de organizaciones de la sociedad civil. La formación sobre modelización de tsunamis está dirigida a físicos y oceanógrafos de instituciones gubernamentales y universidades. Entre los beneficios directos para el país que recibe la formación se incluyen los siguientes:

- las comunidades saben cómo reaccionar y adónde dirigirse, y
- el país tiene la capacidad y las herramientas necesarias para reproducir el proceso de elaboración de mapas de evacuación comunitarios en otros lugares.

Para cada formación en Honduras, se invitó a un representante de los demás países de América Central (Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá) y de México a participar a fin de aprender el proceso para que puedan reproducirlo en sus propios países. El número típico de personas por clase fue de entre 15 y 20.

1. CALENDARIO DEL PROYECTO TEMPP

Calendario general	Fechas previstas	Encargado del proyecto
Nuevo curso y curso piloto	2015 – 2017	ITIC
Circular de la COI para seleccionar al anfitrión	11 de mayo de 2015	ITIC, PTWS GT 3, USAID, COI, CTWP
Los países envían el cuestionario al anfitrión	11–22 de mayo de 2015	Países de la costa del Pacífico de América Central
Selección del país anfitrión	Semana del 25 de mayo de 2015	Comité de selección piloto
Desarrollo del curso	De principio a fin 27 de abril de 2015 (Honolulu) 22–25 de junio de 2015 (Honolulu) 11–14 de abril de 2016 (Honolulu) Correo electrónico - Google Hangout	Equipo de desarrollo del curso
Orientaciones del curso	De principio a fin 23 de febrero de 2016 (París) 28 de junio de 2016 (Honolulu) 22 de febrero de 2017 (París, TOWS-WG Equipo de Trabajo de los ICG sobre Gestión de Desastres y Preparación) Correo electrónico	Equipo de tareas del PTWS sobre planificación y elaboración de mapas de evacuación
Informe de síntesis del proyecto piloto Manual del curso	Septiembre de 2017 Noviembre de 2017	ITIC ITIC y equipo de desarrollo del curso
Directrices de la COI - Mapas, planes y procedimientos de evacuación en caso de tsunami	2019	ITIC y equipo de desarrollo del curso

Cuadro A-1. Calendario del proyecto TEMPP

2. CURSO PILOTO TEMPP – TALLERES DE FORMACIÓN

El curso se componía de una serie de cinco talleres de formación relacionados con el que una comunidad hondureña (Cedeño, en la costa del Pacífico) elaboró mapas, planes y procedimientos de evacuación comunitarios. Se examinó una segunda comunidad (Sambo Creek, costa del Caribe), pero no se elaboraron mapas de evacuación en caso de tsunami debido a la falta de batimetría adecuada para la elaboración de mapas de inundación.

Los temas del taller de formación fueron:

- elaboración de modelos de inundación en caso de tsunami,
- elaboración de hipótesis de tsunamis causados por terremotos y mapas de inundación en caso de tsunami,
- elaboración de mapas de evacuación,
- planificación y procedimientos normalizados de operaciones (SOP) para la alerta y la respuesta de emergencia en caso de tsunami, y
- simulaciones de tsunamis.

En el curso se abordaron los casos en que se pudieron o no elaborar modelos, se mostró la aplicación de distintos niveles de elaboración de modelos de tsunamis para la elaboración de mapas de inundación, se trabajó el proceso de creación de mapas de evacuación comunitarios, con las rutas, los puntos de reunión seguros y la señalización adecuados, y el plan de respuesta y evacuación en caso de tsunami, y, por último, se utilizó un ejercicio para comprobar el grado de preparación de una comunidad para la respuesta de emergencia.

3. RESUMEN DE LOS TALLERES DE FORMACIÓN

Para cada formación, los participantes recibieron deberes antes y después de la formación. Durante cada formación de una semana de duración, los participantes realizaron actividades de aprendizaje prácticas que aprovechaban los deberes previos a la formación. El programa, las presentaciones, las referencias y los documentos de trabajo de cada formación se pueden descargar en la [página de actividades de la COI](#). Tras cada formación, los participantes tenían que completar lo que habían empezado, ya que la siguiente formación utilizaría ese producto, y así sucesivamente. Entre los talleres hubo también reuniones a distancia.

Taller/formación	Fechas	Objetivo	Resultado/deberes después de la formación
TEMPP 1 Elaboración de modelos de inundación en caso de tsunami - Herramienta ComMIT/MOST	27–31 de julio de 2015	Formación en elaboración de modelos de inundación - Cómo utilizar la herramienta ComMIT con el modelo MOST	Deberes para aprender a utilizar ComMIT: organizar hipótesis
Post-TEMPP 1: revisión de los deberes sobre ComMIT	19 de octubre de 2015 Teleconferencia	Revisión de los ejercicios de los deberes de TEMPP 1 (crear modelos de alta y baja resolución y organizar hasta 24 hipótesis)	Los participantes aprenden a utilizar ComMIT

Taller/formación	Fechas	Objetivo	Resultado/deberes después de la formación
Post-TEMPP 1: revisión de los deberes sobre ComMIT	3 de noviembre de 2015 Seminario web	Informe de progresos y solución de problemas con el país piloto.	Honduras se preparó para utilizar ComMIT para la elaboración de mapas de inundación
TEMPP 2: Fuentes sísmicas de tsunamis TEMPP 1 para la reunión de Honduras	29 de febrero–1 de marzo de 2016	Determinar y acordar peores hipótesis de tsunami verosímiles para utilizarlos en la elaboración de mapas de inundación	Lista de hipótesis con mapas de inundación en Honduras
TEMPP 2: elaboración de mapas de inundación para la evacuación - proceso	2–3 de marzo de 2016	Cómo crear mapas de inundación como conjunto de hipótesis de inundación; Cómo generar resultados en formato SIG	Mapa de inundación para la elaboración de mapas de evacuación (capas de resultados SIG)
Pre-TEMPP 3: Preparación de mapas de evacuación	2 de agosto de 2017 Seminario web	Necesidades de datos y otras necesidades para poder crear mapas de evacuación	Requisitos para que los mapas de evacuación coincidan
TEMPP 3: Elaboración de mapas de evacuación - proceso, criterios para la certificación Tsunami Ready para las comunidades, sensibilización sobre tsunamis	15–19 de agosto de 2016	Cómo crear un mapa de evacuación a partir de un mapa de inundación utilizando herramientas SIG con la participación de la comunidad; refuerzo de la preparación con un programa Tsunami Ready (TR); creación de material de sensibilización esencial	Mapa de evacuación; programa de certificación TR, Comité TR; se ha creado el material de sensibilización esencial sobre tsunamis (información, señalización, mapas)
TEMPP 4: Alerta y respuesta de emergencia, socialización - Educación y sensibilización, planificación de simulaciones	7–11 de noviembre de 2016	Cómo crear un plan de respuesta en caso de tsunami (procedimientos normalizados de operaciones para la alerta y la evacuación de la comunidad); Cómo llevar a cabo una simulación de tsunami	Plan de respuesta en caso de tsunami; Plan de simulación comunitaria de tsunami
Pre-TEMPP 5: Preparación de la simulación, socialización y sensibilización, visita de comprobación de los avances en la	30 de enero–3 de febrero de 2017	Planificación de una simulación exitosa, y finalización de los criterios para la certificación Tsunami Ready, por ejemplo, formato y realización de simulación acordados, colocación de mapa de evacuación y	Garantizar una simulación exitosa y cumplir los criterios de certificación Tsunami Ready

Taller/formación	Fechas	Objetivo	Resultado/deberes después de la formación
certificación Tsunami Ready		señalización, creación de material de educación y sensibilización, y labor de difusión	
TEMPP 5: Simulación funcional, ceremonia de certificación Tsunami Ready	15–17 de febrero de 2017	Aprobación oficial de mapas, simulación de tsunami funcional, incluida la evacuación, revisión y aprobación por el Comité Tsunami Ready, ceremonia de certificación Tsunami Ready, reunión de conclusión del curso piloto	Mapa oficial de evacuación, certificación de Tsunami Ready
Post-TEMPP 5: Reunión de balance de la simulación en Cedeño	17 de marzo de 2017 Seminario web	Evaluación posterior a la simulación - Resultados del supervisor/evaluador de la simulación, debates y lecciones extraídas.	Evaluación inmediata y reunión de balance de la simulación

Cuadro A–2. Resumen de los talleres de formación

La información y los materiales de formación pueden consultarse en el sitio web de la COI, en los siguientes enlaces:

TEMPP 1: http://ioc-unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewEventRecord&eventID=1705

TEMPP 2: http://ioc-unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewEventRecord&eventID=1803

TEMPP 3: http://ioc-unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewEventRecord&eventID=1891

TEMPP 4: http://ioc-unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewEventRecord&eventID=1943

TEMPP 5: http://ioc-unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewEventRecord&eventID=1984

4. EQUIPO DE DESARROLLO DEL CURSO

- Sr. [Bernardo Aliaga](#), Secretario Técnico del PTWS, Especialista de programas, UNESCO/COI.
- Sr. [Diego Arcas](#), Jefe del Grupo Tsunami, Laboratorio Ambiental Marino del Pacífico de la NOAA.
- Sr. [David Coetzee](#), Director, Capacidad y Operaciones, Ministerio de Defensa Civil y Gestión de Emergencias de Nueva Zelanda.
- Sra. [Laura Kong](#), Directora, ITIC.

- Sr. George Crawford, Preparación de comunidades, jubilado, ex Director del Programa de Terremotos y Tsunamis, Departamento Militar, División de Gestión de Emergencias del Estado de Washington, Estados Unidos.
- Sra. [Christa von Hillebrandt-Andrade](#), Directora del Programa de Alerta contra los Tsunamis en el Caribe (CTWP) de la NOAA; Carolina Hincapié, CTWP.
- Sra. [Mylene Villegas](#), Especialista Principal de investigación científica, División de sensibilización sobre desastres geológicos y preparación (GDAPD), Instituto de Volcanología y Sismología de Filipinas (PHIVOLCS).
- Sr. Tim Walsh, Geólogo Principal especializado en riesgos geológicos, Departamento de Recursos Naturales, Estado de Washington, Estados Unidos.

En el informe de síntesis del curso piloto TEMPP (en el suplemento 1) figura información adicional completa de cada formación, así como las lecciones extraídas del curso.

ANEXO II

CONTENIDO DEL SUPLEMENTO 1 DE ESTA GUÍA

El suplemento de esta guía consiste en un paquete de contenidos diferentes con información adicional sobre los antecedentes, explicaciones detalladas, mejores prácticas y orientaciones útiles para la vida real, así como instrucciones paso a paso para ayudar a completar las fases de cada módulo del programa. Todo el material suplementario está en formato electrónico y puede encontrarse en la COI o el ITIC. El manual y cada documento especializado puede descargarse también en UNESDOC.

El suplemento está compuesto por dos tipos de contenido:

- El suplemento de los módulos del programa que recoge el material de apoyo de cada uno de los cuatro módulos: identificación de zonas de inundación en caso de tsunamis, elaboración de mapas de evacuación en caso de tsunamis, elaboración de planes de respuesta en caso de tsunamis y procedimientos normalizados de operaciones, y simulaciones de tsunamis.
- Documentos especializados suplementarios para cada uno de los cuatro módulos, incluidos manuales prácticos, modelos y orientaciones.

Las versiones actuales más recientes del suplemento de los módulos del programa y los documentos especializados están disponibles en la COI y el ITIC, o pueden descargarse en el sitio web del ITIC sobre mapas, planes y procedimientos de evacuación en caso de tsunamis (TEMPP) en el enlace http://itic.ioc-unesco.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=2166&Itemid=2640 (enlace consultado el 7 de noviembre de 2019).

1. SUPLEMENTO DE LOS MÓDULOS DEL PROGRAMA

El suplemento de los módulos del programa abarca los siguientes temas en detalle (como figuran en el índice):

MÓDULO 1 – IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE INUNDACIÓN EN CASO DE TSUNAMI

- Adquirir la información necesaria
- Aprender nociones básicas en ciencias de tsunamis y elaboración de modelos numéricos
 - Terminología
 - Generación de tsunamis
 - Propagación de tsunamis
 - Efectos de los tsunamis
 - Elaboración de modelos numéricos de tsunamis
 - Estimación del impacto de un tsunami utilizando modelos numéricos
- Elaborar modelos de tsunamis o no elaborar modelos
 - Requisitos para la elaboración de modelos de tsunamis
 - Métodos para determinar la magnitud de inundaciones

- Crear un mapa de inundación
 - Mapa de inundación en caso de tsunami
 - Usos prácticos de los mapas de inundación y de riesgos en caso de tsunami
 - Función para la reducción del riesgo de desastres causados por tsunamis
 - Principios rectores
 - Relación entre la inundación y los efectos de tsunamis
- Recursos adicionales

MÓDULO 2 – ELABORACIÓN DE MAPAS DE EVACUACIÓN EN CASO DE TSUNAMI

- Adquirir la información necesaria
- Determinar la zona de evacuación (zona peligrosa) de acuerdo con el mapa de inundación
 - Designación de las zonas
 - Obstáculos a la evacuación
 - Determinación del tiempo de evacuación
 - Zonas difíciles de evacuar
- Determinar los lugares (o zonas) de reunión para la evacuación y las rutas
 - Lugares o zonas de reunión para la evacuación
 - Edificios de evacuación vertical
 - Códigos de construcción de edificios de evacuación vertical
 - Rutas de evacuación de tsunamis
- Hacer participar a la comunidad para conocer su opinión
 - Participación de la comunidad en la elaboración de mapas de evacuación en caso de tsunamis
 - Presentación de la comunidad
 - Vigilancia de ciudades
- Finalizar el mapa de evacuación y la señalización en caso de tsunami
 - Directrices para elaborar un mapa de evacuación por peligro de tsunami
 - Símbolos e íconos
 - Capas temáticas
 - Ejemplo de mapas de evacuación en caso de tsunami
 - Señalización
- Obtener la aprobación oficial
 - Aprobación

- Revisión
- Impresión
- Garantía de la eficacia del mapa de evacuación
- Simulación y planificación de la evacuación a pie
 - Metodología
 - Análisis de la simulación de evacuación
- Recursos adicionales

MÓDULO 3 – ELABORACIÓN DE PLANES DE RESPUESTA EN CASO DE TSUNAMI Y PROCEDIMIENTOS NORMALIZADOS DE OPERACIONES

- Adquirir la información necesaria
- Elaborar el plan de respuesta
 - Formato y diseño
 - Aviso de tsunami y activación
 - Sistema de alerta contra tsunamis
 - Fases de las actividades operacionales
- Elaborar procedimientos normalizados de operaciones
 - Ejemplos de procedimientos normalizados de operaciones de alerta contra tsunamis
 - Ejemplo de funciones del centro de operaciones de emergencia (COE) y procedimientos normalizados de operaciones
 - Planificación y procedimientos de evacuación
- Sensibilizar a la población
 - Contenido de la sensibilización a la población
 - Estrategias para una sensibilización eficaz y su fomento
 - Difusión eficaz
 - Garantía de la eficacia de un mapa de evacuación
- Recursos adicionales

MÓDULO 4 – SIMULACIONES DE TSUNAMI

- Adquirir la información necesaria
 - Análisis de la necesidad
 - Determinar los objetivos, las metas y el alcance
 - Tipos de simulaciones
- Planificar la simulación

- Equipo de tareas de la simulación
- Hipótesis
- Documentos de la simulación
- Participación de los medios de comunicación
- Preparación y puesta en marcha
- Llevar a cabo la simulación
 - Inicio de la simulación
 - Control de la simulación
 - Conclusión de la simulación
- Evaluar la simulación
 - Reuniones de balance con los participantes
 - Reuniones de balance con el equipo de tareas de la simulación
 - Validación de la simulación e informe
- Poner en práctica las recomendaciones
- Recursos adicionales

2. DOCUMENTOS ESPECIALIZADOS DEL SUPLEMENTO

En el cuadro a continuación se presentan los documentos especializados del suplemento:

Número	Nombre del documento	Módulo(S)
I	<p>Uso de la herramienta ComMIT (modelo MOST) para la elaboración de modelos de inundación en caso de tsunami para la elaboración de mapas de evacuación: resumen, manual y apéndices (requisitos abreviados, en español)</p> <p><i>ComMIT se utilizó en el curso de formación piloto TEMPP1 para la elaboración de modelos de inundación en apoyo de la elaboración de mapas de evacuación</i></p>	<u>1</u>
II	<p>Instrumento de evaluación costera de tsunamis (TsuCAT) para la identificación de hipótesis, v4, NOAA de los Estados Unidos, ITIC, 2019, resumen y manual</p> <p><i>El TsuCAT puede utilizarse para identificar las peores hipótesis, y para elaborar hipótesis para simulaciones de tsunami utilizando los productos mejorados PTWC como emisor de mensajes para la toma de decisiones de alerta de tsunami a nivel nacional y local</i></p>	<u>1, 3, 4</u>
III	<p>Cómo crear mapas de evacuación a partir de mapas de inundación - de ComMIT a QGIS, manual y tutorial</p>	<u>2</u>

Número	Nombre del documento	Módulo(S)
	<i>Este manual describe la exportación de los resultados de ComMIT al software libre QGIS para crear digitalmente mapas de evacuación en caso de tsunami utilizando formatos estándar, paletas de colores y simbología</i>	
IV	<p>Lista de verificación de vigilancia de ciudades en la evacuación en caso de tsunami</p> <p><i>Este ejemplo proporciona una plantilla para la verificación en el terreno de los mapas de evacuación en caso de tsunami mediante la participación de la comunidad y el recorrido a pie de las rutas de evacuación en caso de tsunami. En los módulos del suplemento del programa también figura una copia de la misma.</i></p>	<u>2</u>
V	<p>Cómo crear planes de respuesta comunitarios en caso de tsunami (ejemplo de plan de respuesta, modelo)</p>	<u>3</u>
VI	<p>Material de sensibilización: información sobre alertas y evacuación, tarjeta de plan familiar (ejemplos): TEMPP3 y TEMPP4.</p>	<u>3, 4</u>
VII	<p>Cómo crear planes de respuesta comunitarios en caso de tsunami (ejemplo de plan de respuesta, modelo): TEMPP4 y TEMPP5.</p>	<u>4,</u>
VIII	<p>Folleto sobre cómo realizar un simulacro de tsunami (ejemplo)</p>	<u>4</u>

Cuadro A-1. Documentos especializados del suplemento

ANEXO III

BIBLIOGRAFÍA GENERAL, RECURSOS NACIONALES Y MEJORES PRÁCTICAS

A continuación, figura una bibliografía general sobre tsunamis, sistemas de alerta temprana contra tsunamis, reducción del riesgo de desastre y planificación nacional y comunitaria de respuesta y evacuación en caso de tsunami (módulos 1 a 4):

Kong, Laura S.L., (2007) *A Global Tsunami Reduction Strategy: Building Effective Tsunami Warning and Mitigation Systems, Proceedings, 4th International Workshop on Coastal Disaster Prevention, Future Disaster Management of Tsunami and Storm Surge in Asia, 1-2 de diciembre de 2007, Yokohama (Japón)*.

Port Technology Group, ASEAN-Japan Transport Partnership, (2009) *Guideline for Development and Utilization of Tsunami Disaster Management Map for ASEAN and Indian Ocean Tsunami Affected Countries*, v1.0, 69 pp. (resumen del Japan Port and Airport Research Institute, (PARI).

Scheer, S. et al., (2011) *Handbook of Tsunami Evacuation Planning, Scenarios for Hazard-induced Emergencies Management, Project n° 030963, Specific Targeted Research Project, Space Priority*. (ISBN 978-92-79-19086-5, doi: 10.2788/34292).

Tanaka, S, y Istiyanto, D., (2010) *Tsunami Hazard Mapping in Developing Countries, An Effective Way of Raising Awareness for Tsunami Disaster Risk Reduction*. ICHARM Pub N° 21, 40 págs.

UNISDR, (2006) Tercera Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana, Desarrollo de Sistemas de Alerta temprana: lista de comprobación, 27-29 de marzo de 2006. Bonn, UNISDR.

UNISDR, (2017) Informe del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres, aprobado por la Asamblea General de las Naciones Unidas el 2 de febrero de 2017. Disponible en: <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/51748> (enlace consultado el 24 de marzo de 2019).

UNESCO/COI, (2008) *Preparación en caso de tsunami: Guía informativa para los planificadores especializados en medidas de contingencia ante catástrofes*. París, UNESCO. Manuales y guías de la COI N° 49. ([SC.2008/WS/5](#)) Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001600/160002e.pdf> (enlace consultado el 21 de marzo de 2019).

UNESCO/COI, (2010) *Strengthening Tsunami Warning and Emergency Responses: One-week Training Workshops on the Development of End-to-End Tsunami Standard Operating Procedures (SOPs): Course Manuals on Tsunami Warning, Tsunami Emergency Response, Alerting, Media and Local Preparedness*. París, UNESCO.

UNESCO/COI, (2014) *Tsunamis: las grandes olas, edición revisada*. París, UNESCO. 16 págs., ilustr. [Folleto 2012-4 rev. de la COI](#) (inglés, francés y español), revisado en 2014.

UNESCO/COI, (2017) *Plans and Procedures for Tsunami Warning and Emergency Management*. París, UNESCO, Manuales y Guías de la COI N° 76, 72 págs. ([IOC/2017/MG/76 REV](#)).

UNESCO/COI, (2019) *Tsunami Glossary, Fourth Edition* (Glosario de tsunamis, tercera edición en español). París, UNESCO, Colección Técnica de la COI N° 85. (inglés, francés, español, árabe, chino) ([IOC/2008/TS/85 rev.4](#))

Ejemplos

Filipinas

Instituto de Volcanología y Sismología de Filipinas (PHIVOLCS) (2008) *Developing Tsunami Prepared Communities*.

Estados Unidos de América (enlaces consultados el 22 de marzo de 2019)

Programa Nacional de Mitigación del Peligro de Tsunami de los Estados Unidos de América, NTHMP

- Benchmarked Tsunami Numerical Models, <https://nws.weather.gov/nthmp/documents/TsunamiModelSummary.pdf>
- Evacuation Modelling and Mapping Guidelines, 2011, rev 2016:
 - Part I: Tsunami Inundation Modelling <https://nws.weather.gov/nthmp/documents/1inundationmodelingguidelines.pdf>
 - Part II: Tsunami Inundation Maps, <https://nws.weather.gov/nthmp/documents/2inundationmapguidelines.pdf>
 - Part III: Tsunami Inundation Determination for Non-Modelled Regions (draft), <https://nws.weather.gov/nthmp/documents/3nonmodeledregionguidelines.pdf>
 - Part IV: Tsunami Evacuation Maps, <https://nws.weather.gov/nthmp/documents/4evacuationmapsguidelines.pdf>
 - Checklist for Tsunami Modelling and Mapping Reports and/or Metadata, <https://nws.weather.gov/nthmp/documents/guidelineschecklist.pdf>
- Signage, <https://nws.weather.gov/nthmp/signs/signs.html>
- Exercises, <https://nws.weather.gov/nthmp/tsunamiexercises.html>
- TsunamiReady® Program (National Weather Service), <https://www.weather.gov/tsunamiready/>

Indonesia

Spahn, H. et al. 2010. *Planning for Tsunami Evacuations: A Guidebook for Local Authorities and other Stakeholders in Indonesian Communities*, GTZ IS-GITEWS, 88 págs.

Japón

Organismo de gestión de incendios y desastres del Japón (FDMA) (2013) *Guideline for the Municipality to Make Tsunami Evacuation Plan (Chapter 2)*. Departamento de protección civil y gestión de desastres (en japonés, traducido con permiso al inglés).

Organismo de gestión de incendios y desastres del Japón (FDMA) (2013) *Tsunami Evacuation Planning Manual for each Region (Chapter 3)*, Report from Study Group for Promoting Guidelines for Tsunami Evacuation Countermeasures. Departamento de protección civil y gestión de desastres (en japonés, traducido con permiso al inglés).

Oficina del Gobierno del Japón (2011) *Report of the Committee for Technical Investigation on Countermeasures for Earthquakes and Tsunamis Based on the Lessons Learned from the “2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake”*.

Nueva Zelandia (enlaces consultados el 22 de marzo de 2019)

- Evacuación: https://www.civildefence.govt.nz/home/SearchForm?Search=evacuation&searchlocale=en_NZ&action_results=Search
- Gestión de emergencias y defensa civil de Nueva Zelandia, National Tsunami Advisory and Warning Plan, 2018. <https://www.civildefence.govt.nz/cdem-sector/guidelines/national-tsunami-advisory-and-warning-plan/>
- Sensibilización de la población: <https://www.civildefence.govt.nz/get-ready/get-tsunami-ready/>

ANEXO IV

LISTA DE ACRÓNIMOS

CFD	Dinámica de fluidos computacional
COE	Centro de Operaciones de Emergencia
COI	Comisión Oceanográfica Intergubernamental
ComMIT	Elaboración de modelos e interfaz comunitarias para tsunamis
COPECO	Comisión Permanente de Contingencias de Honduras
CTIC	Centro de Información sobre los Tsunamis en el Caribe
CTWP	Centro de Alerta contra los Tsunamis en el Caribe
DCDB	Centro de Datos para Batimetría Digital
DEM	Modelo digital de elevación
DNR	Departamento de Recursos Naturales del Estado de Washington
EMO	Oficina de Gestión de Emergencias
FDMA	Organismo de gestión de incendios y desastres (Japón)
GDAPD	División geológica para la sensibilización y preparación en caso de desastre
GITEWS	Sistema germano-indonesio de alerta temprana contra los tsunamis
HAZMAT	Material peligroso
ICG	Grupo Intergubernamental de Coordinación
ICG/CARIBE-EWS	Grupo Intergubernamental de Coordinación del Sistema de Alerta contra los Tsunamis y otras amenazas costeras en el Caribe y regiones adyacentes (COI)
ICG/IOTWMS	Grupo Intergubernamental de Coordinación del Sistema de Alerta contra los Tsunamis y Atenuación de sus Efectos en el Océano Índico (COI)
ICG/NEAMTWS	Grupo Intergubernamental de Coordinación del Sistema de Alerta Temprana contra los Tsunamis y Atenuación de sus Efectos en el Atlántico Nororiental y el Mediterráneo y Mares Adyacentes (COI)
ICG/PTWS	Grupo Intergubernamental de Coordinación del Sistema de Alerta contra los Tsunamis y Atenuación de sus Efectos en el Pacífico (COI)

IOTIC	Centro de Información sobre Tsunamis del Océano Índico
IOTWMS	Sistema de Alerta contra los Tsunamis y Atenuación de sus Efectos en el Océano Índico
ITB	Instituto de Tecnología de Bandung (Indonesia)
ITIC	Centro Internacional de Información sobre los Tsunamis
JISAO	Instituto conjunto para el estudio de la atmósfera y los océanos de la Universidad de Washington
JMA	Organismo Meteorológico del Japón
LIPI	Instituto científico de Indonesia
MCDEM	Ministerio de Defensa Civil y Gestión de Emergencias de Nueva Zelanda
NCEI	Centros Nacionales de Información Ambiental
NCTR	Centro NOAA para la investigación sobre tsunamis (Estados Unidos de América)
NEAMTIC	Centro de Información sobre Tsunamis en el Atlántico Nororiental y el Mediterráneo y Mares Adyacentes
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos de América
NTHMP/MMS	Subcomité de elaboración de mapas y modelos del Programa Nacional de mitigación del peligro de tsunami
NTWC	Centros nacionales de alerta contra los tsunamis
OFDA	Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero
OHI	Organización Hidrográfica Internacional
ONG	Organización no gubernamental
PHIVOLCS	Instituto de Volcanología y Sismología de Filipinas
PMEL	Laboratorio Ambiental Marino del Pacífico
PTWC	Centro de Alerta contra los Tsunamis en el Pacífico
PTWS	Sistema de Alerta contra los Tsunamis y Atenuación de sus Efectos en el Pacífico

PTWS-SC	Comité de Dirección del Grupo Intergubernamental de Coordinación del Sistema de Alerta contra los Tsunamis y Atenuación de sus Efectos en el Pacífico
SIG	Sistema de Información Geográfica
SMART	Específico, cuantificable, asequible, pertinente y de duración determinada
SOP	Procedimientos normalizados de operaciones
SW	Aguas poco profundas
TEMPP	Mapas, planes y procedimientos de evacuación en caso de tsunamis (TEMPP)
TOWS-WG	Grupo de Trabajo sobre sistemas de alerta contra tsunamis y otros peligros relacionados con el nivel del mar y atenuación de sus efectos
TSP	Proveedores de servicios sobre tsunamis
TsuCAT	Instrumento de evaluación costero de tsunamis
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNISDR	Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
USGS	Servicio Geológico de los Estados Unidos de América
WDS-G	Servicio Mundial de Datos Geofísicos de ICSU
WMD	Departamento Militar de Washington

IOC Manuals and Guides

No.	Title
1 rev. 2	Guide to IGOSS Data Archives and Exchange (BATHY and TESAC). 1993. 27 pp. (English, French, Spanish, Russian)
2	International Catalogue of Ocean Data Station. 1976. (<i>Out of stock</i>)
3 rev. 3	Guide to Operational Procedures for the Collection and Exchange of JCOMM Oceanographic Data. Third Revised Edition, 1999. 38 pp. (English, French, Spanish, Russian)
4	Guide to Oceanographic and Marine Meteorological Instruments and Observing Practices. 1975. 54 pp. (English)
5 rev. 2	Guide for Establishing a National Oceanographic Data Centre. Second Revised Edition, 2008. 27 pp. (English) (<i>Electronic only</i>)
6 rev.	Wave Reporting Procedures for Tide Observers in the Tsunami Warning System. 1968. 30 pp. (English)
7	Guide to Operational Procedures for the IGOSS Pilot Project on Marine Pollution (Petroleum) Monitoring. 1976. 50 pp. (French, Spanish)
8	(<i>Superseded by IOC Manuals and Guides No. 16</i>)
9 rev.	Manual on International Oceanographic Data Exchange. (Fifth Edition). 1991. 82 pp. (French, Spanish, Russian)
9 Annex I	(<i>Superseded by IOC Manuals and Guides No. 17</i>)
9 Annex II	Guide for Responsible National Oceanographic Data Centres. 1982. 29 pp. (English, French, Spanish, Russian)
10	(<i>Superseded by IOC Manuals and Guides No. 16</i>)
11	The Determination of Petroleum Hydrocarbons in Sediments. 1982. 38 pp. (French, Spanish, Russian)
12	Chemical Methods for Use in Marine Environment Monitoring. 1983. 53 pp. (English)
13	Manual for Monitoring Oil and Dissolved/Dispersed Petroleum Hydrocarbons in Marine Waters and on Beaches. 1984. 35 pp. (English, French, Spanish, Russian)
14	Manual on Sea-Level Measurements and Interpretation. (English, French, Spanish, Russian) Vol. I: Basic Procedure. 1985. 83 pp. (English) Vol. II: Emerging Technologies. 1994. 72 pp. (English) Vol. III: Reappraisals and Recommendations as of the year 2000. 2002. 55 pp. (English) Vol. IV: An Update to 2006. 2006. 78 pp. (English, Arab) Vol. V: Radar Gauges. 2016. 100 pp. and Supplement: Practical Experiences. 100 pp. (English, French, Russian, Spanish)
15	Operational Procedures for Sampling the Sea-Surface Microlayer. 1985. 15 pp. (English)
16	Marine Environmental Data Information Referral Catalogue. Third Edition. 1993. 157 pp. (Composite English/French/Spanish/Russian)
17	GF3: A General Formatting System for Geo-referenced Data Vol. 1: Introductory Guide to the GF3 Formatting System. 1993. 35 pp. (English, French, Spanish, Russian) Vol. 2: Technical Description of the GF3 Format and Code Tables. 1987. 111 pp. (English, French, Spanish, Russian) Vol. 3: Standard Subsets of GF3. 1996. 67 pp. (English) Vol. 4: User Guide to the GF3-Proc Software. 1989. 23 pp. (English, French, Spanish, Russian)

No.	Title
	Vol. 5: Reference Manual for the GF3-Proc Software. 1992. 67 pp. (English, French, Spanish, Russian)
	Vol. 6: Quick Reference Sheets for GF3 and GF3-Proc. 1989. 22 pp. (English, French, Spanish, Russian)
18	User Guide for the Exchange of Measured Wave Data. 1987. 81 pp. (English, French, Spanish, Russian)
19	Guide to IGOSS Specialized Oceanographic Centres (SOCs). 1988. 17 pp. (English, French, Spanish, Russian)
20	Guide to Drifting Data Buoys. 1988. 71 pp. (English, French, Spanish, Russian)
21	<i>(Superseded by IOC Manuals and Guides No. 25)</i>
22 rev.	GTSP Real-time Quality Control Manual, First revised edition. 2010. 145 pp. (English)
23	Marine Information Centre Development: An Introductory Manual. 1991. 32 pp. (English, French, Spanish, Russian)
24	Guide to Satellite Remote Sensing of the Marine Environment. 1992. 178 pp. (English)
25	Standard and Reference Materials for Marine Science. Revised Edition. 1993. 577 pp. (English)
26	Manual of Quality Control Procedures for Validation of Oceanographic Data. 1993. 436 pp. (English)
27	Chlorinated Biphenyls in Open Ocean Waters: Sampling, Extraction, Clean-up and Instrumental Determination. 1993. 36 pp. (English)
28	Nutrient Analysis in Tropical Marine Waters. 1993. 24 pp. (English)
29	Protocols for the Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS) Core Measurements. 1994. 178 pp. (English)
30	MIM Publication Series: Vol. 1: Report on Diagnostic Procedures and a Definition of Minimum Requirements for Providing Information Services on a National and/or Regional Level. 1994. 6 pp. (English) Vol. 2: Information Networking: The Development of National or Regional Scientific Information Exchange. 1994. 22 pp. (English) Vol. 3: Standard Directory Record Structure for Organizations, Individuals and their Research Interests. 1994. 33 pp. (English)
31	HAB Publication Series: Vol. 1: Amnesic Shellfish Poisoning. 1995. 18 pp. (English)
32	Oceanographic Survey Techniques and Living Resources Assessment Methods. 1996. 34 pp. (English)
33	Manual on Harmful Marine Microalgae. 1995. (English) [superseded by a sale publication in 2003, 92-3-103871-0. UNESCO Publishing]
34	Environmental Design and Analysis in Marine Environmental Sampling. 1996. 86 pp. (English)
35	IUGG/IOC Time Project. Numerical Method of Tsunami Simulation with the Leap-Frog Scheme. 1997. 122 pp. (English)
36	Methodological Guide to Integrated Coastal Zone Management. 1997. 47 pp. (French, English)
37	International Tsunami Survey Team (ITST) Post-Tsunami Survey Field Guide. 2 nd Edition. 2014. 120 pp. (English)
38	Guidelines for Vulnerability Mapping of Coastal Zones in the Indian Ocean. 2000. 40 pp. (French, English)
39	Manual on Aquatic Cyanobacteria – A photo guide and a synopsis of their toxicology. 2006. 106 pp. (English)
40	Guidelines for the Study of Shoreline Change in the Western Indian Ocean Region. 2000. 73 pp. (English)

No.	Title
41	Potentially Harmful Marine Microalgae of the Western Indian Ocean Microalgues potentiellement nuisibles de l'océan Indien occidental. 2001. 104 pp. (English/French)
42	Des outils et des hommes pour une gestion intégrée des zones côtières - Guide méthodologique, vol.II/ Steps and Tools Towards Integrated Coastal Area Management – Methodological Guide, Vol. II. 2001. 64 pp. (French, English; Spanish)
43	Black Sea Data Management Guide (<i>Cancelled</i>)
44	Submarine Groundwater Discharge in Coastal Areas – Management implications, measurements and effects. 2004. 35 pp. (English)
45	A Reference Guide on the Use of Indicators for Integrated Coastal Management. 2003. 127 pp. (English). <i>ICAM Dossier No. 1</i>
46	A Handbook for Measuring the Progress and Outcomes of Integrated Coastal and Ocean Management. 2006. iv + 215 pp. (English). <i>ICAM Dossier No. 2</i>
47	TsunamiTeacher – An information and resource toolkit building capacity to respond to tsunamis and mitigate their effects. 2006. DVD (English, Bahasa Indonesia, Bangladesh Bangla, French, Spanish, and Thai)
48	Visions for a Sea Change. Report of the first international workshop on marine spatial planning. 2007. 83 pp. (English). <i>ICAM Dossier No. 4</i>
49	Tsunami preparedness. Information guide for disaster planners. 2008. (English, French, Spanish)
50	Hazard Awareness and Risk Mitigation in Integrated Coastal Area Management. 2009. 141 pp. (English). <i>ICAM Dossier No. 5</i>
51	IOC Strategic Plan for Oceanographic Data and Information Management (2008–2011). 2008. 46 pp. (English)
52	Tsunami risk assessment and mitigation for the Indian Ocean; knowing your tsunami risk – and what to do about it. 2009. 82 pp. (English)
53	Marine Spatial Planning. A Step-by-step Approach. 2009. 96 pp. (English; Spanish). <i>ICAM Dossier No. 6</i>
54	Ocean Data Standards Series: Vol. 1: Recommendation to Adopt ISO 3166-1 and 3166-3 Country Codes as the Standard for Identifying Countries in Oceanographic Data Exchange. 2010. 13 pp. (English) Vol. 2: Recommendation to adopt ISO 8601:2004 as the standard for the representation of date and time in oceanographic data exchange. 2011. 17 pp. (English) Vol.3: Recommendation for a Quality Flag Scheme for the Exchange of Oceanographic and Marine Meteorological Data. 2013. 12 pp. (English) Vol. 4: SeaDataNet Controlled Vocabularies for describing Marine and Oceanographic Datasets – A joint Proposal by SeaDataNet and ODIP projects. 2019. 31 pp (English)
55	Microscopic and Molecular Methods for Quantitative Phytoplankton Analysis. 2010. 114 pp. (English)
56	The International Thermodynamic Equation of Seawater—2010: Calculation and Use of Thermodynamic Properties. 2010. 190 pp. (English)
57	Reducing and managing the risk of tsunamis. Guidance for National Civil Protection Agencies and Disaster Management Offices as Part of the Tsunami Early Warning and Mitigation System in the North- eastern Atlantic, the Mediterranean and Connected Seas Region – NEAMTWS. 2011. 74 pp. (English)
58	How to Plan, Conduct, and Evaluate Tsunami Exercises / Directrices para planificar, realizar y evaluar ejercicios sobre tsunamis. 2012. 88 pp. (English, Spanish)
59	Guide for designing and implementing a plan to monitor toxin-producing microalgae. Second Edition. 2016. 63 pp. (English, Spanish)
60	Global Temperature and Salinity Profile Programme (GTSP) — Data user's manual, 1 st Edition 2012. 2011. 48 pp. (English)

No.	Title
61	Coastal Management Approaches for Sea-level related Hazards: Case-studies and Good Practices. 2012. 45 pp. (English)
62	Guide sur les options d'adaptation en zone côtières à l'attention des décideurs locaux – Aide à la prise de décision pour faire face aux changements côtiers en Afrique de l'Ouest / A Guide on adaptation options for local decision-makers: guidance for decision making to cope with coastal changes in West Africa / Guia de opções de adaptação a atenção dos decisores locais: guia para tomada de decisões de forma a lidar com as mudanças costeiras na África Ocidental. 2012. 52 pp. (French, English, Portuguese). <i>ICAM Dossier No. 7.</i>
63	The IHO-IOC General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO) Cook Book. 2012. 221 pp. (English). <i>Also IHO Publication B-11</i>
64	Ocean Data Publication Cookbook. 2013. 41 pp. (English)
65	Tsunami Preparedness Civil Protection: Good Practices Guide. 2013. 57 pp. (English)
66	IOC Strategic Plan for Oceanographic data and Information Management (2013-2016). 2013. 54 pp. (English/French/Spanish/Russian)
67	IODE Quality Management Framework for National Oceanographic Data Centres. 2014; revised edition 2019 (English)
68	An Inventory of Toxic and Harmful Microalgae of the World Ocean (in preparation)
69	A Guide to Tsunamis for Hotels: Tsunami Evacuation Procedures (North-eastern Atlantic and the Mediterranean Seas). 2016 (English)
70	A guide to evaluating marine spatial plans. 2014. 96 pp. (English)
71	IOC Communication Strategy for Marine Information Management (2015-2017). 2015
72	How to reduce coastal hazard risk in your community – A step-by-step approach. 2016
73	Guidelines for a Data Management Plan. 2016
74	<i>Standard Guidelines for the Tsunami Ready Recognition Program.</i> (in preparation)
75	ICAN (International Coastal Atlas Network) - best practice guide to engage your CWA (Coastal Web Atlas) user community. 2016
76	Plans and Procedures for Tsunami Warning and Emergency Management – Guidance for countries in strengthening tsunami warning and emergency response through the development of Plans and Standard Operating Procedures for their warning and emergency management authorities. 2017
77	IOC Strategic Plan for Data and Information Management (2017-2021). 2017
78	Harmful Algal Blooms (HABs) and Desalination: A Guide to Impacts, Monitoring and Management. 2017
79	IOC Communication and Outreach Strategy for Data and Information Management (2017-2019). 2017
80	Ocean Literacy for All – A toolkit. 2017
81	Procedures for Proposing and Evaluating IODE Projects and Activities. 2018
82	Preparing for community tsunami evacuations: From Inundation to Evacuation Maps, Response Plans, and Exercises (English and Spanish) and Supplement 1 and 2 (English only), 2020.