

MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO

ESTABLECIMIENTO DE MEDIDAS PREVENTIVAS, DE SEGURIDAD Y DISEÑO DE OBRAS DE PROTECCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE EN SITUACIONES DE EMERGENCIA

3



MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO

ESTABLECIMIENTO DE MEDIDAS PREVENTIVAS,
DE SEGURIDAD Y DISEÑO DE OBRAS DE
PROTECCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA
DE AGUA POTABLE EN SITUACIONES DE
EMERGENCIA

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

Establecimiento de Medidas Preventivas, de Seguridad y Diseño de Obras de Protección de la Infraestructura de Agua Potable en Situaciones de Emergencia

ISBN: 978-607-8246-83-0

D.R. © Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209 Col. Jardines en la Montaña
C.P. 14210, Tlalpan, México, D.F.

Comisión Nacional del Agua
Insurgentes Sur No. 2416 Col. Copilco El Bajo
C.P. 04340, Coyoacán, México, D.F.
Tel. (55) 5174•4000

Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento

Impreso y hecho en México

Distribución gratuita. Prohibida su venta.

Queda prohibido su uso para fines distintos al desarrollo social.

Se autoriza la reproducción sin alteraciones del material contenido en esta obra,
sin fines de lucro y citando la fuente

CONTENIDO

Presentación	V
Objetivo general	VII
Introducción a la planeación	IX
1. Generalidades	1
1.1. Conceptos y definiciones	1
1.2. Definición de riesgos	2
1.2.1. Riesgos asociados a desastres naturales	3
1.2.2. Riesgos de desastres causados por el hombre	16
1.3. Gestión Integral de Riesgos	21
1.3.1. Procesos de la gestión integral de riesgos	21
1.3.2. Tipos de gestión para reducir el riesgo	22
2. Medidas preventivas de protección	25
2.1. Análisis de vulnerabilidad	25
2.1.1. Introducción	25
2.1.2. Primer paso: identificar los principales componentes del sistema	25
2.1.3. Segundo paso: determinar los efectos de los riesgos asociados a un desastre probable sobre los componentes del sistema	27
2.1.4. Tercer Paso: establecer objetivos de rendimiento y los niveles de servicio aceptables para el sistema	39
2.1.5. Cuarto Paso: identificar los componentes críticos	43
2.1.6. Ejemplo	43
2.2. Acciones de Mitigación	47
2.3. Diseño de obras de protección	49
2.3.1. Fuentes de abastecimiento y líneas de conducción	49
2.3.2. Plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales	51
2.3.3. Red de distribución	59
2.3.4. Áreas administrativas	61
2.3.5. Comunicaciones y transporte	61
2.3.6. Costos y programación	62
3. Acciones ante la inminencia de situaciones de emergencia	63
3.1. Plan de prevención y contingencia	63
3.1.1. Introducción	63
3.1.2. Principios básicos de un plan	63
3.2. Elementos de un plan	66
3.2.1. Directrices	66
3.2.2. Misión	68

3.2.3. Metas y Objetivos	68
3.2.4. Esquema del manejo de comunicación de emergencias	68
3.2.5. Acuerdos con otras dependencias u organizaciones	76
3.2.6. La activación del Plan	76
3.3. Cuantificación de la atención a desastres	89
3.4. Distribución de planes	90
3.5. Actualización de un plan	92
3.6. Planes de desastre específico	92
3.6.1. Resumen de riesgos	92
3.6.2. Análisis de vulnerabilidad	92
3.6.3. Medidas de mitigación	93
3.6.4. Ejemplos para un plan de desastre específico	96
3.7. Plan de medidas de prevención y mitigación de la sequía	99
3.8. Emergencias repentinas	116
3.9. Programas de apoyo para la prevención de desastres Naturales	116
3.9.1. Fondo para la Prevención de Desastres Naturales	116
3.9.2. Programas nacionales contra contingencias hidráulicas	119
3.9.3. Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU)	120
4. Actividades para la restitución de los servicios	121
4.1. Programas de apoyo para la atención de desastres Naturales	121
4.1.1. Fondo de desastres naturales	121
4.1.2. Programas federalizados y los casos de excepción	125
4.2. Respuesta a emergencias y recuperación	128
4.2.1. Primer Paso: Analizar el tipo y la gravedad de la emergencia	128
4.2.2. Segundo Paso: Proporcionar asistencia de emergencia para salvar vidas	129
4.2.3. Tercer Paso: Reducir la probabilidad de lesiones o daños adicionales	129
4.2.4. Cuarto Paso: Realizar reparaciones de emergencia basado en la demanda de prioridad	130
4.2.5. Quinto Paso: Sistema de retorno a los niveles normales (Recuperación)	131
4.2.6. Sexto paso: Evaluar la respuesta y el plan de prevención	132
Conclusiones del libro	133
Bibliografía	135
Ilustraciones	137
Tablas	139

PRESENTACIÓN

Uno de los grandes desafíos hídricos que enfrentamos a nivel global es dotar de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento a la población, debido, por un lado, al crecimiento demográfico acelerado y por otro, a las dificultades técnicas, cada vez mayores, que conlleva hacerlo.

Contar con estos servicios en el hogar es un factor determinante en la calidad de vida y desarrollo integral de las familias. En México, la población beneficiada ha venido creciendo los últimos años; sin embargo, mientras más nos acercamos a la cobertura universal, la tarea se vuelve más compleja.

Por ello, para responder a las nuevas necesidades hídricas, la administración del Presidente de la República, Enrique Peña Nieto, está impulsando una transformación integral del sector, y como parte fundamental de esta estrategia, el fortalecimiento de los organismos operadores y prestadores de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento.

En este sentido, publicamos este manual: como una guía técnica especializada, que contiene los más recientes avances tecnológicos en obras hidráulicas y normas de calidad, con el fin de desarrollar infraestructura más eficiente, segura y sustentable, así como formar recursos humanos más capacitados y preparados.

Estamos seguros de que será de gran apoyo para orientar el quehacer cotidiano de los técnicos, especialistas y tomadores de decisiones, proporcionándoles criterios para generar ciclos virtuosos de gestión, disminuir los costos de operación, impulsar el intercambio de volúmenes de agua de primer uso por agua tratada en los procesos que así lo permitan, y realizar en general, un mejor aprovechamiento de las aguas superficiales y subterráneas del país, considerando las necesidades de nueva infraestructura y el cuidado y mantenimiento de la existente.

El Gobierno de la República tiene el firme compromiso de sentar las bases de una cultura de la gestión integral del agua. Nuestros retos son grandes, pero más grande debe ser nuestra capacidad transformadora para contribuir desde el sector hídrico a **Mover a México.**

Director General de la Comisión Nacional del Agua



OBJETIVO GENERAL

El Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) está dirigido a quienes diseñan, construyen, operan y administran los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento del país; busca ser una referencia sobre los criterios, procedimientos, normas, índices, parámetros y casos de éxito que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en su carácter de entidad normativa federal en materia de agua, considera recomendable utilizar, a efecto de homologarlos, para que el desarrollo, operación y administración de los sistemas se encaminen a elevar y mantener la eficiencia y la calidad de los servicios a la población.

Este trabajo favorece y orienta la toma de decisiones por parte de autoridades, profesionales, administradores y técnicos de los organismos operadores de agua de la República Mexicana y la labor de los centros de enseñanza.



INTRODUCCIÓN A LA PLANEACIÓN

Los organismos operadores deben proporcionar el servicio de agua potable para los usuarios, incluso cuando ocurre un desastre natural. Por tanto, la infraestructura y el personal se debe preparar para dar una pronta respuesta para la recuperación del servicio ante una situación de desastres naturales, o situación de emergencia.

Estar preparados para atender emergencias por desastres naturales es una tarea de enormes proporciones debido a los diferentes tipos de eventos que pueden ocurrir. Para facilitar esta tarea, en este libro se proporcionan una serie de recomendaciones que pueden ser adoptados por operadores de agua potable, alcantarillado y saneamiento de cualquier tamaño y complejidad.

Los organismos operadores deben proporcionar agua potable de alta calidad a los usuarios. Este servicio puede verse interrumpido y comprometido ante la ocurrencia de desastres naturales, accidentes y actos intencionales. Para poder cumplir con el servicio, el personal del organismo debe reducir los efectos de estas emergencias. La mejor manera de hacerlo es mediante la capacitación del personal, la implementación de planes de contingencia y la preparación de la infraestructura para casos de emergencia.

Si bien las oficinas de protección civil, municipales, estatales y federales, cuentan con planes de contingencia para este tipo de situaciones, los organismos operadores son los responsables de la protección de la infraestructura y garantizar el suministro de agua en casos de emergencia. Independientemente de su tamaño y ubicación, los servicios públicos deben prepararse para las emergencias antes de que ocurran y deben ser capaces de restaurar rápidamente el servicio de agua.

La planificación para casos de desastre, puede parecer difícil, ya que es la planificación de eventos impredecibles, y que es imposible saber la hora exacta, la fuerza, y los efectos que puede ocasionar. Sin embargo, actualmente se cuenta con una gran cantidad de información que se ha acumulado, como las probabilidades de ocurrencia y los efectos probables en la infraestructura y el medio ambiente. Entonces, el

método consiste en aplicar este conocimiento y experiencia a la red de distribución; determinar las partes vulnerables del sistema, mejorar las deficiencias detectadas y planear estrategias para las contingencias.

Por supuesto, no es posible planificar para todos las posibles situaciones de emergencia. Se deben considerar los riesgos más probables y de acuerdo con los efectos que ocasionan, se genera un análisis adecuado para determinar las partes más vulnerables del sistema y cómo es probable que falle el servicio ante la ocurrencia del fenómeno. Por ejemplo, en un plan de emergencia, que supone la deshabilitación de una planta potabilizadora a causa de un terremoto, se identifican las fuentes alternas de agua potable que pueden ser utilizadas bajo esta consideración; dicho plan no había previsto que un incendio al interior de la planta provocara su destrucción. Pero el plan todavía fue capaz de utilizarse para hacer frente al incidente ya que los procedimientos que se aplicaron funcionaban ante un terremoto o un incendio.

1

GENERALIDADES

1.1. CONCEPTOS Y DEFINICIONES

Los conceptos y definiciones presentados, fueron retomados de la bibliografía presentada en el apartado correspondiente, algunos de estos se replican en otros libros del MAPAS, sin embargo en este apartado se presentan desde un enfoque administrativo y de planificación.

Emergencia. Una emergencia incluye cualquier evento que puede interrumpir el servicio o afectar la calidad del agua potable que se suministra a los usuarios.

Emergencias menores. Los organismos operadores experimentan rutinariamente emergencias menores. Como pueden ser roturas en tuberías, válvulas, hidrantes; paro de los equipos de bombeo por interrupción del servicio de energía eléctrica, entre otras. Las emergencias menores también pueden ser consideradas como de rutina y por lo general, afectan a unos cuantos usuarios. Si el organismo operador cuenta con cuadrillas y materiales para atender estas emergencias, se resuelven rápidamente, de lo contrario pueden convertirse en emergencias mayores.

Emergencias mayores. Emergencias importantes o extraordinarias son los desastres que afec-

tan a grandes sectores de la red de distribución; pueden reducir la calidad y cantidad del agua, y poner en riesgo la salud y la seguridad de la comunidad.

Desastres naturales. Los desastres naturales son causados por fuerzas naturales o acontecimientos que generen situaciones de emergencia por su naturaleza pueden ser geológicos (terremotos, erupciones volcánicas), hidrometeorológicos (tormentas, huracanes, vientos fuertes, inundaciones), incendios forestales, y otras condiciones climáticas severas, como la congelación o la sequía..

Desastres causados por el hombre. (*Antropogénicos*). Estos desastres causados por actos intencionales o accidentales crean situaciones de emergencia de servicios públicos de agua. Los desastres causados por el hombre pueden ser el resultado de: errores de los operadores, vandalismo, disturbios civiles, terrorismo, contaminación biológica, derrames de productos químicos peligrosos, fallas en los equipos, incendios y explosiones incendiarias.

Línea de vida (Lifelines). Se define como un sistema integrado por distintas instituciones, personal, equipos y procedimientos, establecidos para garantizar el suministro de

agua potable, en forma permanente, ante la ocurrencia de un desastre natural, tomando como eje central la prevención de daños a la infraestructura designada como vital para el servicio, garantizar y la seguridad de los trabajadores en las distintas áreas de trabajo riesgos. Además del organismo operador de agua potable, alcantarillado y saneamiento, otras dependencias que pueden formar parte de la línea de vida son: obras públicas, la comisión federal de electricidad, las direcciones de seguridad pública, bomberos, protección civil, desarrollo social, salud, transporte y vialidad entre otros. Complementariamente se deben incluir los sistemas de comunicación telefónica, celular, radiofrecuencia y satelital.

Riesgo. La posibilidad de daños a la infraestructura hidráulica a un desastre natural o causado por el hombre. Ejemplos de ello son los fuertes vientos de un huracán y el temblor de tierra de un terremoto.

Red de distribución. Conjunto de tubería, piezas especiales, válvulas y estructuras que conducen el agua desde los tanques de regulación hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos.

Una red de distribución o sistema de agua tiene los siguientes subsistemas: fuentes, conducciones, sistemas de tratamiento, tanques de almacenamiento y red primaria, red secundaria. Dentro de cada uno de estos subsistemas existen componentes críticos, tales como la energía eléctrica, personal, materiales y suministros, equipos, estructuras, transporte, combustibles líquidos, y las comunicaciones,

que deben examinarse en el desarrollo de un plan de emergencia.

Sistema total. Un concepto que incorpora todo un sistema, como una red de distribución de agua potable, incluyendo la interrelación o interdependencia con otras dependencias tales como la Comisión Federal de Electricidad, protección civil, policía municipal, obras públicas, entre otras.

Componente. Una parte discreta de un sistema que es capaz de funcionar de forma independiente, pero que se ha diseñado, construido y operado con el fin de convertirse en una parte integral del sistema total. Ejemplos de los componentes individuales de un sistema de agua son los pozos, estaciones de bombeo y tanques.

1.2. DEFINICIÓN DE RIESGOS

La ocurrencia y gravedad de los desastres naturales varían según la ubicación geográfica; mientras que los desastres de origen humano pueden afectar a cualquier sistema y en cualquier lugar. Los peligros de un desastre probable son las fuerzas que pueden dañar los componentes del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (SAPAS). Ejemplos de ello son los fuertes vientos de un huracán, el movimiento de suelo causado por un terremoto o la contaminación de una fuente debido a un derrame de sustancias químicas. En este capítulo se discute la probabilidad de los desastres y los riesgos asociados con cada evento. Un plan de contingencia debe fundamentarse en esta información para una matriz de la probabilidad y magnitud de los eventos.

1.2.1. RIESGOS ASOCIADOS A DESASTRES NATURALES

A continuación se describen los desastres naturales más comunes y los riesgos asociados con esos.

1.2.1.1. Terremotos

Los daños causados por un terremoto pueden ser extensos. La energía liberada por un terremoto puede ser el equivalente a la explosión de millones de toneladas de dinamita. El grado de daño sufrido se relaciona con la magnitud del sismo, la distancia desde el epicentro (la parte de la superficie de la tierra directamente sobre el foco de un terremoto), los tipos de suelo en el área, y el modo como resultado de fallo de tierra.

El terremoto registrado en la ciudad de México en septiembre de 1985 de magnitud 8.1 grados (Ilustración 1.1), demostró el riesgo que sufre la infraestructura hidráulica ante un evento de este tipo. Durante este sismo se dejó de abastecer 7.6 m³/s en redes primarias y secundarias del sistema de agua potable; hubo escasez de agua como consecuencia de varias averías en el Acueducto Sur Oriente con 28 fracturas, se presentaron 167 fugas en la red primaria y 7 229 en la red secundaria. En cuanto al drenaje se tuvieron en Río La Piedad, 6 500 metros afectados; en menor grado, el Río Churubusco. Filtraciones de la lumbrera 9 a la 14 del Emisor Central y en 300 metros del Interceptor Centro-Poniente (Ramírez, 2005).

Ilustración 1.1 Daños en la ciudad de México por terremoto en 1985



Desde un punto de vista práctico, el riesgo de terremotos en América del Norte se ha definido con relativa precisión. La Ilustración 1.2 indica las regiones sísmicas en México; la costa del Océano Pacífico tiene el mayor riesgo, sin embargo la zona central del país también presenta un riesgo significativo. Para determinar una probabilidad más precisa de que ocurra un terremoto y la magnitud potencial, se debe revisar los datos geológicos y sismológicos disponibles en el Servicio Sismológico Nacional y el Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Los principales riesgos de terremotos que pueden dañar los componentes del sistema de agua:

Falla

Es causada por el movimiento diferencial de dos masas de tierra a lo largo de una línea. Si una tubería cruza una falla que se rompe, la conducción experimentará fuerzas que pueden deformar o dividir el tubo o secciones separadas en las articulaciones, la Ilustración 1.3 muestra esas fuerzas. Las fallas conocidas son identificadas en mapas geológicos y sísmicos.

Ilustración 1.2 Regiones Sísmicas en México (Segob, 2014)

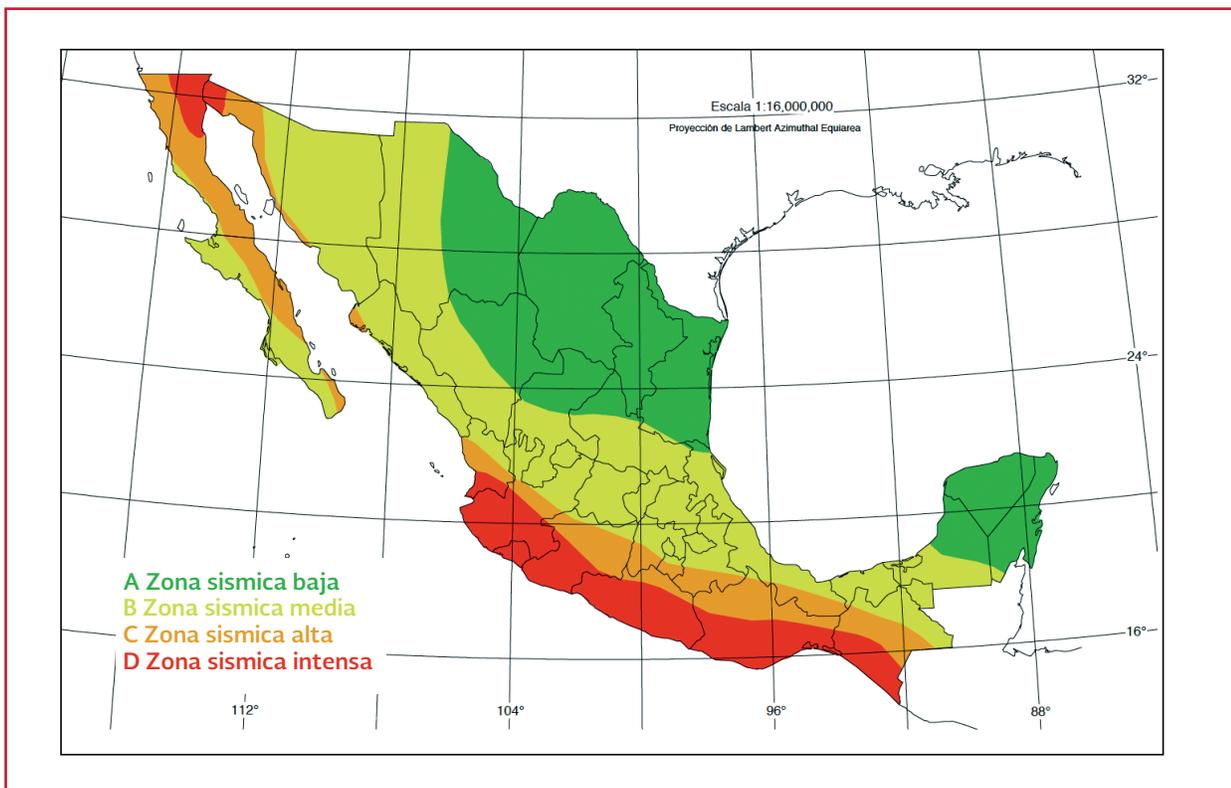


Ilustración 1.3 Fuerzas inducidas por sismo a la tubería (<http://www.curiosidades.batanga.com>)

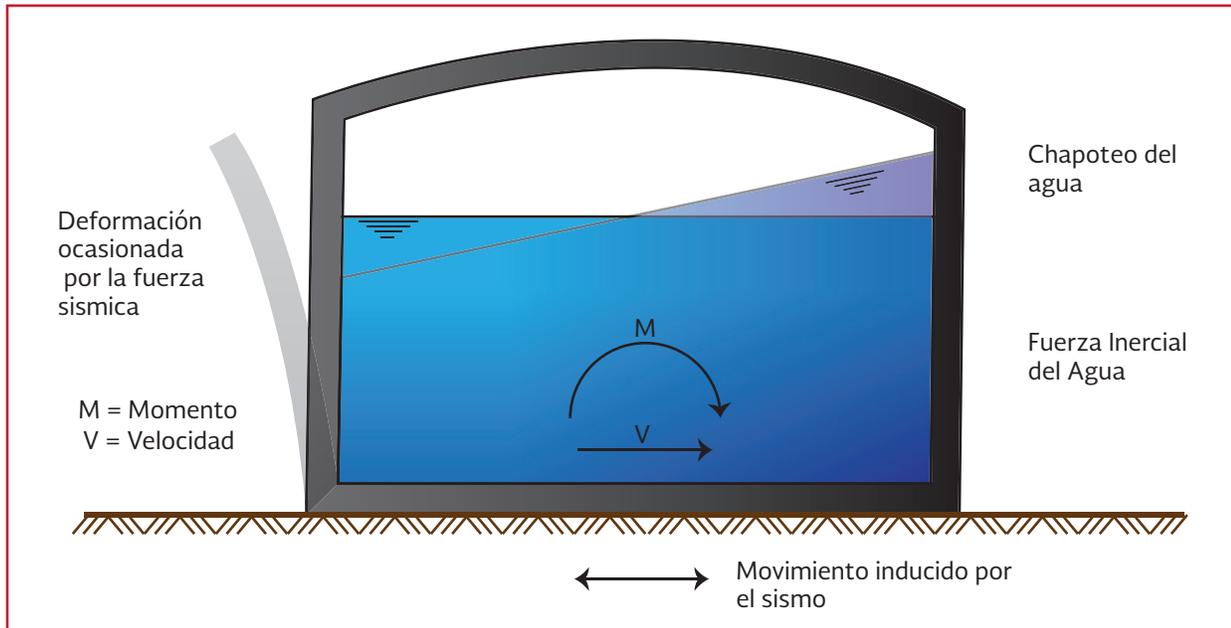


Oscilación del suelo

La energía creada por un terremoto irradia en ondas desde el epicentro como ondas provocadas por una piedra arrojada a un estanque. Las ondas que se propagan causan que el suelo oscile. Cuanto más cerca se esté del epicentro, más violenta y vertical será el movimiento; cuanto más lejos del epicentro, la oscilación será menos severa y de forma ho-

rizantal. El tipo de suelo afecta a la intensidad de los temblores. La energía hace que las dos aceleraciones, vertical y horizontal, pueden dañar los componentes del sistema de distribución. Por ejemplo, el tubo que entra a una estructura de concreto sin juntas flexibles, está sujeto a esfuerzos que lo pueden llevar a la falla. Otro ejemplo son las fuerzas sísmicas en los tanques de almacenamiento de agua (Ilustración 1.4).

Ilustración 1.4 Fuerzas inducidas un tanque superficial por acción del sismo



Licuefacción

Entre los poros de las partículas de los suelos se encuentra alojada agua; La energía de un terremoto genera alta presión en el suelo y en el agua de poros que puede superar la fricción entre las partículas del suelo. Cuando la presión del agua de los poros es superior a la fricción de las partículas, principalmente en arenas sueltas con alto contenido de agua, el suelo se convertirá en una suspensión de agua del suelo con una resistencia muy baja al esfuerzo cortante. El resultado puede ser la falla de cimentaciones, asentamiento diferencial, desplazamiento lateral, o flotación de los componentes subterráneos. La licuefacción también puede causar una pérdida de estabilidad de taludes y crear deslizamientos (Ilustración 1.5).

Ilustración 1.5 Daños por licuefacción del suelo (www.taringa.net)



Densificación y consolidación

El temblor de la tierra debido a un terremoto puede causar la consolidación del suelo. Es un proceso similar al uso de un rodillo vibratorio para compactar. Esto provoca hundimientos del suelo

(Ilustración 1.6). En Valdivia, Chile, el hundimiento debido a la densificación durante el terremoto de 1960 fue mayor 1 m (Lambe y Whitman, 1969).

Ilustración 1.6 Medición de la densificación del suelo (pavimentosestructurales.wordpress.com)



Deslizamiento

Un deslizamiento de tierra se produce cuando laderas pierden resistencia al corte a causa de una perturbación por lluvia o temblor de tierra (Ilustración 1.7). La mayor parte de los daños causados por el terremoto de Alaska de 1964 fue resultado de los deslizamientos de tierra. Los deslizamientos de tierra pueden causar que las presas de tierra fallen. En algunas zonas propensas a los terremotos, se han desarrollado mapas de peligros de deslizamientos.

Ilustración 1.7 Falla de taludes por sismo



Tsunamis y seiche

Un tsunami es una ola gigante causada por un terremoto o una explosión volcánica en el fondo marino. Por su parte un seiche es una oscilación de la superficie de un lago, embalse o mar interior debido a un terremoto (Ilustración 1.9). Los Tsunami y los seiche también pueden ser causados por deslizamientos inducidos por terremotos o saturación de agua de laderas (San Juan de Grijalva, 4 de noviembre de 2007). La pared de agua de un tsunami puede superar el tamaño de la marea alta normal y contiene una energía muy grande. El tsunami de la erupción volcánica del Krakatoa en 1883 tuvo una altura de 33 metros y mató a 36 000 personas; un tsunami que afectó a Hilo, Hawaii, en 1960, causó daños por más de \$ 20 millones de dólares y mató a más de 80 personas (AWWA, 2005). El terremoto ocurrido en Indonesia en 2004, fue un terremoto submarino que ocasionó una serie de tsunamis a lo largo de las costas de la mayoría de los países que bordean el Océano Índico, según las cifras finales generadas por la ONU, el evento dejó un total de 229 866 pérdidas humanas, por lo que la catástrofe es el noveno desastre natural más mortal de la historia moderna. El terremoto y tsunami ocurrido en Japón en 2011 creó olas de maremoto de hasta 40.5 metros.

Ilustración 1.8 Tsunami en la costa norte de Japón (www.australiangeographic.com.au)



Un seiche en el embalse de una presa puede causar erosión de los taludes y como resultado la falla de la presa; además puede dañar las obras de toma y de excedencia.

1.2.1.2. Huracanes

Un huracán es un viento de fuerza extraordinaria que forma torbellino y gira en grandes círculos en el cual los vientos máximos sostenidos alcanzan o superan los 252 km/h. El huracán suele originarse en las zonas tropicales y, desde el momento de su nacimiento, comienza a expandir su diámetro. El área nubosa cubre una extensión entre los 500 y 900 km de diámetro, produciendo lluvias intensas. El ojo del huracán alcanza normalmente un diámetro que varía entre 24 y 40 km, sin embargo, puede llegar hasta cerca de 100 km. En esta etapa el ciclón se clasifica por medio de la escala Saffir-Simpson (<http://smn.cna.gob.mx>). México se ha visto devastado a lo largo de su historia por estas formaciones, las cuales alcanzan diferentes categorías dependiendo de la fuerza de sus vientos que van desde 118 km (categoría 1) hasta los 250 km por hora (categoría 5), ver Ilustración 1.9.

Los desastres naturales que más costos económicos han generado en los últimos años en Mé-

xico, han sido los huracanes (y sus inundaciones y tormentas asociadas), y los temblores.

Los principales riesgos asociados a los huracanes son vientos fuertes, la marejada ciclónica y las inundaciones; se han registrado vientos huracanados estimados de hasta 320 km/h, del Huracán *Camille*, ocurrido en Mississippi, USA (1969).

Por otra parte, una marea de tormenta es una pared de agua creada por la presión atmosférica muy baja en el ojo del huracán. El aumento de la pared puede ser mayor de 6 m sobre el nivel medio del mar y las lluvias de un huracán ocasionan inundaciones en las comunidades. Los fuertes vientos de un huracán junto con la marea alta y la marea de tormenta pueden devastar las zonas del litoral y los sistemas de agua pueden ser vulnerables. Las estructuras superficiales pueden sufrir daños por el viento y las inundaciones pueden destruir instalaciones como plantas de tratamiento, tanques y pozos; las raíces de los árboles derribados por un huracán pueden romper las tuberías; durante la ocurrencia de un huracán también son comunes los cortes de energía eléctrica. La Ilustración 1.10 muestra ejemplos de estas afectaciones).

Ilustración 1.9 Riesgos asociados a huracanes



Ilustración 1.10 Daños causados por Huracanes



1.2.1.3. Inundaciones

Las inundaciones pueden ser causadas por fuertes lluvias (Ilustración 1.11) o deshielo, huracanes, mareas altas, erupciones volcánicas, o rotura de presas.

Una inundación puede contaminar los suministros de agua, inundar las estaciones de bombeo y de tratamiento; puede afectar los equipos y materiales de trabajo almacenados en oficinas e interrumpir la energía eléctrica. Las inundaciones por precipitaciones son relativamente fáciles de predecir y adoptar medidas preventivas que disminuyan los riesgos a la infraestructura, siempre que se cuente con los suficientes fondos y personal.

1.2.1.4. Incendios

Un incendio en un bosque puede dañar las cuencas hidrográficas, las estructuras del sistema de agua, y el suministro de energía eléctrica a las fuentes de abastecimiento (Ilustración 1.12).

1.2.1.5. Erupciones volcánicas

El noroeste del Pacífico, Alaska, Hawaii, y el centro de México son zonas especialmente propensas a erupciones volcánicas. El ejemplo reciente más dramático de una erupción volcánica ocurrió en el Monte St. Helens en el estado de Washington en 1980 (Ilustración 1.13). Más de 80 personas murieron y el daño era extenso. La previsibilidad de las erupciones volcánicas se ha vuelto más refina-

da en los últimos años a pesar de que los volcanes pueden entrar en erupción sin previo aviso.

Los peligros de las erupciones explosivas incluyen vientos, el fuego, caída de rocas, flujo de

lava, las inundaciones debido a barro, la nieve derretida y la ceniza. Estos peligros pueden dañar estructuras, los equipos, destruir las fuentes de abastecimiento y contaminar las cuencas hidrográficas.

Ilustración 1.11 Daños causados por inundaciones en Tabasco (2011)



Ilustración 1.12 Incendios forestales en Jalisco y Quintana Roo



Ilustración 1.13 Erupción del Monte St. Helens (1980)



1.2.1.6. Sequías

La sequía es un fenómeno complejo por lo que existen varias definiciones de la misma, dependiendo de la causa sobre la cual se ponga mayor énfasis: por disminución de la precipitación (sequía meteorológica), por reducción de caudales de las fuentes superficiales, almacenamiento de embalses o niveles de fuentes subterráneas (sequía hidrológica); la demanda supera la oferta del recurso hídrico para satisfacer las necesidades de los usuarios y otras fallas en la gestión del recurso (sequía operativa).

Otra tipología de la sequía las ubica en cuatro tipos: la meteorológica (precipitaciones), la hidrológica (escurrimientos y almacenamiento), la agrícola (cuando la cantidad de agua no alcanza a cubrir los requerimientos de las actividades agropecuarias) y la socioeconómica (cuando la cantidad de agua disponible afecta a la economía de la población. En esta tipología la sequía agrícola puede ser considerada una sequía socioeconómica cuando afecta a poblaciones poco desarrolladas cuya actividad económica depende esencialmente de las actividades primarias (PMPMS, CONAGUA, 2014).

Las sequías son un fenómeno temporal, ya que los ciclos de precipitaciones tienen puntos altos y bajos que se alternan y de forma natural afectan a la disponibilidad de agua, presentándose algunas temporadas en que las lluvias escasean y otras en que llueve de forma abundante. Así mismo, la actividad humana influye sobre este ciclo del agua, ya que las actividades económicas (principalmente las agropecuarias) hacen uso de las fuentes de agua, reduciendo su disponibilidad. Además, estas actividades pueden alterar el medio ambiente por ejemplo a través

de la deforestación, lo cual afecta al reabastecimiento de las fuentes. A su vez, la disminución en la disponibilidad de agua puede afectar a las actividades económicas de una región, por lo que puede presentarse un círculo vicioso que termina afectando al desarrollo humano.

Las sequías se caracterizan por la reducción del agua o humedad disponible, lo que produce la disminución del caudal normal de las fuentes superficiales y subterráneas y, el desarrollo de la sequía meteorológica, hidrológica y agrícola (OPS, 2002). Se ha llegado a mencionar que la sequía es un «no evento», debido a que su ocurrencia, sobre todo en su inicio, no es fácilmente detectable como tal, sino que se le reconoce por los efectos que causa después de un cierto tiempo (Ilustración 1.14 e Ilustración 1.15).

Se han establecido rangos de intensidad de sequía de acuerdo con los estándares internacionales (PMPMS, CONAGUA, 2014):

- **Anormalmente Seco (D0):** Se trata de una condición de sequedad, no es un tipo de sequía. Se presenta al principio o cuando no haya sequía. Al principio de la sequía: debido a la sequedad de corto plazo hay retraso de la siembra de cultivos anuales, limitado crecimiento de los cultivos o pastos, riesgo de incendios por arriba del promedio. Al concluir la sequía: déficit persistente de agua, pastos o cultivos no recuperados completamente.
- **Sequía Moderada (D1):** Cuando se presentan algunos daños a los cultivos y pastos, alto riesgo de incendios, niveles bajos en arroyos, embalses y pozos, escasez de agua. Se requiere uso de agua restringida de manera voluntaria.

Ilustración 1.14 Afectación de sequía en zonas rurales (Cátedra UNESCO-IMTA, 2013)



- **Sequía Severa (D2):** Existe en el momento que se dan probables pérdidas en cultivos o pastos, muy alto riesgo de incendios, la escasez de agua es común. Se recomienda se impongan restricciones de uso del agua.
- **Sequía Extrema (D3):** Se dan mayores pérdidas en cultivos o pastos, peligro extremo de incendio, la escasez de agua o las restricciones de su uso se generalizan.
- **Sequía Excepcional (D4):** Se presentan pérdidas excepcionales y generalizadas de los cultivos o pastos, riesgo de incendio excepcional, escasez de agua en los embalses, arroyos y pozos, se crean situaciones de emergencia debido a la ausencia de agua.

Por su ubicación geográfica en el Trópico de Cáncer, México es altamente vulnerable a las sequías e inundaciones. El 66 por ciento del territorio es desértico o semidesértico (CONAGUA, 2013).

Desde tiempos antiguos han ocurrido sequías de gran magnitud en México; desgraciadamente no se cuenta con suficiente información para

Ilustración 1.15 Afectación de sequía en el ganado (Cátedra UNESCO-IMTA, 2013)



hacer un recuento de los daños. En el siglo XX se registraron en México cuatro grandes períodos de sequías, estos períodos son: 1948 - 1954, 1960 - 1964, 1970 - 1978 y 1993 - 1996. En todos los casos hubo grandes pérdidas económicas en agricultura, ganadería y el uso racionalizado del agua para el consumo humano. En general, aun cuando en la actualidad se presentan grados bajos de sequía y desertificación, en un futuro los problemas de disponibilidad de agua aumentarán y se agravarán.

Se reconoce que en el 2009 se presentó en México la segunda peor sequía en 60 años, que el 2010 fue el año más lluvioso del que se tenga registro y que, en el 2011, 52 por ciento del territorio ha registrado el peor año de sequía en las últimas siete décadas. Por primera ocasión en 2009 y a la fecha (salvo 2011) el área metropolitana de la ciudad de México ha tenido reducciones en la asignación anual de agua hasta en un 30 por ciento debido a escasez de agua en sus fuentes de abasto superficial derivado de la sequía (extraído de http://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/571/mod_page/content/86/M%C3%A9xico_2_2.pdf).

En 2011 en lo que hace a los impactos, la sequía es uno de los que tienen mayores consecuencias sociales, económicas y ambientales. Desde la segunda mitad de 2010, un déficit de lluvias significativo en 19 entidades del país alcanzó el nivel de sequía severa (CONAGUA, 2013). La falta de agua afectó a más de 2 350 comunidades, con aproximadamente 2 millones de habitantes en total (SEMARNAT, 2012).

Uno de los fenómenos climáticos que más afecta a las actividades económicas del país es la sequía, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) se encarga de detectar el estado actual y la evolución de este fenómeno. Para ello se apoya en el Monitor de Sequía en México (MSM) que a su vez forma parte del Monitor de Sequía de América del Norte (NADM). La Ilustración 1.16 muestra el monitor de los rangos de intensidad de sequía en febrero de 2015, el cual puede consultarse en la liga del Monitor de Sequías: http://smn.cna.gob.mx/climatologia/sequia/sequiaMx/MexSequia_28Febrero2015.pdf, la cual proporciona alertas diarias y actualizadas de manera quincenal.

Las investigaciones reconocen que el cambio climático aumentaría la frecuencia y severidad de las sequías, con efectos mayores en las zonas áridas, por ejemplo el fenómeno de El Niño. Esto se manifestó desde el informe “México Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”. El mapa de la Ilustración 1.17 muestra el caso extremo de la “Severidad de la sequía meteorológica”, desarrollado con el modelo matemático GFDL-R30 (SEMARNAP, 1997).

1.2.1.7. Otros fenómenos climatológicos

El clima severo, como nieve, frío o calor extremo; las tormentas de hielo, o vientos fuertes, puede tener efectos tanto a corto como a largo plazo en un sistema. La nieve puede cubrir las cajas de válvulas y evitar que el personal llegue hasta el sitio donde se requiera dar mantenimiento. Los rayos pueden causar interrupciones o daños en los equipos electrónicos. El frío extremo puede congelar las válvulas, tuberías y estructuras de almacenamiento (Ilustración 1.18). El calor extremo puede agotar los suministros de agua y generar carencias. Los vientos fuertes pueden dañar las estructuras y con frecuencia causan apagones. Las probabilidades de los riesgos climáticos extremos son específicas de cada área. El sistema meteorológico puede ayudar a determinar las probabilidades de este tipo de eventos.

1.2.1.8. Enfermedades transmitidas por el agua

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) con los desastres naturales a menudo se presentan problemas de salud, ocasionados por el estancamiento de agua, la contaminación de las fuentes de abastecimiento, la destrucción de las plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales. Los desastres naturales no suelen provocar brotes masivos de enfermedades infecciosas, aunque en algunas circunstancias aumentan las posibilidades de transmisión.

Los sistemas de abastecimiento de agua potable y los de alcantarillado son especialmente vulnerables a los desastres naturales y su destrucción o la interrupción de los servicios conllevan graves

Ilustración 1.16 Rangos de intensidad de sequía hasta febrero de 2015 (Extraído de <http://smn.cna.gob.mx>)

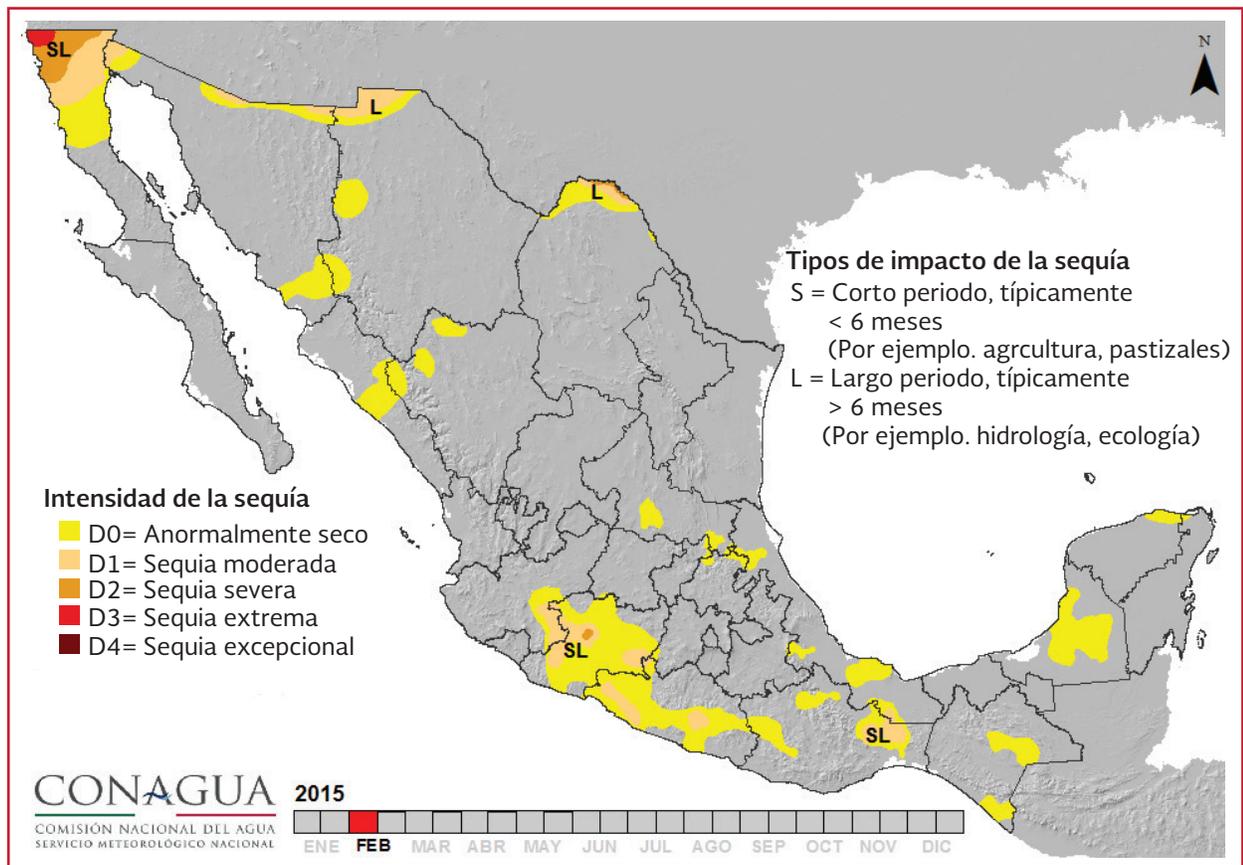


Ilustración 1.17 Mapa de severidad de la sequía (Henández, et.al., 1995)

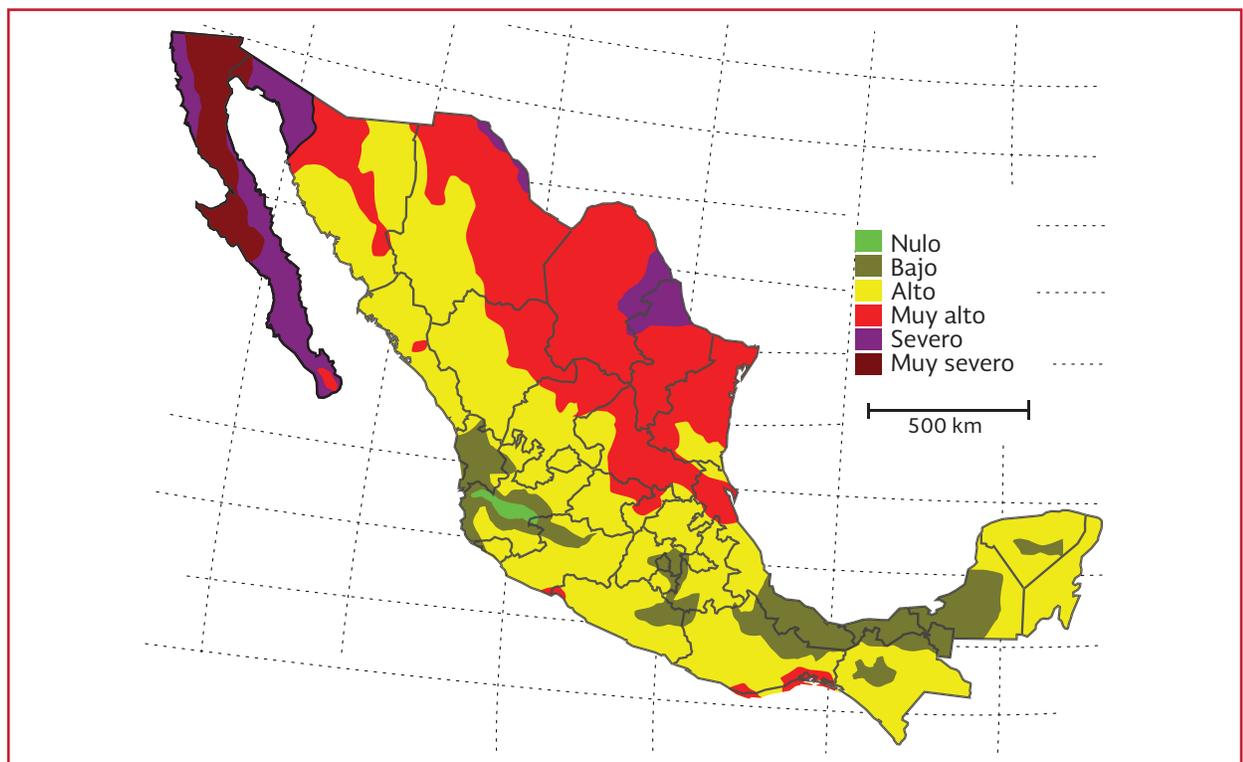


Ilustración 1.18 Congelamiento del aparato medidor de agua en Tecate (codiceenlinea.com)



riesgos sanitarios. Esos sistemas son extensos, a menudo están en mal estado y expuestos a diversos peligros. Las deficiencias en la cantidad y calidad del agua potable y los problemas de eliminación de excretas y otros desechos traen como consecuencia un deterioro de los servicios de saneamiento que contribuye a crear las condiciones favorables para la propagación de enfermedades entéricas y de otro tipo.

A corto plazo, el aumento de la incidencia de enfermedades que se observa con mayor frecuencia obedece a la contaminación fecal del agua y los alimentos, lo que ocasiona mayormente enfermedades entéricas (diarreas, hepatitis A, fiebre tifoidea y cólera). A más largo plazo, en algunas zonas puede haber un aumento de las enfermedades transmitidas por vectores (paludismo, dengue, esquistosomiasis, fiebre amarilla, enfermedad de Chagas, entre otras), debido a la desorganización de las actividades correspondientes de control. Es posible que las lluvias torrenciales y las inundaciones arrastren los insecticidas residuales de las paredes de los edificios y que aumente el número de criaderos de mosquitos. (OMS, 2000).

En México, después del sismo de 1985 ocurrido en la ciudad de México, se estableció un sistema de vigilancia epidemiológica para evaluar y controlar la calidad del agua, enfermedades diarréicas y enfermedades inmunoprevenibles, se dispuso la vacunación antisarampión y se distribuyeron masivamente paquetes de sales de rehidratación oral y pastillas de cloro. (www.spps.gob.mx, 2012). Ante la escasez de agua, la población acudió a los registros y fuentes públicas de las calles para extraer el líquido, formándose largas filas ante la necesidad de agua potable. Las autoridades llamaron a la población a desistirse de hacerlo ya que ello complicaría la labor de recuperar la red de abasto de agua. Es por ello que el gobierno estableció controles epidemiológicos al abasto de agua varias veces al día (SSA, 2014).

Algunas otras enfermedades transmitidas por el agua es en cuanto a contaminación por metales pesados como el plomo, cadmio y mercurio, estas son muy tóxicas y acumulables por los organismos que los absorben, los cuales a su vez son fuente de contaminación de las cadenas alimenticias al ser ingeridos por alguno de sus eslabones, provocan

ceguera, amnesia, raquitismo, miastenia o hasta la muerte. En 1965 se informó en Japón de la muerte de más de 100 personas por contaminación por cadmio, el cual afecta principalmente a los huesos. El cadmio es tóxico para todas las formas de vida y en el hombre puede provocar daños en el aparato digestivo, en riñones y en los huesos (produce descalcificación y lesiones en la médula ósea), e inhibir algunos procesos enzimáticos. (www.agua.org.mx)

Así también las aguas residuales industriales desechadas que contienen sustancias muy tóxicas pueden llevar a situaciones de desastre humano y ecológico, como los cianuros que son arrojados a las alcantarillas por industrias dedicadas a la galvanoplastia o a la refinación y limpieza de metales, o bien a ríos como el caso de la cascada El Salto de Juanacatlán, en Jalisco, México, o la contaminación por derrame tóxico de sulfato de cobre y otros metales pesados al Río Sonora por la Industria minera en 2014, sin que hasta la fecha se sepa la afectación directa en la salud, pues sólo se conocen casos de conjuntivitis, dermatitis y males gastrointestinales. (www.greenpeace.org).

1.2.2. RIESGOS DE DESASTRES CAUSADOS POR EL HOMBRE

Los párrafos siguientes describen los desastres más comunes causados por el hombre y los riesgos asociados con esos desastres.

1.2.2.1. Ingreso de material peligroso

Todos los materiales que pueden dañar a los seres humanos directamente o contaminar el aire o el agua, deben ser considerados peligrosos. Algunos materiales peligrosos, tales como el cloro, se utilizan en el tratamiento del agua y otros pueden no ser utilizados por los organismos operadores, pero pueden ser introducidos en la red de manera accidental. El límite permisible de cloro residual libre, de acuerdo con la Normatividad Mexicana (NOM-127-SSA1-1994) para el tratamiento del agua es de 0.2 a 1.50 mg/L (Secretaría de Salud, 1999). (Ilustración 1.19).

Los derrames pueden provenir de tuberías, barcos, aviones, vehículos automotores, ferrocarriles, o contenedores fijos. Por ejemplo, en 1981, un avión de fumigación que llevaba el

Ilustración 1.19 Contaminación accidental por derrame de sustancias



herbicida 2,4-D se estrelló en un río del centro de California, no lejos de la toma de agua para el abastecimiento de agua de la ciudad. Los derrames pueden ser de materiales líquidos, sólidos o gaseosos. Pueden ocurrir en cualquier momento y pueden provocar lesiones, pérdida de vidas, daños a la propiedad, y los gastos considerables para restaurar la actividad normal. El efecto más grave de derrames de sustancias peligrosas a una red de distribución es la contaminación de las fuentes de abastecimiento ya sea superficial o subterránea. Los programas de prevención de emergencias deben proporcionar los medios para evitar la contaminación en la red o reducir al mínimo la propagación de la contaminación en todo el sistema. Los daños causados a la infraestructura por un derrame pueden ser muy costosos, debido a los trabajos de limpieza, el reemplazo

de los componentes del sistema y las potenciales afectaciones a la salud de los usuarios y los trabajadores.

1.2.2.2. Incendio de estructuras

Un incendio en una estación de bombeo, una planta de tratamiento o planta potabilizadora pueden afectar seriamente el suministro de agua y pueden destruir muchos componentes críticos, tales como los equipos eléctricos. Los incendios también pueden destruir edificios administrativos (incluyendo el equipo, materiales y registros en el interior) y estructuras de almacenamiento y mantenimiento. Un gran incendio que afecte a muchas estructuras o un área amplia de una ciudad puede agotar el suministro de agua a través de los esfuerzos de lucha contra incendios (Ilustración 1.20).

Ilustración 1.20 Incendio de oficinas



1.2.2.3. Accidentes de tránsito y ejecución de obras

Los accidentes durante la construcción de obras cercanas a la infraestructura de la red de distribución pueden dañar los componentes del sistema de agua, tanto en las estructuras superficiales y como las subterráneas. Los accidentes de todas las formas de transporte deben ser considerados en la planificación de atención a emergencias, incluida la carretera, ferrocarril, agua y aire. Estos accidentes también pueden interrumpir el tráfico y bloquear el acceso a los componentes del sistema (Ilustración 1.21). Los accidentes de transporte muy probablemente dañarán los componentes superficiales.

1.2.2.4. Vandalismo, motines, huelgas

En las amenazas antrópicas se ha considerado la incidencia de amenazas provocadas por acción del hombre, como son: vandalismo contra las instalaciones de agua potable y alcantarillando, líneas de conducción, plantas de tratamiento, etc., lo cual podría producir daños tanto o más grandes que un desastre de origen natural. También se

ha tenido en cuenta las amenazas provenientes del terrorismo, que atentan contra la vida de las personas y la infraestructura existente. En el caso ecuatoriano, como consecuencia de la aplicación y puesta en marcha del Plan Colombia, el terrorismo podría afectar a las provincias fronterizas del norte del país, otra amenaza antrópica podría ser posibles ataques a las instalaciones de la refinería de Esmeraldas y a la Base Naval de Manta, lo cual provocaría daños que afectarían la economía del país. En México podrían presentarse situaciones similares de ataques a los sistemas de agua o la contaminación de ríos, como formas de protesta o vandalismo. (Ministerio de Desarrollo Urbano y vivienda, Ecuador, 2003).

Los problemas causados por conflictos sociales, asociados al suministro de agua potable, puede poner en riesgo, no solo a las instalaciones, sino también al personal operativo, puede estar en riesgo de ser agredido. Las huelgas de los trabajadores de los organismos de agua pueden resultar en paro o retrasos, pero también puede dar lugar a actos de vandalismo, sabotaje e interferencia del suministro. Cualquier sistema puede potencialmente ser afectado por estos actos (Ilustración 1.22).

Ilustración 1.21 Daños por accidentes de construcción y de tránsito

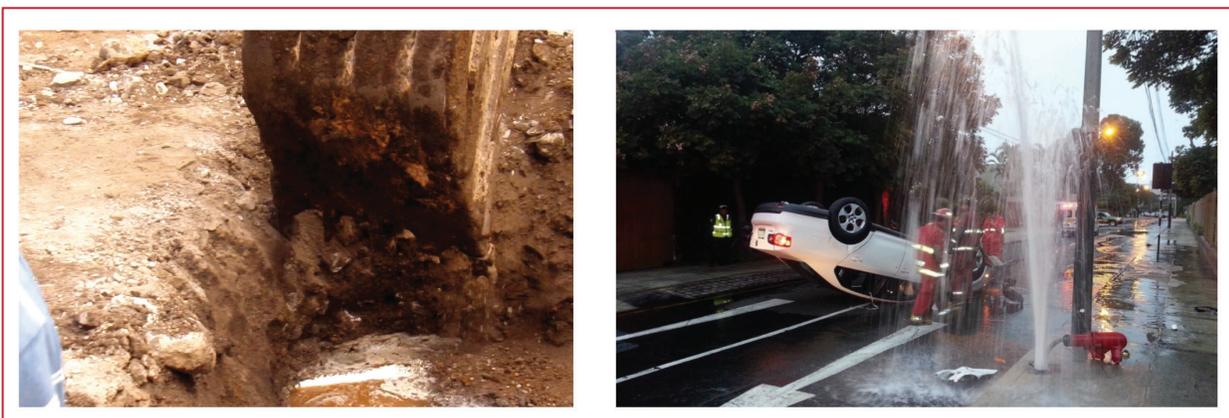


Ilustración 1.22 Robo de micromedidores y manifestación en sistema de agua



1.2.2.5. Resumen de riesgos

Para definir los desastres naturales y ocasionados por el hombre a un Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (SAPAS), se debe elaborar un resumen de riesgos, donde se enlistan los eventos y el potencial de riesgo asociado. La Tabla 1.1 muestra un ejemplo de un formulario que sirve para obtener un resumen de riesgos e identificar los de mayor incidencia en nuestro Sistema. El formulario se puede ampliar o acortar para satisfacer las necesidades individuales de cada sistema de agua. En la columna

de "probabilidad estimada" se debe anotar el promedio de ocurrencia de cada desastre de acuerdo a su región (por ejemplo, una vez cada 100 años). La probabilidad estimada también podría ser calificada como baja, media o alta. Haciendo una lista de todas las posibilidades de desastres y la calificación de sus probabilidades de ocurrencia, es posible establecer prioridades para la planificación. En la columna de "Magnitud Estimada", complete la posible gravedad del peligro utilizando medidas tales como la magnitud escala de Richter, velocidad del viento, o la elevación de la inundación, etcétera.

Tabla 1.1 Resumen de riesgos para un organismo operador hipotético

Tipo de fenómeno	Probabilidad estimada	Magnitud estimada	Unidades	Comentarios
Terremoto	1 en 60 años	7	Escala Richter	
Falla	medio	1.4	metros	
Oscilación del suelo	alto			
Licuefacción	medio-bajo		Aceleración vertical y horizontal	
Consolidación	medio			
Deslizamiento	medio-alto			
Tsunami	nulo			
Seiche	nulo			
Huracanes				
Viento	Bajo			
marejada ciclónica	Bajo			
Inundación	Medio	400	km ²	área de inundación
		0.9	m	profundidad media de inundación
Incendio forestal	Alto			
Erupción volcánica	1 en 300 años	550	km	de distancia
Otros fenómenos				
Nieve o hielo	nulo			
Calor extremo	bajo			
Viento	medio	60 - 80	km/h	
Tormentas eléctricas	bajo			
Otros fenómenos	nulo			
Contaminación biológica	bajo			
Materiales peligrosos				
Cloro	medio-alto	1	ton	Capacidad de los contenedores
Otros	medio-alto	1	pipa	Paso de vehiculos de transporte de sustancias paralelo a la conducción de 20"
Incendios	bajo			
Accidentes de construcción	medio-alto			Construcción de nuevas zonas residenciales en las cercanías de los tanques de abastecimiento
Accidentes de transporte				
Vehiculares	medio			Construcción de nuevas zonas residenciales en las cercanías de los tanques de abastecimiento
Ferrovianos	bajo			
Aéreos	nulo			
Náuticos	nulo			
Vandalismo	medio			Las fuentes no cuentan con la protección adecuada
Manifestaciones	bajo			
Huelgas	bajo			

1.3. GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS

Proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre.

La gestión del riesgo de desastre debe estar basada en la investigación científica, registros históricos y debe orientar las políticas, estrategias y acciones en todos los niveles de gobierno y de la sociedad con la finalidad de proteger la vida de la población y el patrimonio de las personas.

La gestión del riesgo de desastre es un eje transversal y requisito indispensable para todas las actividades del desarrollo sostenible, entendiéndose como aquél que satisface las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender las suyas.

El concepto de gestión del riesgo de desastre tiene una concepción dinámica, integral y proactiva. Conglomera un conjunto de elementos, medidas y herramientas dirigidas para intervenir eficientemente sobre las condiciones de vulnerabilidad de un grupo social o de varios grupos sociales que pueden interactuar entre sí, transformando el tradicional ciclo de los desastres en procesos que incorporan todas las etapas del riesgo para prevenirlo, anticipando la ocurrencia o manifestación del desastre (UNESCO, 2011).

1.3.1. PROCESOS DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS

Los procesos que componen la gestión del riesgo de desastre son.

1. Estimación del riesgo
2. Prevención y reducción del riesgo
3. Preparación, respuesta y rehabilitación
4. Reconstrucción

1.3.1.1. Estimación del riesgo

Es un proceso esencial que permite identificar y valorar el riesgo, para tener una visión integral de la exposición al mismo que pudiera tener un determinado grupo social.

Esta visión se logra por medio de la interpretación de la información disponible y su uso sistemático para identificar las amenazas, vulnerabilidades y capacidades, para poder determinar la probabilidad de ocurrencia de eventos potencialmente adversos, sean emergencias, desastres o catástrofes.

Permite también estimar su posible impacto y la magnitud de daños que se puedan ocasionar en un determinado territorio, al suscitarse un evento adverso.

Propone un enfoque de gestión hacia múltiples amenazas o peligros y no solamente hacia una única amenaza.

Apoyándose en la construcción de escenarios de riesgo, este proceso puede contribuir a que la comunidad pueda determinar niveles aceptables de riesgo y definir las prioridades de intervención para mitigarlos.

De forma específica la estimación de riesgos para un organismo operador, se realiza a través de un análisis de vulnerabilidad, el cual se presenta en el apartado 2.1.

1.3.1.2. Prevención y reducción del riesgo

Contempla las acciones que se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad y a reducir las vulnerabilidades y riesgos existentes en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible.

Que para un organismo operador, una vez realizado el análisis de vulnerabilidad, es posible desarrollar un programa de acciones de mitigación, el cual se presenta en el apartado 2.2.

1.3.1.3. Preparación, respuesta y rehabilitación

Son las acciones que se realizan con el fin de procurar una óptima respuesta de la sociedad en caso de desastres, garantizando una adecuada y oportuna atención de las personas afectadas, así como la rehabilitación de los servicios básicos indispensables, permitiendo normalizar las actividades en la zona afectada por el desastre.

En el capítulo 3, se presentan una serie de recomendaciones que permitirán al organismo operador tener una guía para establecer sus propias acciones de preparación y respuesta ante la amenaza de un desastre.

1.3.1.4. Reconstrucción

Contempla las acciones que se realizan para establecer condiciones sostenibles de desarrollo en las áreas afectadas, reduciendo el riesgo anterior al desastre y asegurando la recuperación física, económica y social de las comunidades afectadas.

Una vez ocurrida la eventualidad, el personal del organismo operador debe tener claras las acciones a realizar para continuar brindando, o en su caso, restablecer el servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Además es necesario que se considere que existe la posibilidad de acceder a programas de apoyo, los cuales se presentan en el capítulo 4.

1.3.2. TIPOS DE GESTIÓN PARA REDUCIR EL RIESGO

Pueden darse tres tipos de gestión para reducir el riesgo:

1. La gestión correctiva, se refiere a la adopción de medidas y acciones de manera anticipada para reducir las condiciones de riesgo ya existentes. Se aplica en base

a los análisis de riesgos teniendo en cuenta la memoria histórica de los desastres, buscando fundamentalmente revertir o cambiar los procesos que construyen los riesgos

2. La gestión prospectiva, implica adoptar medidas y acciones en la planificación del desarrollo para evitar que se generen nuevas condiciones de riesgo. Se desarrolla en función de riesgos “aún no

existentes” y se concreta a través de regulaciones, inversiones públicas o privadas, planes de ordenamiento territorial, etcétera

3. La gestión reactiva, implica la preparación y la respuesta a emergencias, de tal modo que los costos asociados a las emergencias sean menores, se presente un cuadro de daños reducido y la resiliencia sea alta



2

MEDIDAS PREVENTIVAS DE PROTECCIÓN

En este capítulo se presentarán los procedimientos para la coordinación entre el personal del organismo operador y las autoridades locales para un plan de contingencia ante la ocurrencia del fenómeno.

2.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Teniendo en cuenta los riesgos más probables, se debe determinar los componentes del sistema que son vulnerables ante estos eventos. En este capítulo se presenta la metodología para identificar los elementos que son vulnerables.

2.1.1. INTRODUCCIÓN

Una vez realizado el resumen de riesgos se debe determinar el efecto que estos pueden causar en los distintos elementos del SAPAS, en la calidad y cantidad del servicio proporcionado. Cada Sistema es único, sin embargo puede ser descrito y analizado en términos de sus componentes y el nivel esperado de servicio. Antes de elaborar planes operativos de emergencia, se debe tener claro, tanto las fortalezas y las debilidades del Sistema y su relación con determinado desastre natural. Una evaluación de la vulnerabilidad es esencialmente un procedimiento de cuatro pasos:

1. Identificar y describir todos los componentes del Sistema
2. Estimar los efectos potenciales de los riesgos asociados a un desastre probable (determinado en el capítulo 2) en cada componente del sistema
3. Establecer objetivos de rendimiento y los niveles de servicio aceptables para el sistema
4. Si en condiciones potenciales de desastre el sistema no cumple con los objetivos, identificar los elementos clave o críticos del sistema que son los principales responsables de la falla

2.1.2. PRIMER PASO: IDENTIFICAR LOS PRINCIPALES COMPONENTES DEL SISTEMA

Los elementos clave de todo el sistema deben ser enumerados y descritos como componentes bajo los siguientes grupos generales: fuentes, conducciones, almacenamientos, sistemas de potabilización, red de distribución primaria y secundaria, administración, energía eléctrica, redes de alcantarillado, plantas de tratamiento de aguas residuales, de transporte y comunicaciones. Estos grupos representan las principales categorías de los componentes del sistema. Por supuesto, cada sistema es único, y en la

identificación de los componentes principales se deben incluir los componentes que no hayan sido mencionados. De forma general, una lista de componentes principales quedaría como:

- **Administración y operaciones**
 - Personal
 - Instalaciones y equipamiento (edificios y equipos)
 - Registros (contabilidad, Padrón de usuarios, planos de la red de distribución, etcétera)
 - Plan de emergencia
- **Sistemas de distribución de agua potable**
 - Fuentes
 - Cuencas y fuentes de agua superficial
 - Embalses y presas
 - Fuentes de agua subterránea
 - Pozos y galerías filtrantes
 - Conducciones
 - Obras de toma
 - Acueductos
 - Estaciones de bombeo
 - Tuberías, válvulas y otros accesorios
 - Sistemas de tratamiento
 - Instalaciones (edificios, estanques y tanques)
 - Controles (manuales y automáticos)
 - Equipo (alimentador, bombas y tuberías)
 - Productos Químicos
 - Almacenamientos
 - Tanques, válvulas, tuberías
 - Red de distribución primaria y secundaria
 - Tuberías, válvulas y otros accesorios
 - Bombas o estaciones reductoras de presión
 - Materiales (tubería extra, válvulas, hidrantes, etcétera)
- **Alcantarillado y saneamiento**
 - Red de atarjeas
 - Subcolectores, colectores y emisores
 - Cárcamos de bombeo
 - Plantas de tratamiento de aguas residuales
- **Drenaje pluvial**
 - Estructuras de captación
 - Estructuras de conducción
 - Estructuras de conexión y mantenimiento
 - Obras complementarias (tanques amortiguadores, cárcamos de bombeo)
 - Estructuras de vertido
- **Energía eléctrica**
 - Subestaciones
 - Líneas de transmisión
 - Transformadores
 - Generadores de reserva
- **Transporte**
 - Vehículos (incluidos los equipos de construcción)
 - Servicios de Mantenimiento
 - Suministros, piezas y combustible
 - Infraestructura vial
- **Comunicaciones**
 - Teléfono
 - Radio
 - Telemetría
 - Medios de comunicación masivos (como periódicos, radio y televisión)

Los componentes del sistema se deben describir lo más claro posible, ya que esto facilitará la evaluación de vulnerabilidad. Por ejemplo, el personal se debe agrupar de acuerdo a la posición, tales como gerentes, ingenieros, operadores de plantas de tratamiento, cuadrillas de campo o empleados administrativos. Para la clasificación de los componentes generales como bombas, válvulas y cruceros se debe tener una descripción detallada, para lo cual se deben aprovechar los planos de la red y los sistemas de información geográfica (SIG). De estos elementos, como parte de la descripción detallada se debe incluir cuando menos: zonas de presión, ubicación de válvulas de alivio de presión, diámetro, material y edad de la tubería, distancia típica entre bocas de riego, y de los principales lugares de ubicación donde se encuentran instaladas las válvulas.

Para redes de distribución grandes, se puede dividir el sistema en zonas para llevar a cabo una evaluación a un nivel adecuado de detalle, incorporando información de longitud, diámetro y tipo de tubería, pero se debe contar con una evaluación del sistema que incluya a todas las zonas caracterizadas.

2.1.3. SEGUNDO PASO: DETERMINAR LOS EFECTOS DE LOS RIESGOS ASOCIADOS A UN DESASTRE PROBABLE SOBRE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

La ocurrencia de un desastre puede degradar la calidad y la cantidad del servicio proporcionado. Cada fenómeno tiene impactos particulares sobre diferentes componentes del sistema y los daños en una parte del sistema pueden o no, afectar a otras partes del mismo. Por ejemplo, los vientos generados por un huracán podrían destruir todos los recursos necesarios para la

operación continua del sistema de agua de alimentación, sin embargo es poco probable que afecte a las tuberías subterráneas; la falla de una presa o la pérdida de una fuente de abastecimiento podría no destruir las estaciones de bombeo, pero sin una fuente de agua, el sistema no podría seguir funcionando.

2.1.3.1. Efectos de riesgo de desastres en los componentes del sistema

Falta de personal. El componente más importante de un sistema es el personal capacitado necesario para las operaciones. Cualquier desastre podría causar una escasez de empleados, ya sea a través de la evacuación, lesiones, la muerte o debido a situaciones personales. Por ejemplo, durante el huracán *Andrew en 1962*, 268 empleados del sistema de Agua y Alcantarillado del condado de *Miami Dade*, Florida en USA;(15 por ciento del total) tenían casas que fueron destruidas o severamente dañadas; la prioridad de estos empleados no era restablecer el sistema de agua potable, si no su seguridad personal y el bienestar de sus familias.

Junto con los huracanes, los terremotos pueden causar un daño generalizado que puede herir o mantener un gran número de personal fuera de sus puestos de trabajo. Del mismo modo, una fuga de cloro puede obligar a desalojar a todos los operadores de una planta. En una red pequeña, con pocos empleados, existe la posibilidad de que todo su personal no esté disponible para el servicio.

Además de un impacto directo sobre los empleados, un desastre puede impedir que estos puedan presentarse a trabajar debido a daños en el sistema de transporte. Los caminos pueden estar bloqueados por árboles caídos, líneas eléctricas

caídas, colapso de estructuras, o pérdida de la superficie de la carretera. Como parte de los problemas causados por el huracán Andrew, se presentó una epidemia de llantas “ponchadas” debido a una gran cantidad de clavos en las carreteras. Además, la gasolina siempre era escasa, lo cual agudizó el problema de transporte. En muchos desastres, las comunicaciones se interrumpen y los empleados no pueden comunicarse con sus supervisores para saber lo que se requiere de ellos y los supervisores no pueden ponerse en contacto con los empleados para conocer su estado. La falta de comunicación puede causar también la escasez de empleados. Es importante considerar un punto o puntos de reunión.

Contaminación de las fuentes. Los desastres pueden causar contaminación del agua suministrada, tanto en bruto como en el agua potabilizada y distribuida en la red. En el sentido más amplio, la contaminación puede considerarse como la adición en cualquier punto (área de la cuenca, el agua subterránea, depósito superficial, tanque de almacenamiento o sistema de distribución) de cualquier material en una concentración más alta de lo normal o que tiene efecto perjudicial sobre el consumidor o el sistema.

Cuando la lluvia cae en la cuenca, una parte del agua fluirá superficialmente y otra porción se infiltrará en el suelo. El flujo superficial en su recorrido recogerá sedimentos y otras sustancias, orgánicas o inorgánicas, tóxicas o no tóxicas ocasionadas por incendios forestales, inundaciones o deslizamientos de tierra. Las cantidades excesivas de sedimentos pueden entrar en la obra de captación y provocar una operación inadecuada en las plantas potabilizadoras.

La adición de productos químicos tóxicos puede ocurrir en un tanque de almacenamiento, para

lo que se requeriría el uso de equipo de monitoreo y detección especial, así como la capacidad de aislamiento de una sección del sistema. Uno de los orígenes más probables de la contaminación es el vertido accidental de gasolina, aceite, productos químicos u otros materiales peligrosos. Los escombros o sustancias químicas pueden estar suspendidos en los fuertes vientos o en los suministros de agua, por sustancias contaminantes.

Muchos de los fenómenos causan numerosas roturas de tuberías, lo que a su vez reduce la presión del sistema. Esto también puede ocasionar que sustancias contaminantes entren en el sistema de distribución a través de las roturas. Del mismo modo, la contaminación puede entrar en los pozos si el sello sanitario o la carcasa se rompen.

La contaminación del aire. Las situaciones de emergencia no sólo pueden contaminar los suministros de agua, sino también el aire. Una liberación de cloro es uno de los efectos más graves y pueden ser mortales. Los principales efectos de la contaminación del aire son en los sistemas de agua y falta de acceso a las instalaciones del sistema por parte de los empleados. La población civil de la zona también puede verse afectada.

Daños en pozos y equipos de bombeo. Los pozos son susceptibles a daños por terremotos y pueden sufrir inclinación debido a la propagación lateral de ondas, la licuefacción o consolidación del suelo (Ilustración 2.1), por lo que las bombas quedan inoperables, particularmente en pozos viejos. La tubería puede romperse debido a los movimientos relativos. Y el conjunto Motor Bomba pueden romperse debido al movimiento.

Ilustración 2.1 Grieta alrededor de un pozo por licuación



Las inundaciones pueden causar problemas similares a los terremotos, tales como sedimentación en las instalaciones y bombas o tuberías dañadas; los pozos pueden ser contaminados por las aguas residuales que fluyen desde las líneas de alcantarillado rotas o fosas sépticas, y el suministro de energía eléctrica a la población.

Daños en tuberías y accesorios. Las rupturas de tuberías y piezas especiales generan una disminución de la presión en la red; por tanto

disminuyen la calidad del servicio brindado. Las rupturas generalizadas en las tuberías son daños típicos de los terremotos. Los riesgos asociados a terremotos incluyen fallas debidas a:

- Flexión
- Fricción
- Tensión
- Compresión
- Impactos por colapso de estructuras

Las uniones de la tubería son puntos vulnerables, ya que suelen ser más débiles que la tubería. Los accesorios tales como válvulas son vulnerables a los mismos peligros que la tubería. Las válvulas pueden dejar de funcionar cuando se doblan. Otros fenómenos que pueden provocar rupturas generalizadas pueden ser las temperaturas de congelación, daños en la estructura debido a vientos intensos, constantes fenómenos transitorios (corrosión excesiva), particularmente perjudicial en la operación de grandes líneas de conducción. La tubería está en riesgo principalmente cuando sus conexiones son rígidas y se produce el asentamiento diferencial (Ilustración 2.2).

Ilustración 2.2 Daño en tuberías



Daños en redes de alcantarillado. Las rupturas de tuberías de alcantarillado no solo ponen en riesgo la operación de la red. El agua residual representa un riesgo latente para la salud pública y al verse afectada la red de atarjeas o un colector, el agua puede estancarse y desbordar a la vía pública y las viviendas.

Por otra parte, si se presenta una ruptura o fisura en la de alcantarillado, el agua residual puede infiltrarse al subsuelo e ingresar a la red de agua potable y contaminar los mantos acuíferos.

Las uniones de la tubería y las conexiones con pozos de visita son puntos vulnerables, ya que suelen ser más débiles que la tubería.

Daños estructurales. Las estructuras del sistema que son vulnerables incluyen presas, obras de captación, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, oficinas administrativas, tanques de almacenamiento, almacenes de vehículos y materiales. Estas instalaciones están en riesgo por terremotos, inundaciones, huracanes, incendios, accidentes de transporte y los actos intencionales, particularmente las presas y los tanques de almacenamiento son muy vulnerables a dañarse por terremotos (Ilustración

2.3 e Ilustración 2.4). Las fallas de presas han sido causadas por licuefacción, tubificación y desbordamiento. Los tanques pueden sufrir los siguientes tipos de daños en los terremotos:

- Para cualquier tipo de tanque
 - Falla de la cimentación o el suelo
 - Daños en el techo por chapoteo
 - Daños en la conexión con la tubería
- Tanques de concreto reforzado
 - Falla del acero de refuerzo
 - La separación de las paredes con la losa de fondo
- Tanques enterrados
 - Deslizamiento
 - Aplastamiento
- Tanques elevados
 - Colapso de los soportes

Las estructuras de mampostería o edificios que han sufrido daños en sus elementos estructurales previamente son particularmente vulnerables a los peligros por terremotos. En la ocurrencia de terremotos, huracanes e inundaciones, las estructuras sufren fallas estructurales en cimentaciones, muros y techos; cuando ocurren incendios se produce falla del acero debido a las altas temperaturas.

Ilustración 2.3 Daño en tanques por sismos



Ilustración 2.4 Daños estructurales a tanques de procesos



Daños o pérdida de equipos y materiales. Los equipos del sistema de agua, tales como computadoras, herramientas, vehículos y equipo de laboratorio pueden ser dañados, robados o destruidos por la mayoría de los desastres.

Los materiales tales como productos químicos, tuberías y válvulas también pueden dañarse o perderse debido a estos desastres. Los equipos que no estén correctamente anclados se deslizarán en los terremotos y huracanes. También los tanques y recipientes de cloro, que pueden ser dañados por colapso de la estructura, golpeteos y deslizamiento. Tubos de conectores entre partes del sistema de potabilización también se pueden romper.

Tanques de procesos. Los elementos especiales de los tanques de las plantas de tratamiento,

tales como agitadores y deflectores se pueden romper debido al chapoteo del agua durante un terremoto, los propios tanques son susceptibles a fallas estructurales debido a este fenómeno, a la vibración o falla del suelo por flotación. Los vientos fuertes pueden dañar las cubiertas de los tanques.

Corte de energía eléctrica. Muchos de los componentes del sistema, tales como bombas y equipos de cómputo, dependen de energía eléctrica para operar. Los sistemas eléctricos y electromecánicos son particularmente vulnerables a los huracanes, terremotos e inundaciones. Las fluctuaciones de tensión y de fase pueden dañar los motores, y los cables eléctricos caídos crean problemas de acceso (Ilustración 2.5).

Ilustración 2.5 Daños a líneas de electricidad



Interrupción de las comunicaciones. Las fallas de comunicación se presentan en dos categorías: la insuficiencia de señal para equipos de telemetría y la pérdida de comunicaciones entre personas, tales como teléfonos y radios de dos vías. Los medios de comunicación como la televisión, el radio y periódicos son canales importantes de comunicación, en particular para informar al público de los efectos del desastre. El sistema de comunicación es particularmente vulnerable a los huracanes, terremotos e inundaciones. La

alteración puede ser causada por un daño físico o por demasiada gente utilizando las líneas a la vez (Ilustración 2.6). Por lo general, el sistema telefónico es el primero en colapsar. Los sistemas de comunicación por lo general dependen de la energía eléctrica para funcionar y puede ser afectada por los cortes de energía. Los sensores que detectan información en tiempo real sobre el flujo, los niveles de presión y calidad del agua son esenciales en el reconocimiento y corrección de las situaciones de emergencia.

Ilustración 2.6 Interrupción de comunicaciones



Interrupción del Transporte. Las Fallas en el sistema de transporte que se pueden esperar durante los desastres naturales son: levantamiento de la carpeta asfáltica (Ilustración 2.7), puentes destruidos o colapsados. El personal, equipo y materiales podrían quedar aislados después de una inundación, un huracán o un terremoto. Los vehículos pueden ser dañados, y el suministro de combustible puede ser escaso. Durante las huelgas o disturbios, el acceso a las instalaciones de servicios públicos de agua puede ser limitado o bloqueado.

2.1.3.2. Determinación de riesgo por desastres en los componentes del sistema

Para completar el paso 2 del proceso de evaluación de la vulnerabilidad, los riesgos de desastre son evaluados para cada componente del sistema total. Esto puede hacerse a través de un formulario para cada tipo de desastre o una matriz resumen de riesgo y los efectos sobre los componentes. Un ejemplo para una red de agua potable se muestra en la Tabla 2.1; para una red de alcantarillado sanitario en la Tabla 2.2 y para una red de drenaje pluvial en la Tabla 2.3.

Ilustración 2.7 Interrupción del transporte



2.1.4. TERCER PASO: ESTABLECER OBJETIVOS DE RENDIMIENTO Y LOS NIVELES DE SERVICIO ACEPTABLES PARA EL SISTEMA

Un sistema de agua se considera un salvavidas porque el agua es esencial para la seguridad y la salud de la población a la que sirve. Los sistemas de agua no deben representar un riesgo para su personal o al público.

Un plan de contingencia debe tener metas específicas y niveles aceptables de servicio bajo condiciones de desastre y recuperación. Los siguientes son los objetivos específicos a considerar.

2.1.4.1. Objetivos

Protección de la vida

El objetivo principal de un sistema de agua debe ser preservar la salud y la seguridad de su personal y el público. El cumplimiento de este objetivo debe ser considerado como una función continua del sistema antes, durante y después de un desastre. Algunos ejemplos de amenaza para la vida o que causan lesiones son:

- Falla del sistema de distribución
- Insuficiencia de las presas
- Distribución de agua contaminada
- Liberación de materiales peligrosos, especialmente cloro
- Colapso de estructuras tales como tanques de agua

La extinción de incendios

La mayoría de las actividades de control de incendios dependen del sistema de distribución

de agua potable. Durante los desastres, en particular los terremotos, puede haber muchos incendios por atender. La capacidad de mitigar estos incendios dependerá de la disposición de agua, para tal efecto, tan pronto como sea posible después de un desastre.

Salud pública

El agua es esencial para la vida y la salud. Sin embargo, algunas de las necesidades son más prioritarias que otras en situaciones de emergencia. La Tabla 2.4 presenta las necesidades de salud pública y el tiempo permitido sin agua potable disponible; los tiempos son únicamente indicativos y dependen de la magnitud del desastre y de las características específicas de cada comunidad.

Tabla 2.4 Necesidades de salud pública y el tiempo permitido

Uso del recurso	Intervalo de tiempo permitido
Hospitales	Necesidad continua
Refugios de emergencia	Necesidad inmediata
Agua potable	72 horas
Higiene personal, eliminación de residuos	72 horas

Dotación para atención de emergencia de corta duración

Es importante establecer objetivos que se basan en dos consideraciones generales y específicas sobre la necesidad. La asignación personal mínima de agua para beber, cocinar y la higiene personal se establecen por el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (*United Nations High Commissioner for Refugees*, 1992) en 7 litros por día por persona durante un corto período de emergencia (tal como

puede un terremoto, huracán o inundación), sin embargo, en la mayoría de situaciones, las necesidades de agua son mucho más altas (Winser & Adams, 2002):

- Para la población general: 15 a 20 litros por día por persona, fundamentado en la Tabla 2.5
- Para el funcionamiento de los sistemas de alcantarillado: 20 a 40 litros por día por persona
- En albergues y comedores comunitarios: 20 a 30 litros por día por persona
- En los hospitales de campaña y puestos de primeros auxilios: 40 a 60 litros por día por persona
- Para el ganado que acompaña a los desplazados y refugiados: 30 litros por día por vaca, y 15 litros por día, por cabra u otro animal pequeño

La cantidad promedio de agua utilizada en situaciones de emergencia para beber, cocinar y

realizar la higiene personal en los hogares es de al menos 15 litros por persona y por día.

Las cantidades exactas de agua necesarias para consumo doméstico pueden variar según el clima, las instalaciones de saneamiento, los hábitos de la población, sus prácticas religiosas y normas culturales, los alimentos que se cocinan, la ropa usada, etcétera. En algunas situaciones, es posible que se necesite agua en grandes cantidades para fines concretos, por ejemplo para letrinas de sifón, para mantener en funcionamiento un sistema de alcantarillado o de distribución urbana de agua, o para abreviar animales que pueden ser vitales para la subsistencia y el bienestar de las personas afectadas por el desastre. Las cantidades necesarias para estos usos no están incluidas en las normas, por lo que deberán añadirse a la cifra mínima si es necesario. Las cantidades de agua necesarias para centros de salud, centros de alimentación terapéutica, orfanatos, etcétera.

Tabla 2.5 Necesidades básicas de agua para asegurar la supervivencia en situaciones de emergencia

Necesidades de agua en situaciones de emergencia	Dotación sugerida de agua		Observaciones
	Cantidad mínima de agua L/(hab d)	Cantidad máxima de agua L/(hab d)	
Asegurar la supervivencia: consumo de agua (para beber y utilizar con los alimentos)	2.5	3	Depende del clima y la fisiología individual
Prácticas de higiene básicas	2	6	Depende de las normas sociales y culturales
Necesidades básicas para cocinar	3	6	Depende del tipo de alimentos y las normas sociales y culturales
Necesidades básicas: cantidad total de agua	7.5	15	

Dotación para atención de emergencia de larga duración

Cuando se tiene que atender una emergencia de larga duración, tal como lo es una sequía, se debe considerar como dotación mínima la que se considera en la Ley General de Aguas (propuesta a 2014) que establece como el derecho humano al agua de 50 L/(hab d).

Uso comercial e industrial

Muchas empresas dependen del agua para su funcionamiento, por ejemplo: restaurantes, lavados de coches y algunas otras empresas requieren del servicio para la fabricación; sin embargo, casi todos los negocios no podrían funcionar durante mucho tiempo sin agua potable para beber, eliminación de residuos, y el agua de refrigeración para el aire acondicionado y otros sistemas de proceso. Además, muchas de las estructuras comerciales están protegidas con sistemas de aspersión contra incendios que no pueden funcionar sin el suministro de agua. No se puede establecer un tiempo determinado máximo para el suministro de agua a estos usuarios, ya que esto dependerá del tipo de siniestro, los daños causados a la comunidad, a la red de distribución; siempre tendrá prioridad el uso del recurso para la protección a la salud.

2.1.4.2. Prioridades del servicio

El establecimiento de prioridades para el servicio es una parte importante para completar el análisis de vulnerabilidad. La mayoría de los centros médicos necesitan servicio continuo; por lo que se debe estimar el volumen diario requerido por

cada uno o aproximarlos a partir de los registros históricos. Otras prioridades deben ser los albergues, los cuerpos de seguridad y bomberos. Para lograr este objetivo, se recomienda tener un registro claro de este tipo de usuarios, con datos de contacto, números de teléfono, razones para ser considerados como servicios prioritarios, volumen requerido por día y las posibles formas de abastecer en caso de la ocurrencia del siniestro. Un ejemplo de este control se presenta en la Tabla 3.5. Las prioridades se deben revisar y actualizar anualmente.

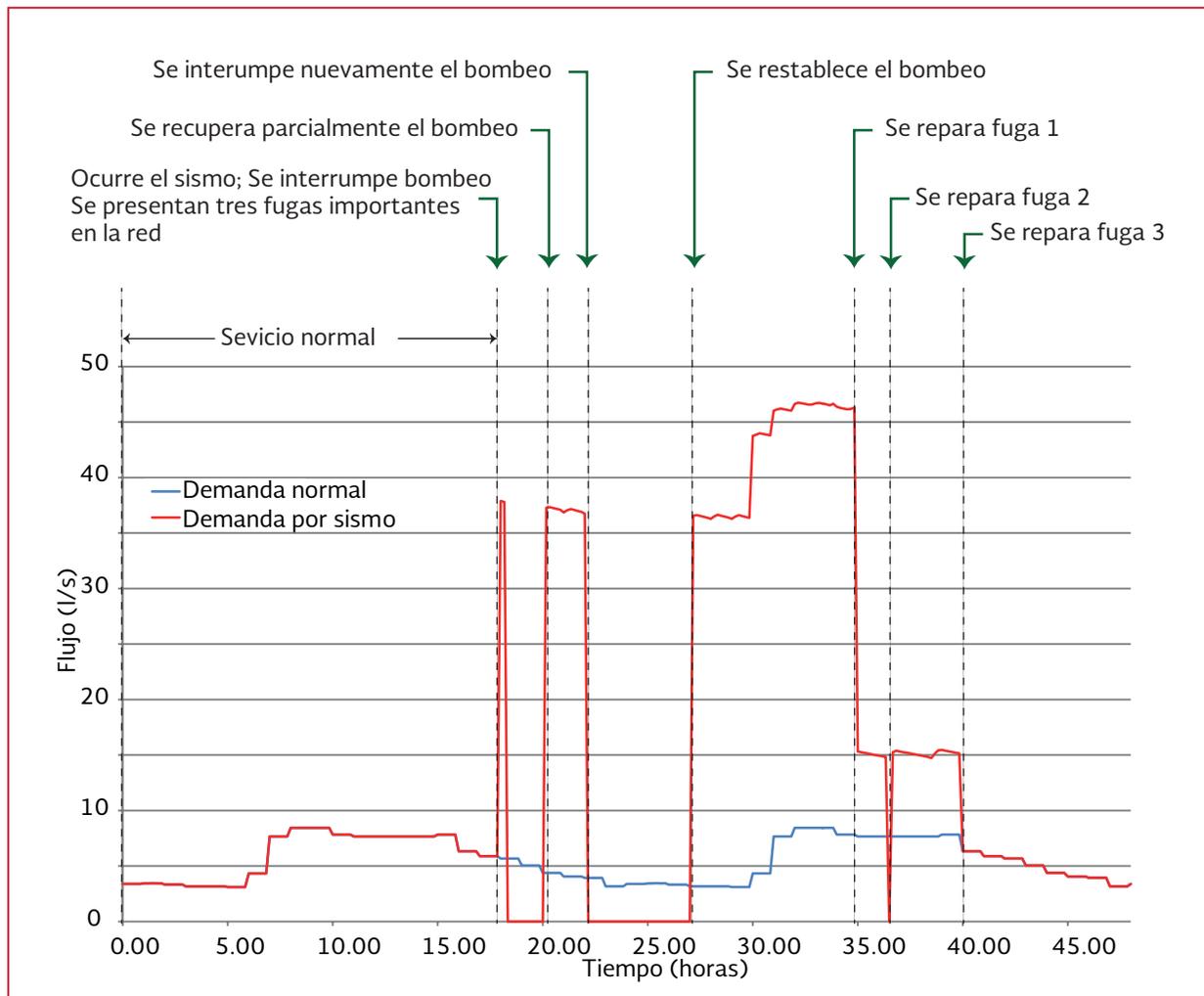
2.1.4.3. Requerimientos de agua

Los requerimientos de agua en condiciones de desastre pueden ser estimados sólo en términos de la naturaleza y la magnitud del desastre, las necesidades de los usuarios y las capacidades del sistema de distribución. Sin embargo se puede aproximar a través de un gráfico de la demanda de agua esperado bajo un conjunto de circunstancias especiales. La Ilustración 2.8 muestra la fluctuación normal de la demanda de agua contra el tiempo, comparada con la demanda después de un terremoto. En este caso hipotético se considera que tres líneas de conducción están rotas, se requiere atender una serie de incendios; debido a estas situaciones el agua de los tanques de almacenamiento se está agotando rápidamente. Suponiendo, además, que los trabajadores no pueden acceder a la válvula que aísla las tuberías rotas y que el servicio de energía es interrumpido. Bajo estas condiciones el sistema no será capaz de suministrar la cantidad de agua requerida para continuar la lucha contra incendios en tales condiciones de emergencia, de la hora 23 a la hora 26.

Desde un punto de vista de suministro de agua, la cantidad de agua que puede suministrarse se ha reducido drásticamente y es incapaz de satisfacer las necesidades de la comunidad (el suministro es deficiente). La demanda de agua tendría que ser cumplida

mediante la importación de agua de otras fuentes, tales como pipas. En el peor de los casos, la demanda podría simplemente no ser conocida la restauración de la capacidad en la producción y el suministro puede llevar un tiempo considerable.

Ilustración 2.8 La demanda de agua en condiciones normales y de emergencia



2.1.5. CUARTO PASO: IDENTIFICAR LOS COMPONENTES CRÍTICOS

Con los tres primeros pasos completos, se han identificado los riesgos más probables y los componentes principales del sistema; se han establecido prioridades de servicio y metas de desempeño. El volumen demandado por los servicios prioritarios se puede considerar como el mínimo necesario para la salud y la seguridad. La identificación de los componentes críticos del sistema, o sus subcomponentes es el último paso en el análisis de la vulnerabilidad.

Los componentes críticos son aquellos vulnerables a la falla total o parcial, a causa de un desastre. El fallo de un componente crítico reducirá la capacidad del sistema para cumplir con los objetivos mínimos de salud y seguridad. La mejor manera de identificar estos elementos es seleccionar un escenario de desastre particular; centrarse en los componentes y como se interrelacionan con otros con el fin de identificar cuáles son los elementos que ocasionarían que todo el sistema falle o que no permita cumplir con los objetivos mínimos; estos son los componentes más vulnerables.

La aplicación repetida de este proceso, de asumir diversos desastres, la construcción de las curvas de demanda esperados, determinar las medidas necesarias para satisfacer las demandas mínimas de salud y seguridad y posteriormente la identificación de los componentes críticos, eventualmente permitirán aislar aquellos más

críticos en todo el sistema de suministro de agua. Estos componentes son los de especial interés en las medidas de protección al desastre.

Un modelo de simulación hidráulico permite evaluar condiciones de desastre. Consulte el libro *Modelación hidráulica y de calidad del agua en redes de distribución* del MAPAS.

2.1.6. EJEMPLO

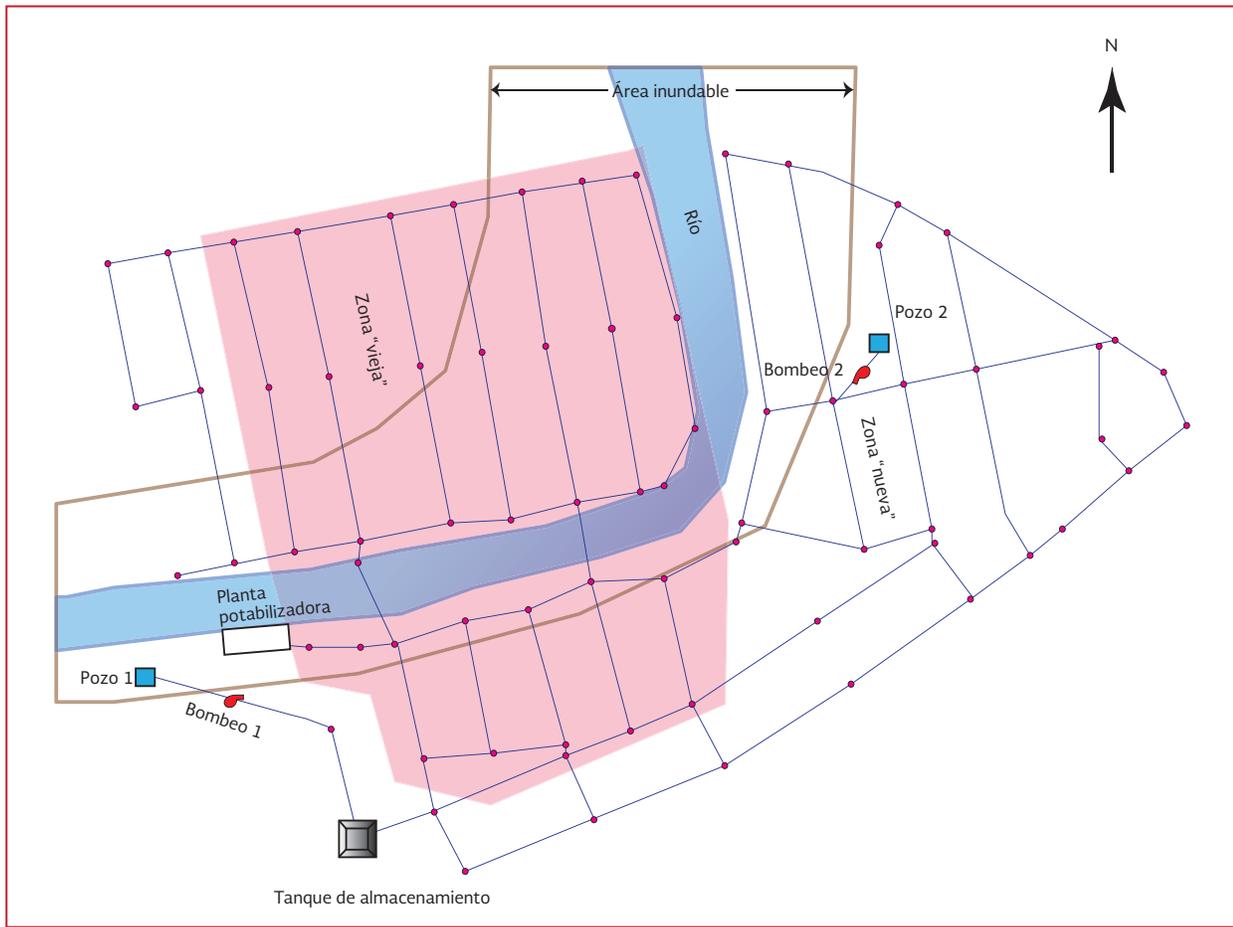
A continuación se presenta un ejemplo de un análisis de la vulnerabilidad de un sistema de agua en una región propensa a los terremotos. Ilustración 2.9 es un esquema del sistema a analizar.

Los siguientes párrafos ilustran los dos primeros pasos de un análisis de la vulnerabilidad: la identificación de los componentes del sistema y los efectos potenciales de los peligros de terremotos.

2.1.6.1. Descripción del sistema de agua

El agua es suministrada principalmente por la planta potabilizadora, que extrae agua cruda del río. Durante los períodos de máxima demanda en el verano, los pozos 1 y 2 son operados. Ambas estaciones de bombeo 1 y 2 elevan la presión para suministrar a la zona alta y al tanque. El agua llega hasta el lado oeste del río a través de dos cruces: uno enterrado y uno elevado en un puente. La demanda promedio diaria es de 479 m³/d y picos 8.45 L/s durante el verano. La planta de tratamiento tiene una capacidad de 512 m³/d. Cada pozo tiene una capacidad 120 m³/d.

Ilustración 2.9 Diagrama esquemático de la red de distribución para el ejemplo



2.1.6.2. Condiciones Geológicas

La comunidad se encuentra en zona sísmica C; Los meandros del río que cruza la comunidad han dejado depósitos aluviales a lo largo de su curso por lo que la parte baja es de arenas poco estables, por su parte, los suelos zona alta son de arcilla compactada lo que los hace estables.

2.1.6.3. Componentes del sistema

Pozo 1

- Construido en 1948
- Se encuentra sobre terrenos arenoso licuable

- Techo no reforzado ni anclado a los muros de mampostería de la estructura
- Tuberías enterradas de acero
- Tablero de control no anclado
- La tubería de descarga sin soporte lateral y conexiones rígidas
- Conjunto motor-bomba sustituido en 1975

Pozo 2

- Construido 1983
- Construido sobre suelo firme
- Caseta de protección de mampostería confinada con techo anclado a las paredes
- Tubería enterrada de hierro dúctil y juntas flexibles

- Tablero de control eléctrico, equipos y tuberías correctamente instalados y anclados
- Hay un conjunto motor-bomba

Planta potabilizadora

- Construida en 1971
- Está construida sobre material arenoso licuable
- Estructuras apoyada sobre pilas con captación directa de río
- Utiliza floculador y clarificadores
- Inyecta cloro desde contenedores de 1 tonelada sin anclaje

Los equipos y la tubería no tienen soporte lateral especial, excepto conjunto motor-bomba prevista operación de la planta, el bombeo de agua cruda, y el bombeo al sistema.

Red de distribución

- La red de distribución de la zona “vieja” fue construida en 1948
- La red de distribución de la zona “nueva” se construyó en 1971
- El cruce enterrado se construyó en 1948
- El cruce del puente es de concreto, fue construido en 1973

Estación de bombeo 1

- Construido 1957
- Apoyada en suelo firme
- Tiene una estructura de protección de madera
- El material de la tubería enterrada es desconocido

Estación de bombeo 2

- Construido 1971
- Apoyada en suelo firme
- Tiene una estructura de protección de mampostería

- El material de la tubería enterrada es desconocido

Tanque de almacenamiento

- Construido 1961
- Suelo firme, el lado norte del tanque esta sobre un terraplén
- Revestido de concreto
- Techo de concreto instalado en 1978
- Carretera de acceso construida en la ladera inestable

2.1.6.4. Efectos probables de los peligros de terremotos

Después de describir los componentes del sistema, el siguiente paso es definir el posible daño a los componentes.

Pozo 1

Probablemente será inhabilitado; el revestimiento del pozo podría dañarse si ocurre licuefacción; la estructura construida antes de los códigos sísmicos actuales se encuentra en suelo licuable; la mampostería es reforzada pero el techo no está anclado debidamente; la tubería es de hierro y está enterrada en el suelo licuable, cuenta con juntas rígidas por lo que podría no soportar los esfuerzos inducidos. El tablero de control y las tuberías de descarga no están debidamente sujetas.

Pozo 2

Al estar construido de mampostería reforzada, en suelo estable y con techo anclado a las paredes es probable que siga operando una vez ocurrido el sismo. Además los equipos y tuberías están correctamente anclados.

Planta potabilizadora

La estructura se apoya en los suelos licuables pero sobre pilas; fue construida en 1971, por lo

que debe ser analizada detalladamente con las consideraciones sísmicas más recientes; los recipientes de cloro de 1 tonelada (900 kg) no tienen apoyo y podrían rodar o caerse; los clarificadores pueden ser dañados por chapoteo; la tubería de captación en el río probablemente fallaría por los temblores de tierra y licuefacción. Además, los equipos e instalaciones de tuberías pueden dañarse al no tener soporte lateral. Cuenta con su propia planta de emergencia.

En resumen, la estructura de la planta de tratamiento puede soportar, pero probablemente sería sacada de operación debido a los daños en la toma, la tubería y los equipos.

Otro problema podría ser el aumento de sedimentos y de la turbidez en el río y la falla del puente aguas arriba de la toma, que podría dañar la misma.

Red de distribución

La red "vieja" es de hierro con uniones rígidas, que presentaría fallas considerables ya que se encuentra en suelos licuables; por su parte en

la red de la zona "nueva" hay tubos de hierro dúctil, que pueden soportar ya que cuenta con articulaciones flexibles. Tanto el cruce del río y el puente puede suponerse que son adecuados para soportar. Sin embargo en estos casos debe consultarse con el responsable del puente para conocer su vulnerabilidad.

Las estaciones de bombeo

Ambas estaciones de bombeo probablemente soporten el siniestro, asumiendo que la estructura de madera de la estación de bombeo 1 está anclada a la cimentación. Los materiales de las tuberías enterradas deberán ser identificados y se debe garantizar el anclaje de los gabinetes eléctricos. Las estaciones de bombeo son vulnerables a los cortes de energía si no hay generadores de reserva.

Tanque de almacenamiento

El daño potencial para el depósito lo puede ocasionar el chapoteo sobre muros y techo; se debe evaluar la estabilidad geotécnica del talud; es muy probable que el camino de acceso esté bloqueado por un deslizamiento de tierra.

2.2. ACCIONES DE MITIGACIÓN

A menudo, las medidas preventivas de mitigación no requieren gran inversión humano y de presupuesto, tales como la integración de planes de contingencia, cursos de capacitación, mantenimiento preventivo de los elementos de la red de distribución, etcétera. Sin embargo bajo las condiciones de vulnerabilidad alta, es posible ejecutar acciones más complejas y costosas, por ejemplo, la instalación de una segunda línea de conducción o implementar nuevas fuentes de abastecimiento.

La vulnerabilidad de los componentes identificados en el apartado 2.1 se puede disminuir a través de acciones de mitigación. Estas acciones están destinadas a eliminar o reducir los efectos dañinos de los fenómenos naturales en la infraestructura del sistema. Las acciones de mitigación abarcan un amplio espectro de actividades, desde la consideración de estos efectos en el diseño de los componentes del sistema, la modificación de la infraestructura existente o la sustitución temporal de algún elemento durante un desastre.

Antes de implementar cualquier acción de mitigación para cualquier elemento del sistema de distribución debe considerarse lo siguiente

- Qué tan importante es el componente para el sistema
- Cuál es la edad del componente
- Qué elementos lo conforman
- Qué obras están proyectadas para su ampliación, sustitución
- Cuál es el costo de la acción de mitigación

2.2.6.1. Personal

El componente clave del sistema es el personal. La seguridad debe ser la prioridad. Si un sistema es seguro para sus empleados, para sus clientes también.

Hay cuatro maneras de mitigar el riesgo del personal: educación, entrenamiento cruzado, reemplazo y el aseguramiento de un lugar de trabajo seguro.

2.2.6.2. Educación

La educación es el primer paso para garantizar la seguridad de los empleados, o más precisamente, reducir las muertes y lesiones durante una emergencia. Se debe dar a conocer y repasar con los empleados los pasos del proceso de planificación de emergencias, el resumen de peligros y el análisis de vulnerabilidad. Asegúrese de que comprendan que su seguridad es la primer preocupación ante un desastre. Arriesgando su propio bienestar general empeorarán las cosas. Por ejemplo, ha habido incidentes cuando los compañeros de trabajo (sin una preparación adecuada) han tratado de rescatar a un trabajador durante una fuga de cloro, sólo para ser ellos mismos víctimas del accidente. La educación es un proceso continuo y de retroalimentación continua. Hacer participar a los empleados en la determinación de las medidas de mitigación, genera un apego del personal con los componentes del sistema y los procesos que hacen que todo funcione. Es recomendable extender la educación más allá del lugar de trabajo. Enseñe a los empleados lo que deben hacer en casa en caso de un desastre. Los planes de seguridad de la familia ayudan a asegurar un regreso más rápido de los empleados fuera de servicio.

2.2.6.3. El entrenamiento cruzado

Muchos de los componentes en un sistema son operados y mantenidos por una o dos personas “clave”. Es de vital importancia para la seguridad del sistema de distribución, instruir a otros empleados en la forma de operar y mantener los componentes críticos, como una válvula de distribución, las estaciones de bombeo o un tanque de almacenamiento de agua.

Es muy recomendable formar a personal administrativo para ayudar a la operación de los equipos de campo durante una emergencia, o documentar las acciones tomadas con notas, fotos o vídeo.

2.2.6.4. Personal de reemplazo

A menudo, un acuerdo de “ayuda mutua” con otras dependencias públicas, como bomberos, obras públicas, comisiones estatales de agua, policía, ejército, marina, Comisión Federal de Electricidad, Petróleos Mexicanos, por mencionar algunas, puede ayudar a suministrar personal de reemplazo en caso de siniestro. Por lo que como parte de estos acuerdos, se puede capacitar a personal externo en la operación y mantenimiento de los equipos críticos y facilitar la información generada en la evaluación de la vulnerabilidad o una copia del plan de emergencia del sistema.

2.2.6.5. Un lugar de trabajo seguro

Es obligación de toda empresa proporcionar un lugar de trabajo seguro para los empleados durante las actividades normales y lo más seguro posible en situaciones de emergencia.

En México, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social cuenta con la normatividad aplicable en la materia, de acuerdo con la actividad económica, escala y factores de riesgo asociados a los procesos de cada centro de trabajo.

Asimismo, establece los requerimientos necesarios en las normas oficiales mexicanas de seguridad y salud en el trabajo, agrupados de la siguiente forma:

- Estudios
- Programas
- Procedimientos
- Medidas de seguridad
- Reconocimiento
- Evaluación y control
- Seguimiento a la salud
- Equipo de protección personal
- Capacitación e información
- Autorizaciones
- Registros administrativos

De esta manera, se cuenta con el marco normativo para la prevención de accidentes y enfermedades de trabajo y se contribuye a disminuir los riesgos y costos asociados (<http://asinom.stps.gob.mx>).

2.3. DISEÑO DE OBRAS DE PROTECCIÓN

Fundamentado en las experiencias recopiladas se presentarán algunas obras de protección para la infraestructura hidráulica, buscando evitar daños durante la ocurrencia de fenómenos naturales.

2.3.1. FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y LÍNEAS DE CONDUCCIÓN

Las medidas de mitigación relacionadas con las fuentes de abastecimiento y líneas de conducción consideran establecer fuentes alternativas, protección de pozos, dar mantenimiento a presas y acueductos.

2.3.1.1. Fuentes de agua superficial

Los componentes de las fuentes de agua superficiales incluyen las cuencas hidrográficas, ríos, embalses y presas.

Los daños producidos en las cuencas son ocasionados por huracanes, deslizamientos de tierra, incendios, inundaciones o erupciones volcánicas y son difíciles de mitigar. Por ejemplo, las obras de estabilización de taludes en zonas vulnerables a deslizamientos de tierra podrían ser una tarea enorme y costosa y hacer más daño a la cuenca en el largo plazo, especialmente si la vegetación se ve afectada.

En el caso de las cuencas hidrográficas las acciones de mitigación deben enfocarse al monitoreo para determinar si existen condiciones que podrían ocasionar un riesgo. Tales condiciones incluyen vertederos ilegales, acumulación de material inflamable, derrames de materiales peligrosos, actividades de construcción y

deforestación que causan erosión. Se deben coordinar los planes de combate a incendios con las dependencias locales y federales como bomberos, SEMARNAT, CONAFOR. Por ejemplo, los retardantes químicos de incendio podrían contaminar las fuentes de agua.

Las medidas de mitigación de daños o contaminación de cuencas hidrográficas en áreas amplias deben considerar el suministro de equipos portátiles (Ilustración 2.10), fuentes o tomas alternativas y el cambio del proceso de potabilización. Un ejemplo de esto último sería tener un tanque sedimentador adicional disponible.

Ilustración 2.10 Equipo de bombeo portátil (www.cpampa.com)



La mitigación de la contaminación a pequeña escala de las cuencas hidrográficas o las fuentes superficiales, ante derrames de materiales peligrosos se maneja a través de planes de emergencia. Este tipo de planes se discute en el capítulo 3. Los elementos del plan incluyen la notificación, la contención y limpieza.

Los efectos de los riesgos de desastre en depósitos abiertos pueden mitigarse mediante el control del acceso de personas, la identificación de fuentes alternativas para el almacenamiento

y considerar sistemas portátiles de tratamiento. El acceso puede ser controlado mediante la instalación de cercas, portones, y señalización; cierre de caminos innecesarios; y participación de las agencias de seguridad pública.

Las presas son objeto de una estrecha vigilancia debido a los posibles daños y pérdida de vidas causada por una falla. Las acciones de mitigación para una presa incluyen: elevar la altura de la cortina para controlar mayores avenidas, aumentar la capacidad del vertedor de excedencias. A modo de ejemplo, en 1988 la presa “Bear Valley” ubicada en Big Bear City, California, Estados Unidos, se convirtió de una presa de arco múltiple a una presa de gravedad ya que Estudios sismológicos demostraron que la presa no era capaz de soportar las fuerzas sísmicas para la zona. En 1992 la estructura reforzada fue capaz de soportar los terremotos *Landers* y *Big Bear* (de magnitudes 7.2 y 6.7 en la escala de Richter, respectivamente).

Ilustración 2.11 Membrana impermeable (www.membranaszapotlan.com)



Las afectaciones en las obras de toma pueden mitigarse a través de equipos de bombeo portátiles; membranas impermeables (Ilustración 2.11); múltiples tomas de emergencia (Ilustración 2.12); el fortalecimiento de las estructuras para resistir los esfuerzos por viento o sismo y asegurarse de que el acceso a las estructuras está disponible, ya sea por tierra o por agua. Las válvulas y otros métodos para drenar o cerrar el flujo al sistema deben ser redundantes, resistentes a los peligros, y contar con un mantenimiento adecuado. Una fuente alternativa es de suma importancia para garantizar el suministro a la red, durante una emergencia.

2.3.1.2. Pozos profundos

Los métodos de reducción de una posible contaminación de las aguas subterráneas incluyen la identificación de fuentes alternativas de agua, proporcionando válvulas de cierre, mantenimiento continuo a las tuberías de aguas

Ilustración 2.12 Obra de toma emergente (yaguaru.wordpress.com)



residuales y obras de descarga y la instalación de estructuras de protección de pozos.

También se recomienda un plan de respuesta ante un derrame de sustancias peligrosas y un plan de retiro de residuos peligrosos para mitigar la contaminación de las aguas subterráneas. Los terremotos pueden producir un cambio en la hidrogeología; los acuíferos profundos son un problema menor.

Muchos de los desastres naturales causan cortes de energía a los equipos de bombeo de pozos. Por lo que se debe indicar a la Comisión Federal de Electricidad la ubicación específica de los sistemas de bombeo y solicitar que los pozos se consideren prioritarios ante la ocurrencia de un siniestro. Además, lo más recomendable es que las estaciones de bombeo cuenten con generadores de energía eléctrica de respaldo, siempre con combustible. En el apartado 2.3.2.2 se aborda el tema de acciones adicionales de mitigación para energía eléctrica.

Las medidas de mitigación para la estructura y el equipamiento de las estaciones de bombeo son las mismas para los componentes similares del sistema, tales como las plantas de tratamiento. Estas acciones se describen en la sección 2.3.2 sobre el tratamiento.

Los pozos son vulnerables a los peligros de terremotos. Las medidas de mitigación se pueden aplicar a los siguientes subcomponentes:

Cubierta

Los pozos no se deben instalar en suelos licuables que podrían doblar la carcasa. Si es inevitable la colocación de un pozo en un suelo de estas características, las medidas de mitigación podrían incluir lo siguiente:

- Estabilizar la capa licuable
- Utilice doble carcasa
- Utilice una bomba sumergible (el eje de accionamiento directo no es necesario)

Ademes

Se debe dotar al pozo con ademes de buena calidad para evitar problemas de desgaste por fricción de las cubiertas ranuradas, de acuerdo con lo estipulado en el libro *Captación por medio de pozos profundos* del MAPAS.

Tuberías

En los pozos ubicados en zonas propensas a sismos se deben instalar en los trenes de descarga tuberías y juntas flexibles para mitigar los riesgos de falla por movimientos relativos.

Materiales de la bomba

Para prevenir una ruptura del cuerpo de la bomba y del motor durante los temblores, utilizar hierro dúctil o acero.

La energía eléctrica

Los transformadores, centros de control y los generadores de reserva se deben anclar adecuadamente, en consideración de los movimientos sísmicos y vientos.

2.3.2. PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Las plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales se componen de equipos de alta complejidad, críticos para el funcionamiento del sistema. Es fundamental considerar, para el

diseño de estas instalaciones, la filosofía de que el fallo de cualquier componente no ocasione el paro de toda la instalación.

El peor de los casos es cuando una planta potabilizadora esta fuera de línea. De hecho, puede ser necesario aislar la instalación del sistema, como en los casos de contaminación en la planta. Para ello se deben tener válvulas de aislamiento en buen estado y con una ubicación de fácil acceso. La mitigación para este escenario debe incluir el suministro de tratamiento alternativo, como el aumento de la producción en otras plantas potabilizadoras en el sistema o identificar fuentes alternativas de agua tratada de sistemas adyacentes. Otra medida es proporcionar un bypass con capacidad de desinfección.

Las instalaciones de potabilización y tratamiento, por lo general, deben ser resistentes al fuego. Se debe apoyar del departamento de bomberos local para inspeccionan con regularidad las instalaciones. Las instalaciones de tratamiento a menudo se encuentran cerca de áreas naturales de inundación o en zonas propensas a las inundaciones ante huracanes o lluvias intensas.

El diseño de las instalaciones debe incluir un análisis hidrológico e hidráulico y se deben tomar las precauciones necesarias para que, ante la ocurrencia de un siniestro los equipos y las instalaciones no sufran daños y que no se pare la operación.

La mitigación de los posibles efectos de los peligros para los componentes de tratamiento será discutido en las secciones siguientes. También refiérase al diseño de la planta potabilizadora (véase la bibliografía) para una discusión detallada de la conducta y el diseño de plantas de tratamiento sujetas a los peligros de terremotos.

2.3.2.1. Estructura

Las estructuras de las plantas potabilizadoras de tratamiento de aguas residuales, así como otras estructuras del sistema de agua, tales como estaciones de bombeo, a menudo son de un solo piso, edificios de paredes simétricas que se desempeñan bien en los terremotos, vientos fuertes y otras contingencias. Las consideraciones sobre el diseño y las acciones de mitigación deben incluir lo siguiente:

Terremoto

- Utilizar como mínimo, mampostería reforzada, de acuerdo con lo estipulado en los reglamentos de construcción vigentes de cada región
- Por muy pequeña o ligera que sea la instalación, la cimentación es el componente vital para la estabilidad de la estructura, por lo que es imprescindible cumplir con los estudios de mecánica de suelos y el sistema de cimentación adecuado, tal como se estipula en el libro *Estudios Técnicos para Proyectos de Agua Potable (Estructuras)* del MAPAS

Terremoto y el viento

- Tomar en consideración que las juntas y las conexiones, atornilladas o soldadas deben estar diseñadas para soportar los esfuerzos debidos al movimiento lateral y la acción del viento, de acuerdo con lo estipulado en el libro *Estudios Técnicos para Proyectos de Agua Potable (Estructuras)* del MAPAS y los reglamentos de construcción vigentes
- Cuando se realicen modificaciones en las estructuras, tales como quitar muros, colocar puertas, ventanas, instalar equipos en el techo, cambiar columnas, etcétera,

debe garantizarse que la instalación es capaz de soportar las condiciones extremas para las que originalmente fue diseñada

Vandalismo

- Tener cerraduras adecuadas, seguridad en ventana y una iluminación que permita visualizar toda la instalación
- Instalar dispositivos de prevención de intrusiones, tales como llaves electrónicas, control de acceso de personal a las instalaciones estratégicas del sistema
- Instalar sistemas de vigilancia de circuito cerrado con imagen de alta sensibilidad, incluyendo cámaras y grabadora de sonido; así como sistemas de alarma con sensores ultrasonidos, térmicos, infrarrojos e interruptores magnéticos para detectar intrusos
- Considerar que una buena señalización y ubicación de los equipos de seguridad (donde sean visibles al público) son un disuasivo a intrusos y se consideran la primer línea de defensa de las instalaciones

2.3.2.2. Energía Eléctrica e Instrumentación

Los equipo de bombeo, sistemas de potabilización, de tratamiento de aguas residuales y todos los componentes que se identifiquen como críticos deben contar con equipos de energía de reserva. No necesariamente se considera una planta de energía portátil, la instalación en cuestión puede estar dotada de una línea de alimentación de energía eléctrica secundaria o con algún sistema de energía alternativa, como las presentadas en el libro *Aplicación de fuentes*

de energía renovables en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales del MAPAS. Las acciones de mitigación específicas para el servicio de energía eléctrica y los componentes de instrumentación y energía de reserva son los siguientes:

Transformadores

Anclar las unidades a nivel del suelo con almohadillas de base, para evitar transmitir vibraciones del suelo al equipo. La ubicación del transformador debe ser tal que se disminuya en lo posible una afectación por inundación. En los casos donde el transformador este montado al poste, asegúrese de que dicho poste sea seguro, que cumpla con las especificaciones de la Comisión Federal de Electricidad y que los cables aéreos del transformador a la instalación, estén debidamente protegidos contra balanceo por terremotos y fuertes vientos.

Los generadores de emergencia

Los generadores se deben anclar directamente a través de almohadillas en la base para evitar vibraciones. La Ilustración 2.13 muestra dispositivos de aislamiento para estos equipos. Cuando se cuente con más de un generador de emergencia en las instalaciones, asegúrese de ubicarlos en lugares distintos para evitar la pérdida total de energía de reserva ante la ocurrencia del siniestro. Opere los generadores periódicamente, revíselos y deles el mantenimiento periódico para garantizar su adecuado funcionamiento en caso de emergencia y tenga siempre el material de apoyo, como combustible, para estos equipos.

Ilustración 2.13 Dispositivos de aislamiento (www.argentino.com.ar y www.venemil.net, respectivamente)



Centros de control y tableros eléctricos

Cada uno de estos elementos, están diseñados para soportar las inclemencias del medio ambiente, sin embargo, es responsabilidad del instalador, asegurarse de cumplir con las especificaciones de anclaje al suelo, paredes y techo o cualquier otro elemento estructural.

Motores

Los motores deben estar dotados con sistemas de apagado automático para evitar daños por variación de tensión o fluctuación de fase.

Baterías

Las baterías para los instrumentos de respaldo o para el arranque de generadores de emergencia, deben estar firmemente ancladas para prevenir las caídas y no deben estar a nivel de piso para evitar daños por agua.

Telemetría

Los sistemas de telemetría son un apoyo fundamental durante la ocurrencia de un siniestro, ya que nos brindan la información necesaria para identificar los sitios donde ha ocurrido una falla en la red, por lo que deben contar con baterías de respaldo adecuado y preferentemente no deben depender de las líneas de conducción eléctrica o telefónicas, ya que estos sistemas suelen fallar en casos de viento o sismo, por lo que se recomienda contar con equipos de transmisión de radio frecuencias de onda corta. Además se debe dotar de protección contra rayos, en caso de estar expuestos y con la debida instalación de protección ante el vandalismo.

2.3.2.3. Equipos de cómputo

Los equipos de cómputo y sistemas de almacenamiento de información se deben ubicar en los pisos superiores de los edificios (cuando

sea posible) para evitar daños por inundación o por un derrumbe. Además, las computadoras se pueden asegurar a los escritorios con tornillería o velcro para evitar su caída ante un sismo. Es imprescindible mantener un respaldo de los archivos y mantenerlos en lugares separados, preferentemente en distintos edificios.

Los riesgos de falla, de los equipos de cómputo, se pueden disminuir al proporcionar los siguientes elementos:

- Copia de seguridad fuera de las instalaciones
- Un programa de mantenimiento preventivo para el hardware
- Un sistema de alimentación ininterrumpida y de protección para el hardware (*No break*)
- Seguridad adecuada en las habitaciones donde se encuentren los equipos, esto incluye evitar plafones falsos y lámparas que puedan caer sobre los equipos
- Preferentemente los equipos de cómputo deber ser iguales o de modelos afines, para simplificar el mantenimiento y permitir el intercambio de piezas, en caso de ser requerido
- Se debe contar con manuales de procedimientos para el mantenimiento y operación de los equipos de cómputo
- Contar con una capacitación adecuada para los operadores
- Contar con un buen programa antivirus y evitar en la medida de lo posible el acceso a internet para disminuir el riesgo de intrusiones y “hacking”

2.3.2.4. Almacenamiento de equipos, tuberías y productos químicos,

Los almacenes que resguarden los equipos, tuberías, piezas especiales y principalmente productos químicos en una planta de tratamiento, deben ser diseñados para soportar el peso de los materiales ante la ocurrencia de un movimiento sísmico. Un buen sistema de anclaje puede prevenir graves daños a los equipos y al personal. Es importante que los estanques que almacenen los productos químicos sean de un material que no reaccione con estos.

Es común que las tuberías almacenadas sufran daños debido al deslizamiento o vuelco. Por lo que estas deben estar bien sujetas y preferentemente inmóviles para evitar el golpeteo entre ellas durante el movimiento. Algunas acciones de mitigación se describen a continuación.

Recipientes de cloro y químicos

- a) Los cilindros de cloro (70 kg) deben estar sujetos de la parte superior e inferior
- b) Considere el uso de hipoclorito de sodio como una alternativa al cloro
- c) Los tanques de una tonelada deben estar anclados con cinturones, cadenas o correas de nylon
- d) Considere las especificaciones presentadas en el libro *Desinfección para sistemas de agua potable y saneamiento* del MAPAS y consulte con los fabricantes de tanques y contenedores el método adecuado de instalación y resguardo. La Ilustración 2.14 muestra la sujeción de cilindros que se utilizan para evitar caídas o daños durante un sismo.

Ilustración 2.14 Cilindros de cloro restringidos (laingenieriadeseotraperspectiva.blogspot.com y lanuevapreencionde-riesgoslaborales.blogspot.com, respectivamente)



Los sistemas de cloración deben ser diseñados y construidos con dispositivos de cierre de seguridad automáticos que eviten la propagación de una fuga de cloro y permitan aislar las zonas afectadas.

Los tanques de cloro están sujetos a hundimientos o flotación debido a la inestabilidad del suelo durante las inundaciones; para la construcción de la base del tanque se debe realizar el estudio de mecánica de suelos correspondiente y una cimentación adecuada, con esto se podrá impedir o reducir el daño.

Tuberías apoyadas en muros y techos

Para resistir el daño por balanceo, las canalizaciones deben estar restringidas en las tres direcciones, no es adecuado tener tuberías colgadas o sujetas por cables o cadenas ya que el movimiento puede ocasionar la falla de las juntas.

Accesorios y piezas especiales

Los accesorios tales como válvulas que se elevan verticalmente desde la tubería tienden a actuar como péndulos que amplifican el movimiento del suelo, por lo que estos elementos deben anclarse de tal forma que se restrinja el balanceo durante un sismo o viento.

Tuberías empotradas en muros

Cuando una tubería esté conectada a un tanque, o cruce algún muro, se debe dotar de una junta flexible para evitar rupturas debidas al asentamiento diferencial y el movimiento lateral de la estructura.

Equipos de laboratorio y productos químicos

Dentro de los laboratorios, los equipos y productos químicos almacenados en los estantes deben estar provistos de sistemas de retención,

como los labios en los estantes o una barra instalada en la cara de los estantes y/o charolas con compartimiento (Ilustración 2.15).

Ilustración 2.15 Soportes diseñados para mantener los productos químicos de laboratorio en el estante (www.logismarket.com.ar)



2.3.2.5. Tanques de procesos

La mitigación de daños en los tanques de proceso se maneja mejor en la fase de diseño. A menudo la única manera de mitigar los riesgos de un tanque existente es la reconstrucción del tanque.

El diseño de los tanques de las plantas de tratamiento debe dar flexibilidad y redundancia (Hamann & Suhr, 1980). Por ejemplo, se pueden proporcionar múltiples conexiones entre los tanques para tener configuraciones alternativas

de funcionamiento si es que un tanque falla o no se puede operar.

Las consideraciones específicas para el diseño sísmico de tanques de proceso son las siguientes:

- Dotar al tanque de elementos flexibles y móviles (como deflectores) que permitan una fácil sustitución
- Considerar las especificaciones del libro *Estudios Técnicos para Proyectos de Agua Potable (Estructuras)* del MAPAS y los reglamentos de construcción de cada zona para el diseño de tanques de concreto
- Realizar un adecuado estudio de mecánica de suelos, estabilizar el suelo según sea necesario y cimentar de forma adecuada
- En el diseño se debe considerar flotabilidad neutra y mantener el depósito lleno o en su caso utilizar pilas o anclas para mantenerlo en su lugar en caso de inundación

2.3.2.6. Tanques de almacenamiento

Al igual que con los tanques de proceso, el mejor momento para mitigar los daños de un desastre en un tanque de almacenamiento es durante la etapa de diseño. Las consideraciones de diseño incluyen los siguientes:

- Utilizar los valores de diseño adecuados para cargas vivas, sismo y viento
- Realizar los estudios de mecánica de suelos
- Proveer un adecuado bordo libre y considerar en el diseño la fuerza de chapoteo

- Proporcionar válvulas de aislamiento situadas correctamente
- Proporcionar flexibilidad a las tuberías de alimentación y distribución
- Tomar medidas para la seguridad, tales como vallas, puertas, iluminación, alarmas y válvulas y escotillas cerradas
- Garantizar un acceso disponible en caso de inundaciones u otros riesgos de desastre

Los tanques existentes deben ser evaluados para garantizar la integridad estructural y el rendimiento durante los desastres. Las acciones de mitigación específicas para los tanques existentes de diversos tipos se presentan a continuación.

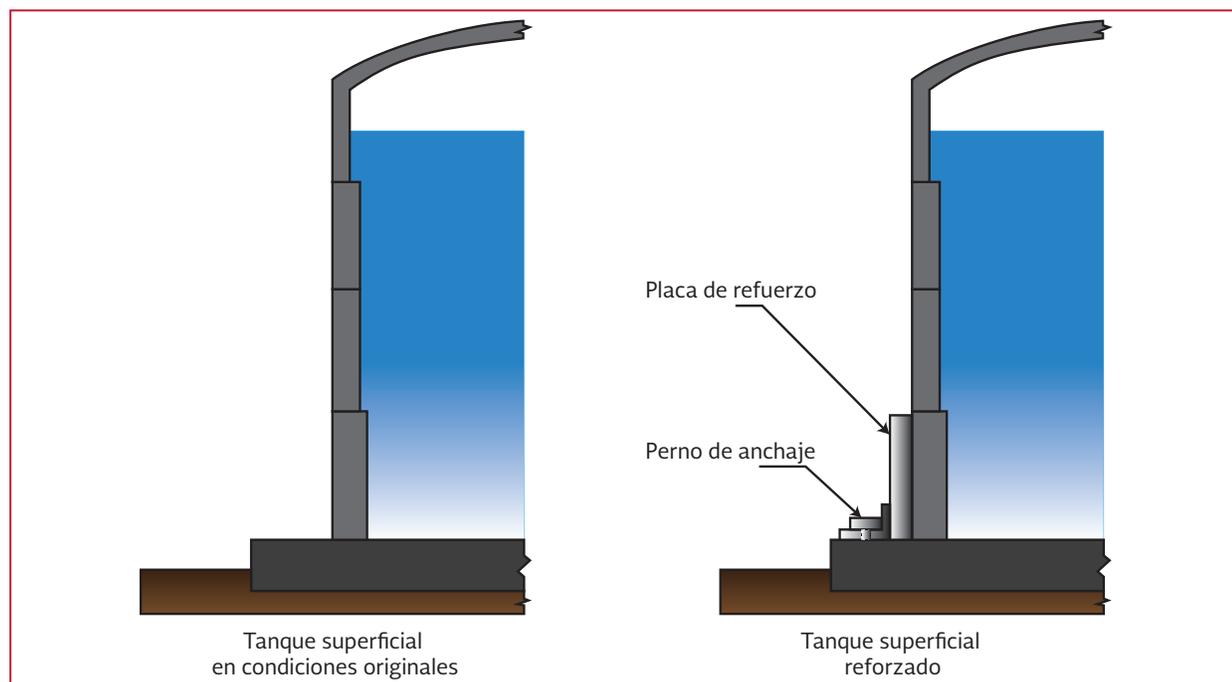
Acero de refuerzo completamente cubierto

El concreto es incapaz de soportar esfuerzos de tensión, por lo cual, se dota de refuerzo interno

de acero (varillas) que toma esos esfuerzos y mantienen unida la estructura. Un tanque, como cualquier otra estructura de concreto reforzado tiende a sufrir agrietamientos por los esfuerzos de tensión que no ponen en riesgo la integridad de la estructura sin embargo, permiten el ingreso del agua y al hacer contacto con el acero, lo oxidan y disminuyen su capacidad estructural y el hinchamiento del óxido rompe el concreto circundante, lo cual puede provocar la falla del elemento.

Por esta razón, se debe inspeccionar periódicamente los tanques de concreto en búsqueda de grietas o manchas de óxido que indiquen esta situación y dar el mantenimiento adecuado para evitar su proliferación (por ejemplo, la Ilustración 2.16 muestra el reforzamiento de un tanque de concreto). Recuerde que la pintura no garantiza impermeabilidad de los muros.

Ilustración 2.16 Ejemplo de refuerzo para tanque superficial (Adaptado de American Water Works Association, 2005)



Tubos verticales de acero en tanques superficiales

Las tuberías metálicas ancladas a los muros de los tanques de concreto, pueden representar esfuerzos adicionales al muro, por lo que las anclas deben permitir el movimiento independiente de las tuberías y los tanques o compruebe la capacidad de las paredes para manejar el esfuerzo adicional.

Tanques elevados

El punto clave de los tanques elevados es su cimentación, revise periódicamente los posibles asentamientos de la base y los apoyos laterales, además de las especificaciones ya presentadas para tanques de concreto.

En el caso de los tanques de acero, se debe cumplir con el mantenimiento preventivo correspondiente, principalmente se debe garantizar el recubrimiento anti óxido, aun cuando el tanque no se encuentre en uso. Puede ocurrir que un tanque de acero elevado falle al llenarse de agua, después de tiempo de no usarse, debido a la oxidación, por lo que se debe evaluar si procede su reparación.

2.3.3. RED DE DISTRIBUCIÓN

Mitigar los efectos del desastre sobre los componentes de la red distribución puede ser difícil debido a que son numerosos y están distribuidos por toda la comunidad. Los efectos atenuantes en las estaciones de bombeo se plantearon en el apartado 2.3.1. Un sistema de telemetría puede ser de utilidad para determinar áreas problemáticas y los daños ocurridos en la red. Estos también pueden ser eficaces en la vigilancia y el control de las válvulas de emergencia.

2.3.3.1. Tuberías, válvulas y otros accesorios

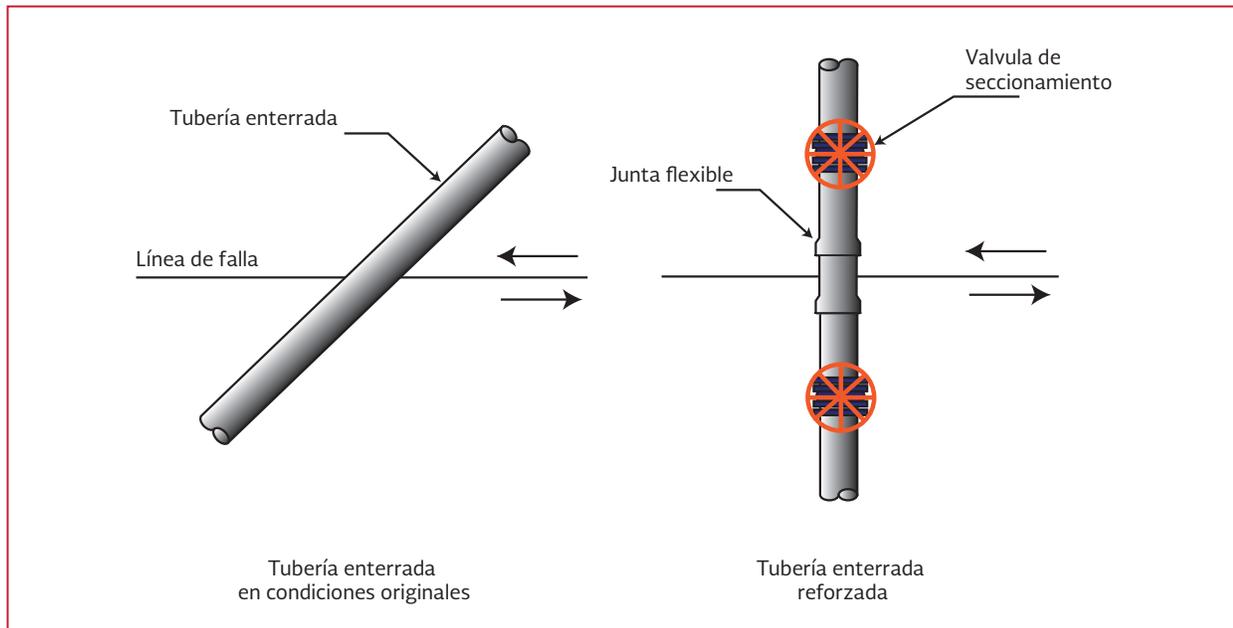
Los métodos de diseño y los tipos de materiales pueden mitigar los efectos del desastre sobre estos componentes esenciales del sistema de distribución.

Diseño de tuberías, la construcción y modernización

Al igual que con otros componentes del sistema, la mitigación de riesgos es más fácil en la fase de diseño y construcción. Algunas consideraciones incluyen lo siguiente:

- Utilizar las tuberías más recientes y disponibles (los materiales de las tuberías se están mejorando continuamente)
- Evitar la instalación de tuberías en suelos licuables y en la medida de lo posible, evitar las zonas propensas a inundaciones y deslizamientos de tierra
- Utilizar materiales de tuberías adecuadas para cada condición del suelo específico, por ejemplo, en lugares de poca incidencia sísmica es posible utilizar tubería con juntas rígidas, caso contrario en zonas sísmicas, donde lo más recomendable son las conexiones flexibles
- Al cruzar fallas conocidas se recomienda que la tubería se instale en ángulo recto y se utilicen juntas de dilatación flexibles. Esto también es aplicable en zonas donde el tipo de suelo cambia (Ilustración 2.17)
- En fallas utilizar material de relleno compresible que permita el movimiento del suelo
- Cuando el estudio de mecánica de suelos lo indique debe realizar un mejoramiento con cama de roca, mampostería, com-

Ilustración 2.17 Mitigación de riesgo para tuberías en cruce de falla (Adaptado de ASCE y JWWA, 1993)



pactación u otros métodos

- Usar pilas cuando sea necesario
- En el trazo de la red habrá que considerar la flexibilidad y redundancia para poder suministrar el agua de distintas formas
- Construir elementos de aislamiento y desviación de flujo, tales como válvulas de aislamiento, válvulas de retención y válvulas automáticas, para dar respuesta en caso de emergencia
- Tener un manual de procedimientos y operación de emergencia

Cuando se realicen trabajos de sustitución de tuberías se debe comenzar con los segmentos identificados como críticos en la evaluación de vulnerabilidad.

El rendimiento de los materiales de tuberías y tipos de juntas ante la ocurrencia de terremotos se ha documentado en muchos estudios. A continuación se presenta un resumen de los

resultados de algunos de estos estudios:

En general, el acero, hierro dúctil y tubería de polietileno se comportan de mejor forma ante la deformación del suelo. Caso contrario del hierro fundido y el fibrocemento. Las juntas rígidas propician que se mantengan intactas ante el movimiento de tierra moderado; las Juntas tipo espiga campana tienen una gran flexibilidad, pero se separan fácilmente.

- Las tuberías de alto rendimiento, como el acero soldado, el polietileno de alta densidad y el hierro dúctil, tienen la capacidad de soportar deformaciones permanentes del suelo hasta 500 mm aproximadamente. Materiales tales como PVC con juntas rígidas, puede manejar deformación permanente del suelo hasta 100 mm aproximadamente. Por su parte, las tuberías de hierro dúctil sin restricciones, el PVC, las tuberías de con-

creto y los tubos de acero segmentado, con juntas flexibles, pueden acomodar la deformación del terreno de menos de 40 mm o hasta el límite de la espiga campana. Las tuberías de baja resistencia (tolerancia menor a 10 mm de deformación del suelo) son el hierro, cerámica, concreto y fofo, con juntas de mortero o plomo.

Las válvulas y otros accesorios

En general, se deben considerar conexiones flexibles para reducir los efectos de un movimiento sísmico. También es importante un programa preventivo de mantenimiento continuo; este programa debe incluir la identificación de válvulas críticas y el establecimiento de puntos de referencia para la ubicación.

Reparación

Para realizar una reparación rápida de tuberías y piezas especiales en la red de distribución ante una emergencia, se debe contar con reservas adecuadas de materiales tales como abrazaderas de reparación, coplees, tubos y válvulas. Esto es especialmente importante para las piezas que tardan mucho tiempo para entregar. El material debe ser almacenado adecuadamente para resistir los riesgos de desastres, tales como terremotos, huracanes, inundaciones, tornados, y el vandalismo. También, mantener y tener acceso a herramientas y equipos de manejo de escombros, para lo cual se puede apoyar de otras dependencias públicas.

2.3.3.2. Conexiones interinstitucionales

Una conexión de red de distribución interinstitucional es una conexión física entre la red de distribución y las fuentes de abastecimiento de

otros organismos operadores. Si los dos sistemas de agua funcionan a muy diferentes presiones, se necesitará una bomba o una válvula reductora de presión para equiparar las presiones. Para ello debe haber un acuerdo de colaboración entre los organismos donde se especifiquen las condiciones de uso, las notificaciones necesarias para el uso, la responsabilidad de la construcción, del mantenimiento y los procedimientos operativos.

2.3.4. ÁREAS ADMINISTRATIVAS

Las instalaciones administrativas, el equipo y los registros son vitales para el funcionamiento del organismo operador. Las estructuras que albergan las funciones administrativas deben cumplir con los códigos de construcción aplicables o deben ser adaptados para satisfacer las necesidades mínimas de desastre. Esto no sólo protegerá las estructuras, los equipos y los archivos que están en el interior, más importante aún, protección al personal. Muchas de las recomendaciones específicas para mitigar los efectos de los desastres ya comentadas se pueden aplicar a las instalaciones de la administración. Particularmente importante es mantener copias de seguridad de la información de clientes, diagramas y planos de la red, los registros y el plan de emergencia en otros lugares. También es fundamental la seguridad del centro de cómputo y de los equipos de cómputo.

2.3.5. COMUNICACIONES Y TRANSPORTE

Daños en el sistema de transporte, incluida la infraestructura carretera, ocurre en muchos desastres. Las medidas de mitigación incluyen la identificación de métodos alternativos de acceso a las instalaciones del sistema, contando

con vehículos seguros y resistentes a los que se les ha dado el mantenimiento adecuado, combustible y piezas de repuesto, además de un área de resguardo seguro capaz de soportar contingencias.

Durante un siniestro es común la interrupción de las comunicaciones debido a los cortes de electricidad y de teléfono, estos efectos son difíciles de mitigar debido a que no recae la responsabilidad en el organismo. La alternativa más común es la de comunicarse por radio de dos vías. Asegúrese de tener suficientes radios y baterías. Los efectos atenuantes de telemetría se discutieron en el apartado 2.3.2.2. Las líneas de comunicación tienen que estar abiertas a otras agencias de línea de vida y a los medios de comunicación.

2.3.6. COSTOS Y PROGRAMACIÓN

Después de los terremotos de 1985 en México, 1989 en Loma Prieta, California y el gran terremoto de Hanshin-Awaji de Japón en 1995, se definió que la planificación de emergencias debe considerar lo peor que podría ocurrir y decidir si es viable protegerse de ello.

Como se ha sugerido, las acciones de mitigación deben comenzar con la identificación de los componentes críticos vulnerables a los riesgos de desastres probables. Los costos de las acciones pueden justificarse mediante su comparación con las pérdidas estimadas que resultarían de la catástrofe dada. Por supuesto, los proyectos caros, como las estructuras nuevas pueden tomar varios años, lo cual permitiría obtener el financiamiento diferido.

3

ACCIONES ANTE LA INMINENCIA DE SITUACIONES DE EMERGENCIA

3.1. PLAN DE PREVENCIÓN Y CONTINGENCIA

3.1.1. INTRODUCCIÓN

En los subcapítulos anteriores se describieron los peligros asociados a diversos desastres, los efectos de los peligros sobre los distintos componentes del sistema y los métodos para prevenir o reducir el daño potencial antes de que ocurran. Sin embargo, incluso los sistemas más seguros no son capaces de reducir al cien por ciento los daños por desastres.

La información presentada en los capítulos anteriores proporciona las bases para integrar un plan de prevención y contingencia. Los componentes vulnerables del sistema no han sido mejorados y deben ser tratados como prioridad en el plan. Por ejemplo, si una nave de almacenamiento de vehículos es vulnerable a los fuertes vientos, los vehículos en el interior deben trasladarse a lugares más seguros. Acciones como éstas deben formar parte del plan.

En este capítulo se describe cómo desarrollar un plan de prevención y contingencia. La preparación para desastres es esencial para proteger al personal, el público, el suministro de agua y los

componentes del sistema. Antes de desarrollar un plan, asegúrese de contactar a otras dependencias para determinar cuáles son los planes que ya están en vigor.

Los planes de prevención de emergencia son también conocidos como planes de operaciones de emergencia, o planes de respuesta a emergencia. En este libro se utiliza la palabra de prevención para centrarse en ese aspecto de la atención de emergencias y desastres. El resultado de una preparación adecuada garantiza un mejor control de la contingencia y una recuperación más rápida del desastre.

3.1.2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE UN PLAN

Los tres principios básicos que se siguen en la preparación de un plan de prevención para emergencias son:

3.1.2.1. Recursos existentes

El plan de preparación para emergencias debe tener en cuenta solamente los recursos existentes. En otras palabras, el plan no debe basarse en la suposición de que las acciones de mitigación se han completado. Por ejemplo, no incluya un generador portátil de energía de reserva si los

recursos están limitados. Siempre que se introduzcan mejoras en el sistema, el plan debe ser revisado y actualizado.

3.1.2.2. Conciso y lógico

El plan de operaciones de emergencia debe ser lo más conciso y lógico. La redacción debe ser simple y el lenguaje utilizado debe ser familiar para el personal que va a participar en la práctica el plan. La información contenida deberá ser presentada en un orden lógico, con la información más importante, en forma de tabla en la parte frontal del plan.

3.1.2.3. Coordinación con otros organismos

Un plan de emergencia eficaz requiere de la cooperación de muchas dependencias y elementos de línea de vida. Los sistemas de agua dependen de que funcionen la electricidad, el transporte y las redes de comunicación.

Aunque un organismo operador no puede funcionar a largo plazo sin el apoyo de otras dependencias, los sistemas de agua no deben depender de ellos para su operación en casos de desastre. Es por eso que los usuarios prioritarios,

Ilustración 3.1 Necesidades y evaluación de recursos: consideraciones generales para la planificación de un sistema de abastecimiento de agua de emergencia (United Nations High Commissioner for Refugees, 1999)

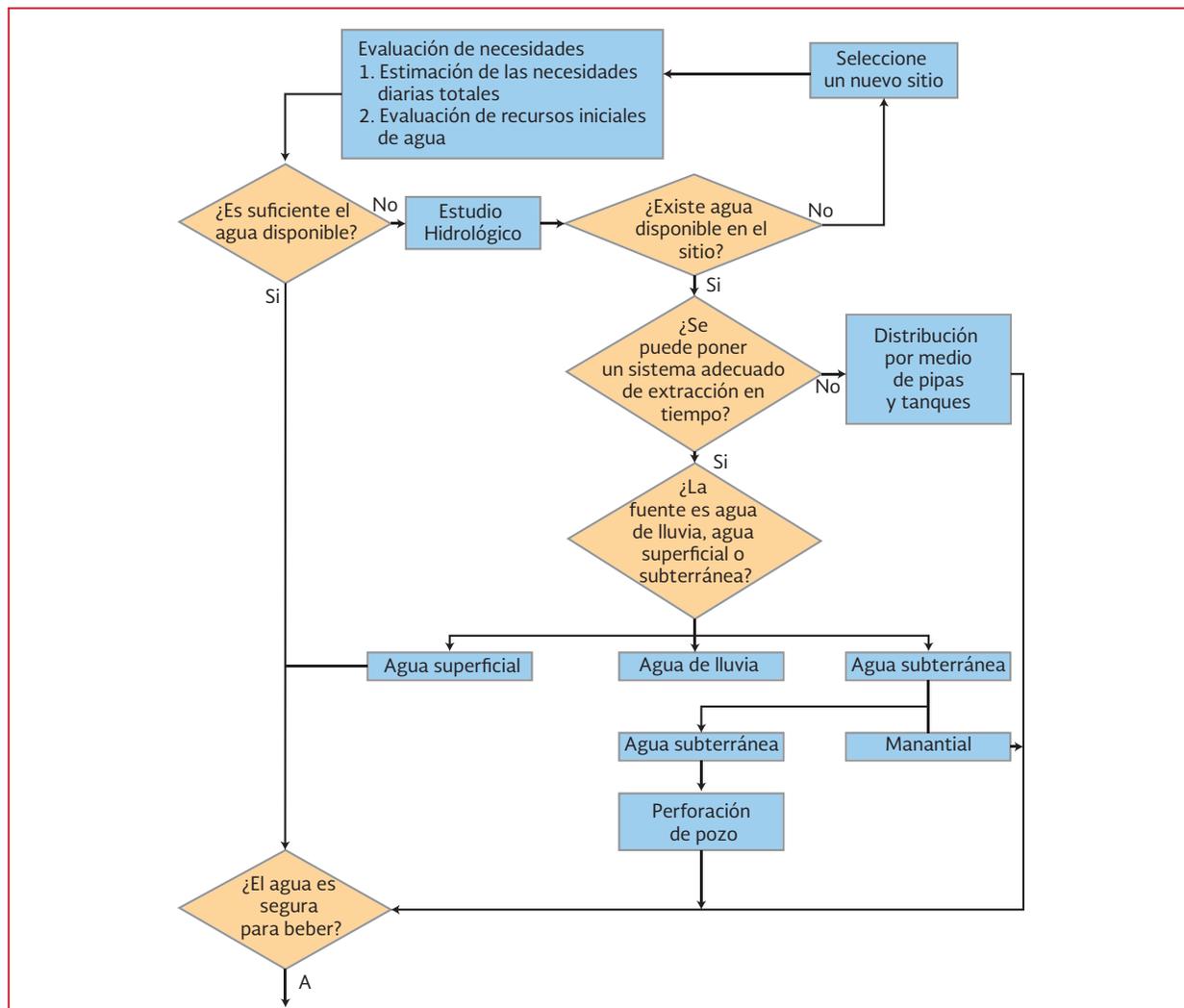
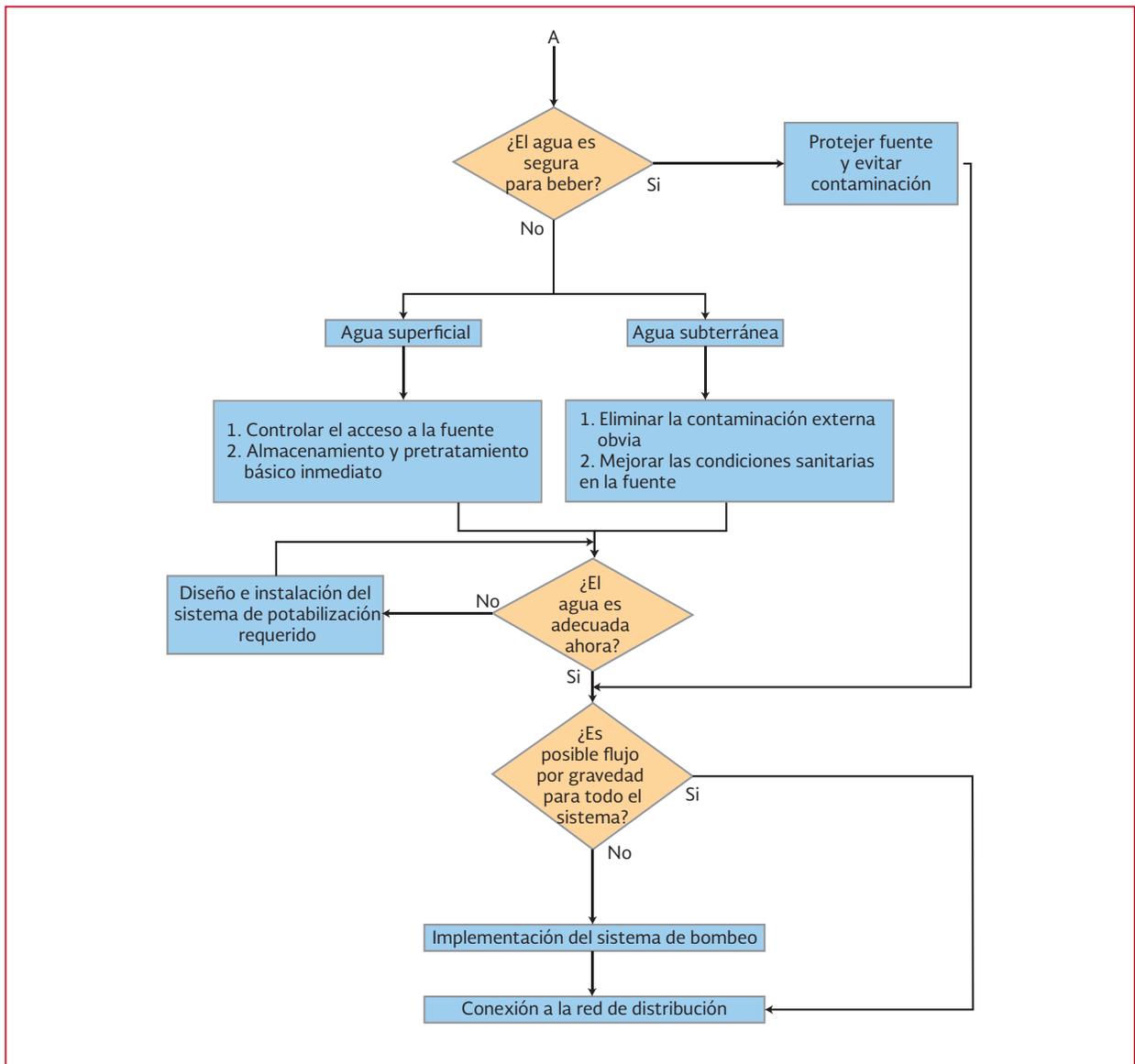


Ilustración 3.1 Necesidades y evaluación de recursos: consideraciones generales para la planificación de un sistema de abastecimiento de agua de emergencia (United Nations High Commissioner for Refugees, 1999) (continuación)



definidos en la sección 2.1.4.2, requieren del servicio para atender la contingencia.

En situaciones de emergencia, en zonas urbanas, el personal de operación se puede centrar en la evaluación de daños a la infraestructura, mientras que el personal de atención a usuarios puede evaluar el grado de necesidades insatisfechas. En tales casos, es importante que las dos áreas estén bien coordinadas para que la información que proporcionan pueda combinarse.

La evaluación de necesidades no satisfechas debe identificar a la población afectada por el suministro de agua insuficiente o con agua contaminada; priorizar la cantidad de agua necesaria para diversos fines domésticos, agrícolas, ganaderos e industriales; la frecuencia con que se consume; y las instalaciones de tratamiento, almacenamiento y distribución necesarias para restituir el servicio. La Ilustración 3.1 muestra una evaluación de las necesidades y recursos que cubre todas las cuestiones de carácter general

para un sistema de agua potable ante situaciones de emergencia. La evaluación en particular fue desarrollada para emergencias de refugiados en albergues, pero algo similar se puede adaptar para su uso en cada situación, y puede proporcionar una guía útil para la integración del plan (Winser & Adams, 2002).

3.2. ELEMENTOS DE UN PLAN

Un plan de operaciones de emergencia es un documento que se debe utilizar antes, durante, y después de un desastre.

Para cada desastre previsto se debe elaborar un plan el cual consta de una serie de pasos a seguir que deben establecerse de forma simple, clara y estar a la vista de todo el personal, los siguientes puntos:

1. Directrices
2. Misión
3. Metas y objetivos
4. Esquema de comunicación de emergencias
5. Dependencias asociadas
6. Activación del Plan

Los cuales se describen a continuación.

3.2.1. DIRECTRICES

El plan se desarrolla a partir del resumen de riesgos mencionado en el apartado 2.1.3, el análisis de vulnerabilidad analizado en el apartado 2.1 y las medidas de mitigación adoptadas 2.2.

Los elementos se presentan en un orden recomendado; sin embargo, los sistemas pueden utilizar un orden diferente y agregar o eliminar

secciones, según sea necesario. El contenido de un plan puede ser dictado por el Estado, los reglamentos o directrices locales.

A continuación se muestra un ejemplo de directrices preparadas por el Comité Operativo de Control de Riesgos y Crisis por Huracán para el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo 2012.

“Presentación del programa de acciones específicas en caso de huracán

De acuerdo a la normatividad aplicable en el título de concesión, que establece como parte de las obligaciones y compromisos de la CONCESIONARIA someter a la aprobación de los CONCEDENTES los programas específicos aplicables para el caso de huracanes, garantizando con ello, la dotación de los servicios a la población antes y después de los efectos climáticos. Estableciendo medidas de control sanitario para asegurar la calidad del agua. Es con este fin que se ha realizado este programa, que en su conjunto nos permite organizar nuestra estructura interna para establecer los procedimientos de control de riesgos y crisis, con los cuales se podrán desarrollar las acciones específicas para enfrentar con buenos resultados cualquier situación de emergencia y crisis motivadas por los estragos y consecuencias de los fenómenos hidrometeorológicos que puedan impactar en la zona norte del estado.

En D.H.C. – AGUAKAN. Asumimos el compromiso, contamos con los recursos, equipo y el entrenamiento adecuado de nuestros colaboradores, para que puedan actuar eficientemente ante situaciones de emergencia, con este propósito el presente programa de acciones establece los siguientes objetivos:

Mantener y garantizar la calidad del agua durante los periodos críticos, en que el servicio presenta mayores riesgos de afectación como:

- *Periodo de secas*
- *Período de huracanes*
- *Situaciones extraordinarias*
- *Mantener reservas de los recursos necesarios para garantizar la calidad del agua durante los periodos críticos*
- *Contar con los materiales y refacciones necesarias y suficientes para garantizar la operación del sistema de captación y re-bombeo de agua potable antes y después del impacto de un fenómeno hídrico*
- *Garantizar el abasto de agua en las zonas de la concesión antes, y después del impacto de un fenómeno con el apoyo de las autoridades Federales, Estatales y Municipales*
- *Garantizar la operación y restablecimiento del sistema de aguas negras y tratamiento de aguas residuales después del impacto de un fenómeno hidrometeoro lógico*
- *Coordinar con La Dirección de Protección Civil de los convenios de apoyo a las autoridades del Sector salud en las estrategias de emergencia que haya implementado*
- *Coordinar con La Dirección de Protección Civil los convenios de apoyo logístico de las autoridades Municipales en las estrategias de emergencia que haya implementado, en lo relacionado a centros de abasto de combustibles*

Celebrar con la Autoridad Estatal, Municipal y Protección Civil, los acuerdos y convenios que a continuación se detallan:

- *Con la Asociación de Hoteleros, los acuerdos y compromisos para la integra-*

ción estratégica de sus grandes almacenamientos de agua potable, para que durante la emergencia, sirvan como centros de almacenamiento y dotación para la población

- *Con la Coalición de Permisarios de carros pipa, los acuerdos y compromisos para dotar a la población de agua potable durante el tiempo que tarde la recuperación de los servicios*
- *Con las Autoridades de la Comisión Federal de Electricidad los acuerdos y compromisos de dar prioridad a la restitución de la energía eléctrica en las zonas de captación o en su caso el equipamiento de generación de energía*
- *Con el apoyo de las Autoridades Estatales o Municipales gestionar el apoyo de la Secretaría de la Defensa Nacional, para establecer los requerimientos de seguridad de las instalaciones y almacenamientos de agua potable que hayan sido designados como centros estratégicos para el almacenamiento y dotación de agua a la población*
- *Con las autoridades Estatales y Municipales, los acuerdos para la difusión de información a la población sobre el cuidado del agua y sus instalaciones en caso de huracán*

En todos los casos, se tendrán como base para los convenios de apoyo reciproco ante las diferentes instancias que participan en los subcomités, la coordinación con la Dirección Municipal de Protección Civil, y en consecuencia, con apego al PROGRAMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL 2001-2006 VIGENTE Y EL SISTEMA MUNICIPAL DE PROTECCIÓN CIVIL DE BENITO JUÁREZ.

*Para tal efecto, y como lo señala la normativa aplicable, ponemos a la disposición de los CONCE-
DENTES el presente programa, para que conforme
a su contenido, lo verifiquen en sus alcances y sea
aprobado para dar cumplimiento a los compromisos
y responsabilidades de la CONCESIONARIA en
función de garantizar los servicios de abasto de agua
potable y saneamiento a las zonas concesionadas.”*

3.2.2. MISIÓN

Esta sección del plan establece la filosofía del sistema de planificación y respuesta ante emergencias. Proporciona un enfoque para el personal que ejecutará las acciones y apoyará en la actualización y modificación del plan: Un ejemplo de una declaración de la misión sigue:

“La misión del sistema de agua es ser un proveedor seguro de agua potable para mantener la vida de la comunidad en condiciones normales como en situaciones de emergencia”.

3.2.3. METAS Y OBJETIVOS

Las metas y objetivos proporcionan formas específicas para llevar a cabo la misión. Estos deben ser lo suficientemente claros para que el personal del sistema realice las acciones que son prioritarias sin necesidad de estar preguntado al momento de la contingencia. A modo de ejemplo se presentan tres objetivos:

“Prevenir accidentes químicos mediante la identificación de las posibles causas y tomar medidas correctivas

Prepárese para atender accidentes químicos que pueden producirse, mediante el desarrollo de planes de respuesta a emergencias y programas de formación

Proteger al público en caso de un accidente de este tipo, asegurando que los residentes reciban la información inmediatamente después del incidente, para tomar las medidas oportunas de autoprotección”

Otro ejemplo, que considera la participación del ayuntamiento.

“El propósito de este documento es triple. Se presentan los objetivos en orden de aparición:

Minimizar los efectos perjudiciales de los desastres naturales sobre la producción y distribución de agua, así como del sistema de alcantarillado sanitario.

Proporcionar asistencia a la dirección de obras públicas, en el área donde y cuando sea solicitado, durante y después de un desastre natural

Restaurar la producción y distribución de agua potable lo más rápido posible en caso de desastres naturales”

3.2.4. ESQUEMA DEL MANEJO DE COMUNICACIÓN DE EMERGENCIAS

El plan identificará las funciones necesarias para el personal de los departamentos de forma rápida, eficiente y segura para restaurar los servicios esenciales de utilidad.

Cuando se ha recibido una notificación, la persona que recibe la llamada debe saber a quién y cómo debe reportarla. Para esto, se debe desarrollar un cuadro para el manejo interno de la información. Un ejemplo de manejo de información se presenta en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Ejemplo de Informe de notificación de emergencia

Parte 1 Los hechos de la emergencia																															
1	Persona o departamento que reporta la emergencia _____ número telefónico: _____ Fecha en que se recibió la llamada: _____ Hora: _____																														
2	Localización de la emergencia _____ Calle: _____ Número: _____ Otras referencias locación aproximada, distancia desde un punto destacado, etc.): _____																														
3	Condición en el sitio (revisa apropiadamente las siguientes opciones) <table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Fugas de agua</td> <td><input type="checkbox"/> Filtraciones</td> <td><input type="checkbox"/> Esguerrimiento superficial</td> <td><input type="checkbox"/> Chorro</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Inundaciones</td> <td><input type="checkbox"/> Carretera</td> <td><input type="checkbox"/> intersecciones</td> <td><input type="checkbox"/> propiedad</td> <td><input type="checkbox"/> Construcción</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Erosión</td> <td><input type="checkbox"/> Bancos</td> <td><input type="checkbox"/> Cimentaciones</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Energía eléctrica</td> <td><input type="checkbox"/> Interrupciones</td> <td><input type="checkbox"/> Pérdida total</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> calidad del agua</td> <td><input type="checkbox"/> Sabor</td> <td><input type="checkbox"/> Olor</td> <td><input type="checkbox"/> Color</td> <td><input type="checkbox"/> Limpieza</td> <td></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Fugas de agua	<input type="checkbox"/> Filtraciones	<input type="checkbox"/> Esguerrimiento superficial	<input type="checkbox"/> Chorro			<input type="checkbox"/> Inundaciones	<input type="checkbox"/> Carretera	<input type="checkbox"/> intersecciones	<input type="checkbox"/> propiedad	<input type="checkbox"/> Construcción		<input type="checkbox"/> Erosión	<input type="checkbox"/> Bancos	<input type="checkbox"/> Cimentaciones				<input type="checkbox"/> Energía eléctrica	<input type="checkbox"/> Interrupciones	<input type="checkbox"/> Pérdida total				<input type="checkbox"/> calidad del agua	<input type="checkbox"/> Sabor	<input type="checkbox"/> Olor	<input type="checkbox"/> Color	<input type="checkbox"/> Limpieza	
<input type="checkbox"/> Fugas de agua	<input type="checkbox"/> Filtraciones	<input type="checkbox"/> Esguerrimiento superficial	<input type="checkbox"/> Chorro																												
<input type="checkbox"/> Inundaciones	<input type="checkbox"/> Carretera	<input type="checkbox"/> intersecciones	<input type="checkbox"/> propiedad	<input type="checkbox"/> Construcción																											
<input type="checkbox"/> Erosión	<input type="checkbox"/> Bancos	<input type="checkbox"/> Cimentaciones																													
<input type="checkbox"/> Energía eléctrica	<input type="checkbox"/> Interrupciones	<input type="checkbox"/> Pérdida total																													
<input type="checkbox"/> calidad del agua	<input type="checkbox"/> Sabor	<input type="checkbox"/> Olor	<input type="checkbox"/> Color	<input type="checkbox"/> Limpieza																											
4	Daño Actual/potencial Describe brevemente la situación: _____																														
5	Restricciones de acceso, si cualquiera: _____																														
6	Asistencia rápida disponible (Si es que alguna dependencia ya está atendiendo la emergencia y de qué forma): _____																														

Parte 2 Evaluación de la emergencia	
1	Personal analizando la emergencia:
2	Reporte de resultados de la investigación:
3	Tiempo en que se evaluó:

Tabla 3.1 Ejemplo de Informe de notificación de emergencia (continuación)

Parte 3 Acción tomada de la emergencia (Consulta del plan de respuesta de la emergencia):

1 acción inmediata tomada (si se utiliza un plan de emergencia, refiérase a él) _____

2 Acción inmediata Permanente Temporal

3 Se envió un equipo de emergencia Si No

Tiempo en que llegó a la escena: _____

4 Anote todas las otras acciones que serán necesarias para restituir el servicio _____

Parte 4 Personas/Departamento notificadas de emergencia					
Cargo	Nombre	Teléfono de trabajo	Teléfono de casa	Hora de llamada	
Director general					
Subdirector de oficina					
Supervisor de operaciones					
Relaciones públicas					
Personal de operaciones					
...					
...					
Fontanero					
Depto. de bomberos					
Depto. De protección civil					
Depto. de policía					
Depto. de obras públicas					
Presidente municipal					
Comisión estatal de agua					
Comisión Nacional del agua					
otros(consulta del personal del sistema y apoyo al llamar de la lista)					
Cliente prioritario					

Firma de la persona quien lleno la forma

El esquema de comunicación debe enumerar todo el personal con participación en las acciones de respuesta ante situaciones de emergencia. Como se muestra en la Tabla 3.2, se debe incluir el cargo, los números de teléfono y las principales responsabilidades dentro del organismo operador. Se deberá incluir además las dependencias de colaboración, los usuarios prioritarios y los medios de comunicación que pueden notificar al público en general. También se debe incluir los métodos de comunicación alternativos, tales como radios y teléfonos celulares, si es que se interrumpe la comunicación telefónica normal.

Una forma efectiva de documentar las condiciones reales en el sitio es a través de vídeo. Se debe designar a un miembro del personal para grabar las condiciones y las actividades de respuesta. La cinta

permitirá mostrar las acciones que se ejecutan y permitirá corregir errores, ampliar las actividades y preparar a personal nuevo en estas tareas.

Personal de servicios públicos de agua

Se debe asegurar de tener la relación de nombres, los domicilios, así como números de teléfono, de todo el personal que participa en el plan. Si las líneas telefónicas no funcionan, el personal puede ponerse en contacto en persona. Además, se debe tener una lista del entrenamiento cruzado que cada trabajador haya completado (ver la Tabla 3.2). Por ejemplo, un técnico de laboratorio puede haber sido entrenado para operar un equipo de bombeo en campo durante una emergencia que afecte el sistema de distribución. Consulte el formato de comunicación de emergencias (Tabla 3.1).

Tabla 3.2 Ejemplo de informe de comunicación de emergencia

Lista de números de emergencia						
Para cada categoría, se debe ordenar la lista según el orden de prioridad de los funcionarios, con nombre cargo dentro del sistema del agua, actividad específica en situaciones de emergencia y número telefónico.						
Área	Prioridad	Nombre	Cargo	Teléfono de oficina	Teléfono de casa	Actividad en situación de emergencia
Potabilización y tratamiento:	1					
	2					
	3					
Captación y estaciones de bombeo:	1					
	2					
	3					
Tanques de almacenamiento y rebombes:	1					
	2					
	3					
Red de distribución:	1					
	2					
	3					

De forma general, se requieren los siguientes tres grupos de personal en caso de emergencia (AWWA y JWVA 1993):

1. Grupo de operaciones y enlace, dirige la respuesta, la toma de decisiones sobre las acciones apropiadas y la comunicación con otros grupos, agencias y el público en general
2. Grupo de investigación de los trabajos de campo: identifica la causa y evalúa la magnitud de la emergencia
3. Grupo de respuesta: lleva a cabo las reparaciones y otras acciones de atención de emergencia

En emergencias pequeñas o localizadas, las funciones de los grupos se superponen. Por ejemplo, durante una fuga en la línea principal de conducción, un equipo de campo en el sitio puede realizar las tres funciones. En desastres mayores, las actividades y responsabilidades de los tres grupos son necesarias.

Otras dependencias

Se deben enumerar las dependencias u organizaciones, con quienes se mantienen acuerdos permanentes para prestar asistencia mutua. La Tabla 3.3 muestra un ejemplo de la lista de dependencias para notificar y los servicios públicos o líneas de vida cuyo funcionamiento este ligado al servicio de agua potable.

Tabla 3.3 Ejemplo de lista de soportes de contactos

Lista de llamadas de soporte					
Organización	Dirección	Nombre del enlace	Teléfono	Tipo de asistencia a ser proporcionada	Autorización requerida

Aprobación

Fecha

Clientes prioritarios

Los clientes prioritarios identificados en el análisis de vulnerabilidad deben ser notificados si existe riesgo de desastre que podrían afectar la calidad o cantidad de agua que se les entrega. El representante del sistema de agua debe saber a quién contactar. Lo más recomendable es que

no sea la misma persona que contesta el teléfono, debe ser alguien designado como contacto oficial o suplente. La Tabla 3.4 muestra un ejemplo de formato para usuarios prioritarios y el orden de prioridad. Por su parte la Tabla 3.5 enlista la prioridad del servicio en función de calidad, cantidad y reducción de uso. Asegúrese de actualizar las listas por lo menos una vez al año.

Tabla 3.4 Formato de relación de clientes prioritarios

Nombre	Dirección	Teléfono	Motivo de solicitar el servicio prioritario	Fuente alternativa disponible		Acción(s) de emergencia a tomar
				Si	No	

En el caso de una emergencia se deben tomar las siguientes acciones:

- 1 Notificar al cliente inmediatamente
- 2 Verificar que la siguiente(s) fuente esté funcionando:
- 3 Tomar las medidas de emergencia del plan correspondiente, si se requiere.

Aprobación

Fecha

Tabla 3.5 Lista de usuarios prioritarios

Tipo de instalación	Prioridad en la calidad	Prioridad en la cantidad	Posibilidad de reducción en el servicio
Hospitales	x	x	
Clínicas y oficinas	x		
Clínicas de emergencia u ambulatorias	x	x	
Pacientes de diálisis	x	x	
Banco de sangre	x		
Instalaciones publicas			
Escuelas y preescolar	x	x	
Centro de atención diurna	x	x	
Refugios de emergencia	x	x	
Estadios y centro de convención	x	x	
Parques y cementerios		x	
Estación de bomberos y policía	x	x	
Grandes Consumidores			
Grandes usuarios industriales		x	
Proveedores mayoristas	x	x	
Edificios habitacionales		x	
Contratistas		x	
Comida y bebidas			
Comedores	x	x	x
Embotelladoras de agua	x	x	
Panaderías	x		
Restaurantes	x	x	
Procesadoras de comida	x	x	x
Negocios críticos			
Mercado de pescado	x		
Periódicos (Imprentas)		x	
instalaciones de comunicación		x	
Hoteles y moteles	x	x	
Criaderos	x	x	

Público en general

El público en general comúnmente recibe las notificaciones sobre desastres a través de medios de comunicación tales como radio, televisión y periódicos. Una carta del organismo operador al público en general, debe incluir los números de teléfono y los medios de comunicación alternos para comunicarse con el sistema de agua potable, si el sistema de teléfono está fuera de servicio. Es útil preparar trípticos, pósteres o manuales, para el público en general con las recomendaciones mínimas

ante cualquier siniestro o falla de la red de distribución, como por ejemplo, la recomendación de hervir el agua, tapar tinacos, cisternas o pilas. Las notificaciones se pueden modificar si es necesario para adaptarse a cada situación. La Tabla 3.6 presenta un ejemplo de notificación pública. Además, el sistema debe designar un portavoz oficial, de esa manera, la información brindada será la correcta o al menos coherente.

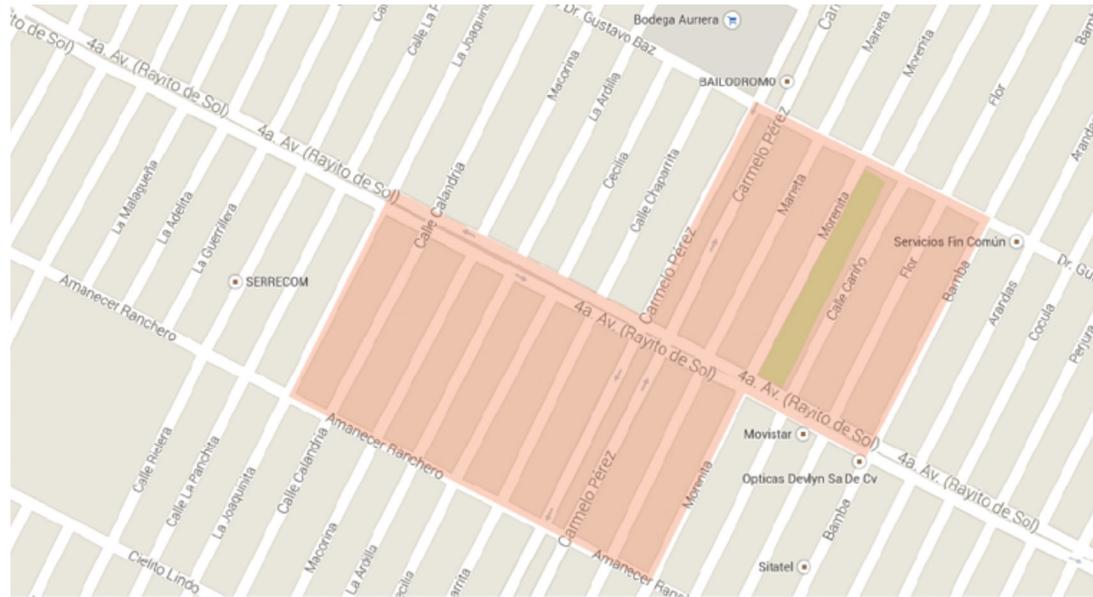
Otros métodos para notificar al público incluyen sistemas móviles de megafonía, sirenas, y los sistemas de teléfono de marcado computarizados.

Tabla 3.6 Ejemplo de notificación pública

El sistema de agua informa la suspensión del servicio de agua potable en la zona con el fin de hacer las reparaciones necesarias de la red de distribución

Área que se cierra:

Mapa de ubicación



Fecha de cierre:

Tiempo de cierre:

Razones de cierre:

Fecha de notificación:

Si tienes cualquier pregunta sobre la información, por favor llama al:

3.2.5. ACUERDOS CON OTRAS DEPENDENCIAS U ORGANIZACIONES

Es muy importante incluir todos los acuerdos de colaboración con otras dependencias públicas. También, incluir los acuerdos de interconexión con otros sistemas. Por lo general, estos acuerdos explican qué tipo de colaboración habrá, en qué condiciones y si tiene algún costo.

Los contratos suelen tener una fecha de caducidad, por lo que necesitan ser actualizados periódicamente. Se debe designar a una persona para asegurarse de que se actualicen antes de su vencimiento.

3.2.6. LA ACTIVACIÓN DEL PLAN

Una respuesta rápida a las emergencias puede disminuir los efectos del desastre en el sistema. Algunos desastres, como los huracanes, se pueden prever con horas y hasta con días de anticipación; otros, como los terremotos, llegan sin ninguna advertencia. En cualquier caso, cuanto antes se active el plan se podrá atender de forma más eficaz el evento.

3.2.6.1. Avisos y alertas

El Servicio Meteorológico Nacional emite advertencias sobre los huracanes y otros fenómenos meteorológicos severos; por su parte el Centro Nacional de Prevención de Desastres está al pendiente de la actividad volcánica; el Servicio Sismológico Nacional advierte y lleva un historial de la magnitud y ubicación de los sismos en el país; la Comisión Nacional del Agua advierte sobre lluvias, grandes avenidas, niveles en las presas y probables inundaciones y, por su parte, la Comisión Nacional Forestal

emite los reportes de incendios forestales. Una persona o más si es necesario, deben ser oficialmente responsables de recibir los avisos y advertencias dentro del organismo operador, quienes deben pasar la información a los ejecutores, de lo contrario, el personal puede obtener información defectuosa, equivocada o inexacta.

Además de las dependencias ya comentadas, la persona responsable de los avisos debe estar pendiente de los boletines y advertencias de los departamentos de salud municipales, estatales y federales, las direcciones de Protección Civil, Petróleos Mexicanos, y la Comisión Federal de Electricidad. Además debe asegurarse de tener los números telefónicos de tales organismos y que su lista de contactos, este actualizada, disponible y a la vista del personal.

Alerta ante huracanes

La Dirección General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación (DGPC), propone la metodología para determinar las etapas de alerta por ciclones tropicales en la República Mexicana, en materia de protección civil. Sin embargo, la propia DGPC podrá determinar una etapa distinta a la resultante de la aplicación de la metodología, con la finalidad de efectuar una alerta más eficiente y oportuna. La metodología se describe a continuación en (Desarrollos Hidráulicos de Cancún, Aguakan, & Protección Civil, Municipio de Benito Juárez, 2012).

En el caso de un ciclón tropical, la distancia y tiempo estimado de llegada a la costa nacional o área de afectación, son medidos respecto a los cuatro cuadrantes de la línea de vientos de 34 nudos (62.97 km/h) del ciclón, denominados técnicamente radios máximos

de los cuatro cuadrantes de la isotaca de 34 nudos. En caso de Depresión Tropical, podrá asumirse cuando mucho el valor del radio máximo para cada cuadrante de la isotaca de 34 nudos indicando en la posición más cercana a la categoría de tormenta tropical. Cuando el pronóstico indique que persistirá en la categoría de depresión tropical, su valor será cero. La Ilustración 3.2 muestra la tabla de acercamiento o activación de las etapas de

alerta, señalando la etapa que corresponda, de acuerdo a los rangos promedio de las escalas contra tiempo de aproximación o impacto del ciclón tropical a un área afectable.

Por su parte la Ilustración 3.3 muestra la tabla de alejamiento de la parte trasera del ciclón o desactivación de las etapas de alerta, indicando la etapa que corresponda cuando el ciclón tropical se aleje del país o se disipe.

Ilustración 3.2 Tabla de acercamiento de la parte delantera del ciclón (Desarrollos Hidráulicos de Cancún, Aguakan, & Protección Civil, Municipio de Benito Juárez, 2012)

Promedio de escalas	Detección o más de 72 horas	72 a 60 horas	60 a 48 horas	48 a 36 horas	36 a 24 horas	24 a 18 horas	18 a 12 horas	12 a 6 horas	Menos de 6 horas
0 a 0.99	Dark Blue	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Red
1 a 1.99	Dark Blue	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Red
2 a 2.99	Dark Blue	Green	Green	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Orange	Red
3 a 3.99	Dark Blue	Green	Green	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Orange	Red
4 a 4.99	Dark Blue	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Red	Red
5	Dark Blue	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Red	Red	Red

Ilustración 3.3 Tabla de alejamiento de la parte trasera del ciclón (Desarrollos Hidráulicos de Cancún, Aguakan, & Protección Civil, Municipio de Benito Juárez, 2012)

Promedio de escalas	0 a 100 km	100 a 150 km	150 a 200 km	200 a 250 km	250 a 300 km	300 a 350 km	350 a 400 km	400 a 500 km	500 a 750 km	Mayor a 750 km
0 a 0.99	Red	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Dark Blue
1 a 1.99	Red	Orange	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Dark Blue
2 a 2.99	Red	Red	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Dark Blue
3 a 3.99	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Green	Green	Dark Blue
4 a 4.99	Red	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Green	Dark Blue
5	Red	Red	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Yellow	Green	Dark Blue

En el caso de que el ciclón tropical presente una posición estacionaria, las tablas aplicables serán de acuerdo a su pronóstico de movimiento, ya sea para los casos de acercamiento o alejamiento. Si se indica que seguirá estacionario, no habrá cambios de alerta en tanto presente este comportamiento. Cada Tabla comprende 5 etapas, que se distinguen por su nomenclatura y color (observe la Ilustración 3.4). Para la determinación de las etapas correspondientes, se hace uso de la siguiente metodología:

Ilustración 3.4 Nomenclatura y color, de acuerdo al nivel de riesgo (Desarrollos Hidráulicos de Cancún, Aguakan, & Protección Civil, Municipio de Benito Juárez, 2012)



El Sistema de Alerta temprana para Ciclones Tropicales considera la extensión de ciclón tropical en superficie. Para ello se emplea una escala promedio de las escalas Saffir-Simpson y de Circulación. La escala promedio se obtiene con la siguiente ecuación.

$$e = 0.5(I + C) \quad \text{Ecuación 3.1}$$

Donde:

I = Categoría del Huracán en la escala Saffir-Simpson

C = Escala de Circulación y se obtiene de:

$$C = 0.377(R) \quad \text{Ecuación 3.2}$$

donde:

R = El radio promedio (en millas náuticas) de los cuatro cuadrantes de la isotaca de 34 nudos (63 km/h)

I = Tendrá un valor de cero si es una depresión o una tormenta tropical. Asimismo, en caso de que C llegara a ser mayor que 5, solamente se le asignará el valor de 5.

Para el caso de depresión tropical, R será el valor promedio de los radios máximos de cada cuadrante de la isotaca de 34 nudos indicados en la posición más cercana a la categoría de tormenta tropical.

3.2.6.2. En el antes, durante y después

Antes de la emergencia

Abarca el periodo de espera o estiaje, previo a la temporada de ciclones tropicales, que conforme a la información meteorológica es en los meses de diciembre a mayo, y considera dos fases diferenciadas: la de preparación y vigilancia y propiamente la fase de alerta.

La fase de vigilancia y preparación incorpora el conjunto de actividades que permiten planificar, preparar y definir estrategias y mecanismos de actuación, acopio de material y equipo, fortalecer la organización y coordinación en el Organismo Operador, sumar esfuerzos con las distintas autoridades federales, estatales y municipales, uso adecuado de recursos y tiempos óptimos de respuesta cuando se presente la emergencia.

La fase de alerta considera las actividades de aviso, cuando se presentan condiciones meteorológicas o hidrológicas, así como geológicas, que puedan dar lugar a una situación de emergencia. Es en esta etapa cuando debe alertarse a las autoridades implicadas, particularmente a protección civil, así como informar a la

población que puede resultar potencialmente afectada.

Durante la emergencia

El momento de la atención se inicia cuando el impacto del fenómeno meteorológico o geológico es inminente, y/o al momento del impacto del fenómeno; se mantiene durante todo el desarrollo de las inundaciones y/o presencia del sismo; es decir, mientras persistan las condiciones que generan la emergencia.

Es en esta etapa en la que se realizan las actividades de protección directa a la población y a la infraestructura hidráulica.

Después de la emergencia

Es el momento consecutivo a la emergencia, que se prolonga hasta el restablecimiento de las condiciones para un retorno a la normalidad en las zonas afectadas por la emergencia.

En esta etapa se realizan las tareas de inspección del estado de infraestructura, las tareas de rehabilitación y limpieza, así como la reparación de los daños más relevantes, y la provisión de los servicios básicos de agua potable y saneamiento.

3.2.6.3. Protocolo

1. Antes de la emergencia. Fase de vigilancia y preparación

- a. Sistemas de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento
 - a.1. Analizar, evaluar, validar e integrar el programar inversiones para desarrollar infraestructura de agua potable, drenaje y saneamiento
 - a.2. Realización de diagnósticos de infraestructura hidráulica de agua potable y saneamiento, que permitan contar con un inventario de aquella infraestructura que se encuentre en situación de vulnerabilidad, así como de las posibles acciones a realizar para eliminarla o reducirla
 - a.3. Realizar inspecciones a fuentes de abastecimiento, redes de distribución y drenaje
 - a.4. Realizar actividades de conservación y mejoramiento de infraestructura de protección
 - a.5. Impulsar la realización de acciones de mantenimiento preventivo en infraestructura de desalaje, tales como desazolve de cárcamos de bombeo, puntos críticos de drenaje sanitario y pluvial, así como identificación de sitios probables de regulación de agua pluvial
 - a.6. Prever que los equipos de estaciones de bombeo y rebombeo de aguas residuales y pluviales, se encuentren en condiciones óptimas de funcionamiento, y que en la medida de lo posible, contar con plantas de emergencia en la infraestructura de bombeo de mayor vulnerabilidad.

- a.7. Promover reuniones con instancias de finanzas municipales y estatales para informar sobre acciones de prevención y atención, e identificar fuentes de recursos, para la realización aquellas más urgentes

2. Durante la emergencia

- b. Sistemas de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento
 - b.1. Suministrar plata coloidal, hipoclorito de calcio y cal viva, para el saneamiento básico a las poblaciones afectadas y evitar brotes de enfermedades, en coordinación con la Secretaría de Salud y las autoridades federales, estatales y municipales
 - b.2. Realizar los diagnósticos preliminares de daños de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento
 - b.3. Integrar con la contraparte respectiva, el Subcomité Hidráulico de Evaluación de Daños, en el seno del Comité de Evaluación de Daños, para efectos de acceder a los apoyos del FONDEN
 - b.4. Coadyuvar en la determinación de necesidades, para el restablecimiento de la infraestructura dañada de los sistemas de agua potable, drenaje y saneamiento
 - b.5. Realizar las acciones de obras preliminares de agua potable, drenaje y saneamiento

3. Después de la emergencia

- c. Sistemas de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento
 - c.1. De manera Coordinada con la instancia federal y estatal responsable,

- evaluar daños a los sistemas de agua potable, drenaje y saneamiento
- c.2. Integrar la información por localidades y municipios, sobre las afectaciones sufridas y la situación de la infraestructura de agua potable, drenaje y saneamiento
- c.3. Acompañar a la instancia estatal responsable a la sesión de entrega de resultados del Comité de evaluación de daños del FONDEN
- c.4. Obtener apoyos (con recursos propios y/o estatales), para la realizar la rehabilitación de la infraestructura dañada
- c.5. Identificar y valorar proyectos necesarios para mitigar efectos de futuras inundaciones, priorizando éstos, para la obtención de apoyos de programas Federalizados (Normales)

- c.6. Gestionar recursos para estudios, proyectos y obras que permitan reducir el grado de vulnerabilidad de la infraestructura de agua potable y saneamiento (programas normales)

Además como información complementaria, la CONAGUA, ha establecido 20 Centros Regionales de Atención de Emergencias, CRAE (Ilustración 3.5), ubicados estratégicamente en el territorio nacional, con objeto de garantizar que las labores de auxilio lleguen con la oportunidad y eficacia, con la dependencia orgánica de la Gerencia de Protección a la Infraestructura y Atención de Emergencias, adscrita a la Coordinación General de Atención de Emergencias y Consejos de Cuencas, en general los CRAES cuentan con equipo especializado y personal operativo.

Ilustración 3.5 Centros regionales de atención a emergencias, 2013 (CONAGUA, 2014²)



Administrativamente, estos Centros regionales están conformados por un Jefe de Centro y cuatro áreas operativas.

Cuentan, entre otros, con el siguiente equipo especializado para la atención de emergencias:

- Equipo de bombeo
- Equipo hidroneumático
- Plantas potabilizadoras portátiles
- Torres de iluminación
- Camiones grúa
- Camiones pipa
- Plantas generadoras de energía eléctrica
- Bombas charqueras
- Otro tipo de equipo especializado

Alerta ante erupción volcánica

El Sistema Nacional de Protección Civil ha desarrollado y aplicado el sistema de alertamiento llamado “Semáforo de Alerta Volcánica”, para informar a la población sobre la actividad de un volcán y las medidas generales de prevención correspondientes a cada etapa (Tabla 3.7, CENAPRED, 2014).

Alerta ante actividad sísmica

Los movimientos del terreno se detectan con sismógrafos y acelerógrafos. Puesto que durante los sismos el terreno se mueve en todas direcciones (horizontal y vertical), estos aparatos nos ayudan a medir el tamaño del movimiento en estas direcciones. Normalmente los movimientos más grandes son en dirección horizontal; sin embargo, en zonas cercanas al epicentro se registran fuertes movimientos verticales.

Aunque a nivel mundial se han realizado esfuerzos en ese sentido, no ha habido institución

o persona que haya tenido éxito en la predicción confiable de sismos, con el suficiente sustento científico y utilidad práctica.

Debido a esto, no existe un semáforo de alerta, como en el caso de los huracanes o erupciones volcánicas, sin embargo el Centro Nacional de Prevención de Desastres, emite una serie de recomendaciones para proceder antes, durante y después de ocurrido un sismo (CENAPRED, 2014).

Antes del sismo

En su hogar:

- Prepare un plan para enfrentar los efectos sísmicos
- Periódicamente organice simulacros, con el objeto de que cada miembro de la familia sepa qué hacer y acuerden un lugar de reunión de la familia en caso de sismo
- Procure que todos porten identificación, especialmente los niños, ancianos y personas con capacidades diferentes, de preferencia con número telefónico y tipo de sangre

En su área de trabajo:

- Solicite a la Unidad Interna de Protección Civil la organización de simulacros y la capacitación para tareas específicas en caso de emergencia

Siempre mantenga en buen estado las instalaciones de:

- Gas
- Agua y drenaje
- Electricidad
- Procure usar conexiones flexibles, sobre todo para el gas

Tabla 3.7 Semáforo de alerta volcánica

Color	Alerta	Fase	Observaciones	Actividades
Verde	Normalidad	Fase 1	El Volcán está en calma	Mantenerse informado Conocer y memorizar las rutas de evacuación, sitios de reunión, refugios temporales
		Fase 2	El volcán presenta ligeras manifestaciones de actividad, fumarolas y actividad sísmica esporádica	Participar de las pláticas de orientación Participar en simulacros
Amarillo	Alerta	Fase 1	El volcán presenta manifestaciones claras de actividad: Sismicidad volcánica local frecuente Fumarolas o plumas de vapor de agua y gas Emisiones esporádicas y ligeras de ceniza	Permanecer atento a la información oficial que se difunda Guardar y tener a la mano, documentos importantes
		Fase 2	El volcán presenta incremento en su actividad, con explosiones esporádicas. Pluma continua de vapor de agua y gas Caída de ceniza leve a moderada en poblaciones cercanas	Ensayar desplazamientos a sitios seguros, sitios de reunión y refugios temporales Mantenerse alerta y seguir las instrucciones de las autoridades
		Fase 3	Lanzamiento de fragmentos incandescentes y posibilidad de flujos piroclásticos de corto alcance asociado a las explosiones El volcán presenta actividad explosiva de escala intermedia a alta Crecimiento y destrucción de domos de lava Plumas de vapor de agua, gas y cenizas persistentes Explosiones de intensidad creciente con lanzamiento de fragmentos incandescentes Posibilidad de flujos piroclásticos de mediano alcance Caída de ceniza notoria en poblaciones cercanas	Ensayar desplazamientos a sitios seguros, sitios de reunión y refugios temporales Mantenerse alerta y seguir las instrucciones de las autoridades Preparar una posible evacuación
Rojo	Alarma	Fase 1	El volcán presenta actividad explosiva de escala intermedia a alta Emisión de columnas de vapor de agua y de gas de varios kilómetros de altura Lanzamiento de fragmentos incandescentes sobre las laderas del volcán Caída importante de ceniza en poblaciones y ciudades lejanas Flujos piroclásticos y flujos de lodo que pueden alcanzar poblaciones cercanas	Mantenerse continuamente informado sobre la actividad volcánica
		Fase 2	El volcán presenta actividad explosiva de escala alta a extrema Columnas eruptivas de decenas de kilómetros de altura y de gran alcance Caída intensa de ceniza, arena y fragmentos volcánicos sobre poblaciones a distancias mayores Posibles derrumbes parciales del edificio volcánico Flujos piroclásticos y flujos de escombros masivos que pueden alcanzar poblaciones cercanas a intermedias Grandes deslaves de efectos devastadores Graves daños al entorno incluyendo las áreas señalizadas en el mapa de peligros volcánicos	Seguir las instrucciones de las autoridades Preparar la evacuación Realizar la evacuación, si es posible, por medios propios Dirigirse a los sitios de reunión para ser trasladado a los refugios temporales o sitios seguros

Tenga a la mano:

- Números telefónicos de emergencia, de familiares y escuela de sus hijos
- Botiquín
- Radio portátil con pilas
- Linterna con pilas
- Documentos importantes (actas de nacimiento, matrimonio, escrituras, etcétera)

Identifique:

- Lugares más seguros del inmueble, preferentemente con la asesoría de un ingeniero civil o arquitecto
- Salidas principales y alternas
- Compruebe que salidas y pasillos estén siempre libres de obstáculos y operen correctamente

Fije a la pared:

- Armarios, estantes, espejos, libreros, etc.
- Evite colocar objetos pesados en sitios altos

Asegure al techo:

- Lámparas y candiles

Durante del sismo

- Conserve la calma
- No permita que el pánico se apodere de usted
- Tranquilice a quienes estén a su alrededor
- Diríjase a los lugares de menor riesgo previamente seleccionados

- Con ambas manos cúbrase la cabeza y colóquela junto a las rodillas

No use elevadores

- Aléjese de objetos que puedan caer, deslizarse o romperse
- Si es posible, cierre las llaves del gas, baje el interruptor principal de la electricidad y evite encender cerillos y/o cualquier fuente de posible incendio

En lugares públicos y llenos de gente (cines, teatros, estadios, salones de clase)

- No grite, no corra, no empuje
- Salga serenamente si la salida no está congestionada; en caso contrario, permanezca en su propio asiento, colocando los brazos sobre la cabeza y bajándola hacia las rodillas. Si puede, métase debajo de la silla o mesa
- No se apresure a salir. El sismo dura sólo algunos segundos. Es posible que termine antes de que lo haya logrado

Si se encuentra en el exterior

- Busque un refugio; al aire libre es difícil que algo le caiga encima; sin embargo, asegúrese de estar a salvo de cables, postes, árboles y ramas, escaleras exteriores, edificios con fachadas adornadas, balcones, aleros, chimeneas y de cualquier otro objeto que pueda caer, especialmente si se encuentra en el centro de la ciudad en zonas de edificios de muchos pisos, donde las ventanas y las fachadas pueden esparcir escombros peligrosos sobre las calles

En el vehículo

- Maneje serenamente hacia un lugar que quede lejos de puentes, vías o cables de energía eléctrica y estacionese en un sitio fuera de peligro

Después de ocurrido el sismo

- Efectúe una verificación de los posibles daños de la casa o el inmueble de trabajo
- Si es necesario, haga uso del lugar de reunión previamente establecido para saber dónde está cada quien
- No haga uso del inmueble si presenta daños
- No encienda cerillos, velas, aparatos de flama abierta o aparatos eléctricos, hasta asegurarse de que no haya fuga de gas, en su caso, repórtelas
- Si hay incendios o peligro de incendio, repórtelos inmediatamente
- Verifique si hay lesionados y busque ayuda médica de ser necesaria
- Evite pisar o tocar cualquier cable suelto o caído
- Limpie inmediatamente líquidos derramados de materiales flamables o tóxicos
- No coma ni beba nada hasta verificar que el alimento este limpio
- Use el teléfono únicamente para llamadas de emergencias; encienda la radio para enterarse de los daños y recibir información
- Colabore con las autoridades
- Esté preparado para futuros sismos (llamados réplicas). Las réplicas, generalmente son más leves que la sacudida principal, pero pueden ocasionar daños adicionales

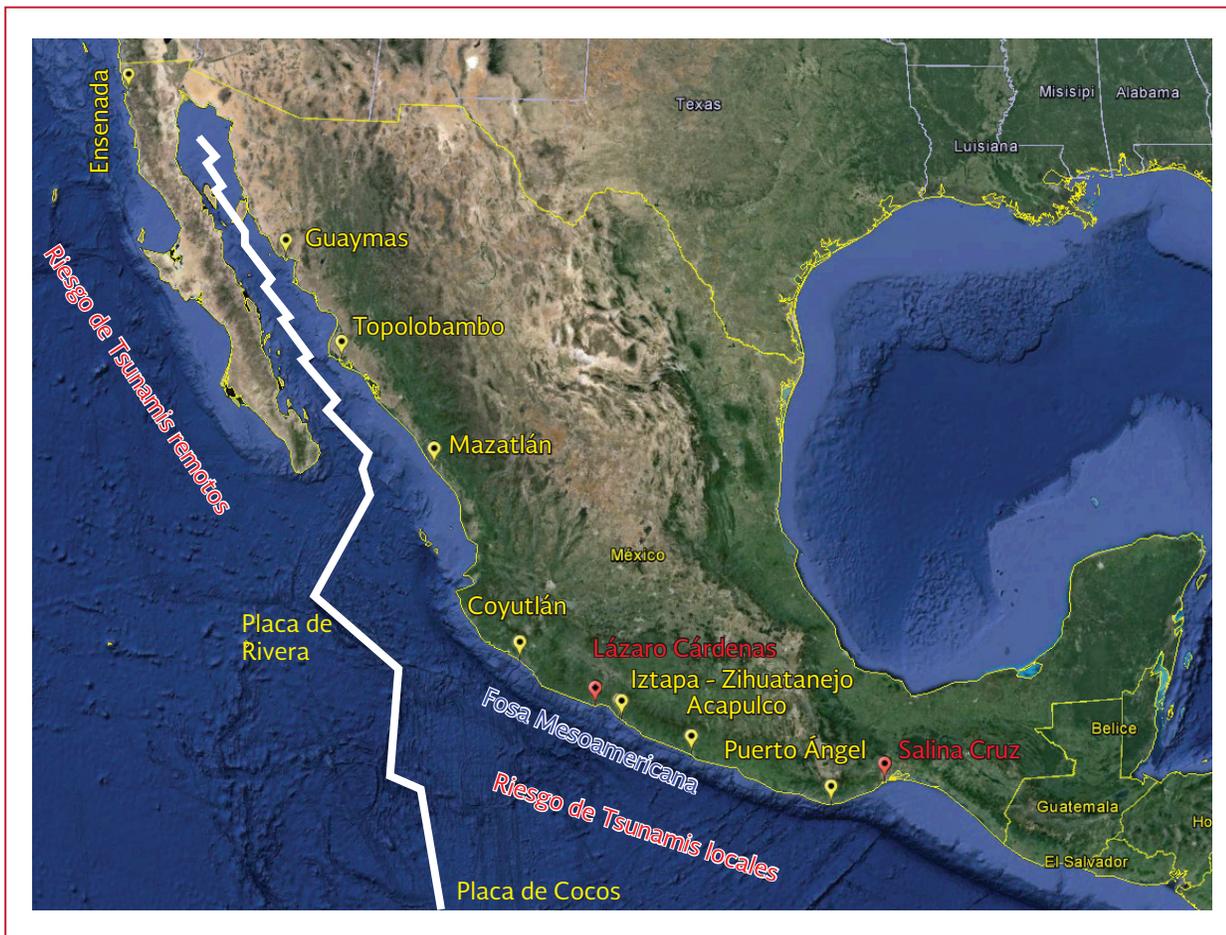
- Aléjese de los edificios y zonas dañados
- En caso de quedar atrapado, conserve la calma y trate de comunicarse al exterior golpeando con algún objeto

Alerta ante tsunamis

Al igual que en el caso de los sismos, no existe un semáforo de alerta, ya que estos eventos, comunmente son causados por alguna actividad sísmica en el mar. De acuerdo con CENAPRED, 2014, para que un sismo genere un tsunami es necesario que ocurra en una zona de hundimiento de borde de placas tectónicas; es decir: que la falla tenga movimiento vertical y no sea solamente de desgarre, sino también con movimiento lateral. En la costa del Pacífico de México, esta condición permite diferenciar 2 zonas (Ilustración 3.6):

1. Al norte de la Placa de Rivera, donde la Placa del Pacífico se desliza hacia el norte con respecto a la Placa de Norteamérica, a lo largo de la falla de desgarre del Golfo de California. Esto propicia que las costas de Baja California, Sonora y Sinaloa no sean fuentes de origen de tsunamis locales, sino únicamente receptoras de los lejanos, con alturas máximas de ola esperables de 3 metros
2. En el Sur, la Placa de Rivera gira y la de Cocos se hunde bajo la Placa de Norteamérica a lo largo de la Fosa Mesoamericana; constituye una frontera de colisión con hundimiento, generadora de tsunamis locales, algunos de los cuales han demostrado destructividad en las costas de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, con alturas de 10 metros

Ilustración 3.6 Escenario sismo-tectónico de la costa del Pacífico de México y su potencial para generación y recepción de tsunamis



Esta zona también es receptora de tsunamis lejanos y regionales, con alturas esperables menores.

Del país es la expuesta a mayor riesgo de tsunamis destructivos; por ser asiento de comunidades costeras densamente pobladas, importantes instalaciones portuarias, industriales y de almacenamiento de combustibles, también es la más vulnerable. Comprende los puertos de Manzanillo, Lázaro Cárdenas y Salina Cruz, y un corredor turístico de aproximadamente 1 000 kilómetros de longitud, que incluye Puerto Vallarta, Manzanillo, Cuyutlán, Ixtapa-Zihuatanejo,

Acapulco, Puerto Escondido, Puerto Ángel y Bahías de Huatulco.

Por ello el Centro Nacional de Prevención de Desastres, emite una serie de recomendaciones para proceder antes, durante y después de ocurrido un sismo (CENAPRED, 2014). Estas recomendaciones son aplicables para la población que vive o trabaja cerca de la costa del Pacífico de México (a aproximadamente menos de un kilómetro o a diez cuadras). No todos los terremotos causan tsunamis; solamente algunos. La experiencia indica que la mayoría de las víctimas han sido quienes carecen de una preparación adecuada o desestiman las recomendaciones.

Antes de ocurrir un Tsunami

Acuda a la Unidad de Protección Civil o a las autoridades locales para saber:

- Si las zonas en que usted y su familia viven, trabajan o estudian están sujetas a este riesgo
- Las rutas de evacuación a lugares altos
- Qué lugares funcionarán como refugios temporales de emergencia y permanentes
- Por qué medios recibirá los mensajes de emergencia
- Cómo podrá integrarse a las brigadas de auxilio, si quiere ayudar
- En caso de tener niños o familiares enfermos, de edad avanzada o con capacidades diferentes, prevea cómo habrá de transportarlos ya que podrán requerir cuidados especiales
- Procure un lugar para proteger a sus animales y equipo de trabajo
- Guarde fertilizantes e insecticidas en lugares a prueba de agua e inundaciones, para evitar contaminación
- Con familiares y compañeros de trabajo elabore un plano, con indicación de rutas de evacuación, lugares de refugio y de reunión posterior
- Si las autoridades le solicitan su colaboración, participe responsablemente en simulacros de evacuación
- Siempre tenga a la mano un botiquín para primeros auxilios, y un radio portátil con pilas
- Aprenda a interrumpir el suministro de gas y de electricidad de su vivienda

Durante el Tsunami

Si vive en una zona costera del Pacífico y se presenta un sismo suficientemente fuerte como para agrietar paredes, o que impida mantenerse de pie, es muy probable que en los siguientes segundos o pocos minutos llegue un tsunami.

- Primero protéjase de los efectos del terremoto: colóquese bajo una mesa o en el dintel de una puerta, lejos de cualquier objeto que pueda caerle
- No espere aviso de las autoridades acerca de generación de un posible tsunami, porque es posible que no haya tiempo suficiente
- Considere el sismo como una alerta natural; aléjese de playas y zonas bajas de la costa, y de inmediato diríjase a un lugar alto

Si no siente ningún sismo o éste es débil, pero escucha noticias de que en un lugar -cercano o lejano- del Océano Pacífico ocurrió un terremoto, manténgase alerta, con su radio o televisor encendido para recibir información e instrucciones de fuentes oficiales.

- Atienda y obedezca las indicaciones de las autoridades, conserve la calma y evite pánico innecesario
- Si las autoridades le alertan de que se aproxima un tsunami, busque refugio en alturas superiores a 15 metros
- Las autoridades y los servicios nacionales e internacionales de alerta de tsunamis no emiten alarmas falsas

Solamente si hay tiempo suficiente (tsunami lejanos)

- Alce, fije y amarre todos los objetos sueltos que pueda arrastrar el tsunami
- Para tener reserva de agua no contaminada, selle la tapa del pozo o del aljibe
- Cierre los suministros de gas y energía eléctrica
- Cierre bien las puertas y ventanas de su vivienda
- Aléjese de la zona de posible inundación y diríjase al lugar de refugio asignado, llevando consigo un botiquín de mano, algunos documentos personales importantes y un radio portátil

Si el tiempo es insuficiente (tsunamis locales)

- Olvídense de objetos, muebles, etc.; llévese solamente un botiquín de mano y algunos documentos personales importantes
- Huya para salvar su vida, la de sus familiares y la de sus animales. Vaya a un lugar de refugio que esté al menos un kilómetro tierra adentro de la costa o a 15 metros sobre el nivel del mar, o por lo menos al tercer piso de un edificio sólido que no haya sido dañado por el sismo
- Si las autoridades le recomiendan evacuar la casa donde vive o su lugar de trabajo, evacúe ordenadamente y en calma, sin pánico
- Si las autoridades le indican que no debe evacuar, porque está fuera de la zona de peligro, no evacue

La mayoría de los maremotos se inician con un retiro del mar, que deja grandes extensiones al descubierto (en seco).

- No se acerque a la playa a mirar, recoger peces o mariscos, ni a esperar al tsunami. Inmediatamente aléjese. Éste llegará en pocos minutos a gran velocidad, y será demasiado tarde para huir
- Nunca vaya a la playa a observarlo, podría ser lo último que vea
- Los tsunamis pueden penetrar por ríos, arroyos, esteros y lagunas costeras varios kilómetros tierra adentro. Aléjese de esos cuerpos de agua
- A lo largo de la costa, la altura de las olas de un maremoto varían considerablemente, aun en distancias cortas. No debemos fiarnos del tamaño pequeño de sus olas al llegar a una playa; es posible que a muy pocos kilómetros de ahí sean muy altas
- Evite caminar por sectores inundados. Aunque el nivel del agua sea bajo, rápidamente puede aumentar, desarrollar velocidades peligrosas, y a su paso arrastrar automóviles, embarcaciones, árboles, animales, rocas, escombros, etc.
- No se acerque a conductores eléctricos averiados; recuerde que el agua es conductora de la electricidad

Un tsunami no es una sola ola, sino una secuencia o TREN de olas que arriban espaciadas entre sí una tras otra cada 10 a 40 minutos. En un lapso de 12 a 24 horas puede haber 10 o más olas destructivas.

Si su vivienda o lugar de trabajo se encuentra en la zona afectada, no debe regresar a ella hasta que las autoridades le indiquen que el peligro ya ha terminado.

En mar abierto, lejos de la costa, las alturas de las olas de un maremoto son muy pequeñas,

Solamente al llegar a la costa son destructivas. Si usted se encuentra en una embarcación y siente un sismo fuerte o recibe aviso de ocurrencia de un maremoto, no se acerque a puerto; si está en el puerto, salga a mar abierto con los sistemas de navegación y de comunicaciones funcionando.

Después del Tsunami

- Conserve la calma, tranquilice a sus familiares
- Permanezca fuera de las áreas de desastre. Su presencia podría entorpecer las acciones de auxilio y rescate
- Solo en caso de que las autoridades se lo soliciten, preste completa ayuda a las organizaciones de socorro, protección civil, y autoridades militares y navales
- Inmediatamente reporte los heridos a los servicios de urgencia
- No tome agua ni coma alimentos que hayan estado en contacto con el agua del mar
- Mantenga desconectados el gas y la electricidad hasta asegurarse que no haya fugas ni peligro de cortocircuitos
- Antes de conectar sus aparatos eléctricos, cerciórese de que estén secos
- Informe de los daños al drenaje y a los sistemas de agua potable
- Acate las instrucciones emitidas por las autoridades a través de la radio, televisión u otro medio de difusión
- No divulgue ni haga caso a rumores

3.3. CUANTIFICACIÓN DE LA ATENCIÓN A DESASTRES

Es necesario identificar y documentar los costos relacionados con cada emergencia específica. Para ello se creó el Fondo de Desastres Naturales en México (FONDEN), creado a finales de los años 90's, y establecido por el Gobierno Federal de México en el marco de su estrategia de gestión integral del riesgo. Los procesos de acceso al FONDEN permiten apoyar a las entidades federativas, cuando los daños ocasionados por los fenómenos naturales perturbadores superen su capacidad financiera y operativa de respuesta, así como a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, en los términos de las disposiciones aplicables.

A través del FONDEN se pretende proporcionar suministros de auxilio y asistencia ante situaciones de emergencia y de desastre, para responder de manera inmediata y oportuna a las necesidades urgentes para la protección de la vida y la salud de la población, generadas ante la inminencia o alta probabilidad de que ocurra un fenómeno natural perturbador.

Una forma para identificar claramente los costos relacionados con un desastre es utilizar el sistema de precios unitarios para cada emergencia planificada. La cuantificación de los gastos relacionados con la aplicación de un

plan de emergencia se debe realizar de forma similar a la ejecución de una obra, por lo que para cada uno de los planes de atención se debe tener un expediente ejecutivo.

Este documento se conformará de tres partes:

1. Análisis de vulnerabilidad. Teniendo en cuenta los riesgos más probables, se deben determinar los componentes del sistema que son vulnerables ante estos eventos: identificar los principales componentes del sistema; detectar los efectos de los riesgos asociados a un desastre probable sobre los componentes del sistema; establecer los objetivos de rendimiento y los niveles de servicio aceptables para el sistema; e identificar los componentes críticos, tal como se establece en el apartado 2.1
2. Plan de prevención y contingencia. Es un plan estratégico de largo plazo que define los objetivos, estrategias y programas que orientan las actividades institucionales y/o interinstitucionales para la prevención, reducción de riesgos, los preparativos para la atención de emergencias y la rehabilitación en casos de desastres, permitiendo reducir los daños, víctimas y pérdidas que podrían ocurrir a consecuencia de un fenómeno natural o generado por el hombre potencialmente dañino, mejorando las condiciones de vida de la población, tal como se establece en el apartado 3.1
3. Proyecto ejecutivo. Muchas de las acciones preventivas y correctivas requieren

de obras para garantizar la continuidad del servicio y disminuir los riesgos a los trabajadores y la población. Para estimar el costo probable de dichas obras se debe integrar un proyecto ejecutivo, el cual se integra de planos, catálogo de conceptos y presupuesto base y especificaciones. En el libro *Proyectos ejecutivos* del MAPAS, se aborda a detalle la forma de integrar este apartado

Se generaran tantos expedientes, como planes específicos se implementen. Las cuales deben ser ajustadas periódicamente en función de la inflación y las acciones de mitigación implementadas.

3.4. DISTRIBUCIÓN DE PLANES

Como se mencionó anteriormente, una actividad necesaria para el buen funcionamiento de los planes de prevención y contingencia, es una correcta distribución y ubicación. El plan debe mantenerse a la vista de todos los participantes dentro del organismo operador, debe distribuirse a las demás dependencias de la línea de vida, así como a los medios de comunicación. Cuando se actualice el plan, el nuevo material deberá ser enviado a todos los involucrados.

Es recomendable, además de una buena integración del expediente, hacer carteles, trípticos o videos para facilitar la comprensión y rápida consulta de los planes, observe la Ilustración 3.7.

DHC-AGUAKAN te recuerda que oficialmente la temporada de huracanes inicia en el mes de junio y termina en noviembre, por lo que es necesario tomar precauciones para que cada familia proteja su hogar.

CONOCE LOS TÉRMINOS

Un ciclón tropical es un término meteorológico usado para referirse a vientos huracanados caracterizados por una circulación cerrada alrededor de un centro de baja presión y que produce fuertes vientos y abundante lluvia. Dependiendo de su fuerza y localización, un ciclón tropical puede llamarse onda tropical, depresión tropical, tormenta tropical o huracán.

ONDA TROPICAL
Nubes o tormentas eléctricas que se mueven de este a oeste y que producen algunas lluvias.

DEPRESIÓN TROPICAL
Agrupamiento de nubes y tormentas eléctricas con una circulación definida cuyos vientos máximos sostenidos son menores de 63 Km/h.

TORMENTA TROPICAL
Agrupamiento de nubes con una circulación definida, fuertes tormentas eléctricas y cuyos vientos máximos sostenidos fluctúan entre los 63 y 118 km/h. Las tormentas tropicales se pueden convertir en huracanes rápidamente. En esta etapa se le asigna un nombre por orden de aparición y de forma alfabética. (Ej: Tormenta Agatha).

HURACÁN
Agrupamiento de nubes de intensidad máxima en el cual los vientos máximos sostenidos alcanzan o superan los 119 Km/h. Tiene un centro muy definido con una presión barométrica muy baja. Dependiendo de la intensidad de los vientos se clasifica con una escala usada a nivel internacional llamada Saffir-Simpson. Mientras más intensos son los vientos, más poder de destrucción tienen los huracanes.

TELÉFONOS IMPORTANTES

DHC-AGUAKAN	073
BOMBEROS	884 1202
CRUZ ROJA	065 / 884 1616
EMERGENCIAS	066
IMSS	884 1963
JURISDICCIÓN SANITARIA	888 6641
PRESIDENCIA MUNICIPAL	887 4243
PROTECCIÓN CIVIL	887 3435
SEGURIDAD PÚBLICA	884 1913
SERVICIOS PÚBLICOS MUNICIPALES	887 3311
TRÁNSITO	884 0710

JUNTOS POR EL APOYO

Qué hacer antes, durante y después de un HURACÁN

AYÚDANOS A PROTEGERTE

Síguenos en:
www.facebook.com/DHCAGUAKAN

LINEA AGUAKAN 073

AGUAKAN®

LE DAMOS UN GIRO A TU VIDA

ANTES DEL HURACÁN

PROTECCIÓN CIVIL es la dependencia oficial encargada de transmitir las ALERTAS DE AVISOS. Es de suma importancia mantenerse informado de las alertas emitidas por PROTECCIÓN CIVIL y seguir las indicaciones de la entidad.

ALERTA	COLOR	PELIGRO	ESTADO	ACERCAMIENTO	
				TIEMPO	DISTANCIA
1	Azul	Mínimo	Aviso	Más de 72 hrs.	Entre 700 y 800 km.
2	Verde	Baja	Previsión Vigilancia	Entre 48 y 72 hrs.	Entre 300 y 700 km.
3	Amarilla	Moderado	Preparación Seguimiento	Entre 36 y 48 hrs.	Entre 200 y 300 km.
4	Naranja	Alto	Alerta	Entre 6 y 36 hrs.	Entre 100 y 200 km.
5	Rojo	Máximo	Afectación	Menos de 6 hrs.	Menos de 100 km.

Antes de la llegada de un huracán, DHC-AGUAKAN recomienda:

FUERA DE TU CASA

- Si tienes jardín, corta las ramas secas de los árboles. Esto permitirá que el viento sople más libremente en ellas y ayudará a evitar accidentes por caídas de ramas secas.
- Si cuentas con cisterna y tinaco, hay que limpiarlos y asegurarse que estén llenos. Asimismo deben protegerse con malla mosquitero para evitar la entrada de insectos.
- Asimismo, asegura firmemente el tinaco al piso, así como la tapa respectiva.
- Verifica que los desagües de la azotea no estén obstruidos.
- Protege las ventanas con madera o con cinta adhesiva en forma de cruz.
- Quita todos los objetos que puedan convertirse en proyectiles dentro o fuera de tu hogar.
- Llena el tanque de gasolina de tu auto.

DENTRO DE TU CASA

- Coloca dentro de un folder los documentos más importantes tales como actas de nacimiento, pólizas de seguro y envuélvelos en plástico.
- Ten a la mano la lista de refugios, en caso de que sea necesario acudir a alguno de ellos.

DURANTE EL HURACÁN

Sigue las instrucciones de las autoridades de PROTECCIÓN CIVIL. Recuerda que el ojo del huracán se queda en aparente calma durante dos horas y que una vez que éste pasa los vientos y la lluvia retoman intensidad. NO salgas de tu hogar o refugio bajo ningún motivo hasta que PROTECCIÓN CIVIL así lo indique.

DESPUÉS DEL HURACÁN

Limpia el área de tu hogar quitando la basura y el agua para evitar los moscos. Deposita la basura en bolsas de plástico.

DOSIFICACIÓN PARA PURIFICAR AGUA

Para asegurar la calidad del agua de tu tinaco y cisterna, DHC-AGUAKAN te aconseja purificarla con pequeñas dosis de cloro:

	Un Litro	20 Litros	400 Litros	1000 Litros
Cloro*	3 gotas	60 gotas	1 cucharada**	3 cucharada**
Microdín	4-8 gotas	25 gotas	un gotero completo	4 goteros

* El Cloro debe de ser sin aromatizantes.
** Cucharadas soperas.

ALIMENTOS Y ARTÍCULOS DE PRIMERA NECESIDAD

- Almacena los siguientes alimentos de acuerdo al número de personas presentes en la casa:
 - Leche en polvo, pan, galletas, cereales, comida enlatada y garrafones de agua.
- Dispón de los siguientes artículos y mantenlos fuera del alcance de los niños:
 - Cloro de uso casero, desinfectante de agua, abrelatas, velas, baterías, linterna y radio de baterías, cerillos, anafre y carbón vegetal.
- Es importante contar con:
 - Un botiquín de primeros auxilios que contenga por lo menos: alcohol y/o agua oxigenada, algodón, termómetros, gotas para los ojos, gasas esterilizadas, analgésicos, antiinflamatorios, cinta adhesiva y vendas.
 - Medicinas para bebés y personas enfermas.

3.5. ACTUALIZACIÓN DE UN PLAN

Un plan de prevención y de contingencia debe ser revisado y actualizado periódicamente, cuando se concluya una acción de mitigación, el plan asociado debe modificarse para considerar la variación de vulnerabilidad. Como se mencionó en el apartado 3.3, se deben actualizar los expedientes en función de la inflación, por lo que, éstos deber revisarse cuando menos una vez al año. Por último, para las actualizaciones o modificaciones a los planes y presupuestos se deben considerar los reportes de funcionamiento y daños de la ejecución de un plan. Los registros pueden ser de gran valor para la evaluación de los daños de un desastre y evaluación de la respuesta. También indican si son necesarias acciones de seguimiento. Un formulario de ejemplo se muestra en la Tabla 3.8. Las fotos y vídeos son excelentes maneras de documentar acciones.

Como parte final de un plan de prevención y contingencia se deberá indicar la fecha de la próxima revisión y la persona designada para realizarla.

3.6. PLANES DE DESASTRE ESPECÍFICO

En función del análisis de vulnerabilidad, se pueden desarrollar de manera efectiva planes para desastres específicos, de acuerdo con la

probabilidad de ocurrencia. Por ejemplo, un organismo operador podría desarrollar planes de emergencia para un terremoto, otro para un derrame de materiales peligrosos y uno más para incendio de matorrales. Otro sistema puede desarrollar planes de preparación para emergencias ante un huracán, una inundación o una fuga de cloro. Los elementos incluidos en un plan de desastre específico se basan en el resumen de riesgos, el análisis de vulnerabilidad y medidas de mitigación.

3.6.1. RESUMEN DE RIESGOS

Incluir en el plan de desastre específico un resumen con los resultados del estudio de riesgos asociados a desastres naturales. El resumen se puede presentar en algunos párrafos o en una tabla resumen (observe la Tabla 3.8). Para una catástrofe, se definirán los riesgos específicos para el sistema, tal como se presentó en el apartado 2.1.3.1.

3.6.2. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Se deberá incluir las estimaciones específicas de los daños a los componentes del sistema según lo determinado en el análisis de vulnerabilidad. Usando el ejemplo del terremoto, se enumeran los daños probables tales como interrupciones del suministro de agua potable, daños a las plantas de tratamiento. Se debe incluir un mapa de la red de distribución indicando claramente los componentes críticos.

3.6.3. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Enumere las acciones de mitigación y preparación que deben realizarse para disminuir el impacto de los fenómenos. Se debe mantener en el plan una lista actualizada de las acciones de mitigación requeridas, como el re equipamiento de un edificio para resistir las fuerzas sísmicas o la reubicación de un tramo de tubería que cruza

una falla, etcétera. Cuando se cumpla con una acción de mitigación, el plan debe ser actualizado. Continuando con el ejemplo del terremoto, las acciones de mitigación pueden incluir el mantenimiento de los generadores, de las válvulas de aislamiento y la prueba de las comunicaciones por radio. El siguiente ejemplo de un plan de desastre específico presenta algunos de los detalles que deben incluirse en todos los planes.

Tabla 3.8 Registro de evaluación de los daños de un desastre y evaluación de la respuesta.

Este reporte debe ser completado a detalle y firmado por el responsable de la supervisión y ejecución de las acciones			
Parte 1. Información general			
1	Fecha en que se detectó el problema:		Hora:
2	Localización del problema:		
Croquis de ubicación			
3	Persona(s) quien notifico el problema	Cargo(s)	
4	Información que respalda y complementa este informe		
	Fotografías	Vídeos	Otros

Tabla 3.8 Registro de evaluación de los daños de un desastre y evaluación de la respuesta. (continuación)

Parte 2. Evaluación de emergencia			
1	Fecha en que el personal llegó a la escena:		
	Hora:		
2	Nombres de los integrantes del equipo en la escena		Cargo(s)
3	Descripción del problema:		
	Causas probables que lo ocasionaron:		
	Daño causado al sistema:		
	Daño causado a zonas adyacentes:		
Parte 3. Acciones tomadas en la emergencia			
1	Acciones tomadas para controlar y aislar el problema:		
2	Integrantes que ejecutaron las acciones de emergencia		Cargo:
3	Fecha de la reparación y restitución de los servicios		Hora:
4	Materiales usados para la reparación:		
5	¿Se necesita acción futura?	si	no
	Explique la acción futura:		

Tabla 3.8 Registro de evaluación de los daños de un desastre y evaluación de la respuesta. (continuación)

Parte 4. Información complementaria		
1	Si el problema fue de calidad del agua, ¿cuál fue el procedimiento de desinfección que se aplicó?	
2	¿Se tomaron muestras de calidad del agua?	
	si	no
	Cuántas muestras se tomaron:	
	Parámetros	Fecha
		Resultados
3	¿Fueron tomadas fotografías?	
	Si	no
	Encargado:	
4	Características de las válvulas operadas durante los trabajos para aislar la zona	
	Clave	Diámetro

Croquis de ubicación

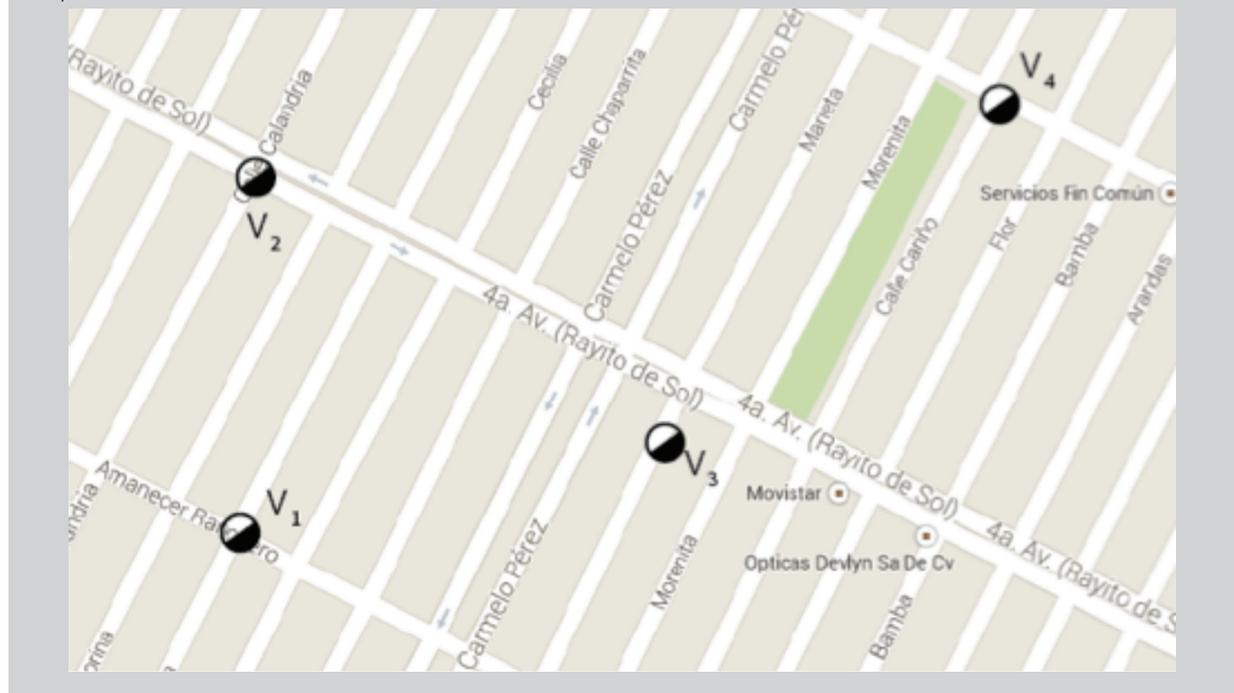


Tabla 3.8 Registro de evaluación de los daños de un desastre y evaluación de la respuesta. (continuación)

5	Características de la tubería utilizada para la restitución del servicio			
	Diámetro	Longitud	Espesor	Material
6	Fecha de instalación:		Expectativa de vida:	
	Fecha de última inspección de la tubería y sus accesorios:			
7	Historial de problemas en la zona			
	Fecha	Problema detectado	Acciones de reparación	
8	Tipo de suelo en la zanja y características alrededor de la tubería:			
	Profundidad de la tubería (Parte superior del tubo a la superficie de la calle), en metros			
	Tamaño de la zanja realizada			
	Ancho (m)		Largo (m)	
	Tipo y espesor de la superficie de la calle:			

importante: cuando se considere que pueden surgir reclamos por daños, se deberá adjuntar un reporte con toda la información posible y con diagramas, imágenes y todo lo necesario para tomar las acciones preventivas correspondientes

3.6.4. EJEMPLOS PARA UN PLAN DE DESASTRE ESPECÍFICO

3.6.4.1. Plan de prevención y atención de un derrame de materiales peligrosos

Misión

“La misión del personal de operaciones de la planta potabilizadora es atender cualquier derrame de sustancias peligrosas que ponga en riesgo la vida de los trabajadores y las instalaciones”

Metas y objetivos

“Prevenir accidentes químicos mediante la identificación de las posibles causas y tomar medidas correctivas”

“Estar preparados para atender derrames de materiales peligrosos, mediante las acciones previstas en este plan”

“Priorizar la salud y la integridad de los trabajadores de la planta potabilizadora mediante el respeto a las normas de seguridad y procedimientos de emergencia establecidos en este plan”

Análisis de vulnerabilidad

Acciones preventivas

1. **Establecer el grupo de operación y enlace.** El director del organismo operador designará a la o las personas encargadas para realizar estas funciones. Se debe

considerar que solamente personal calificado y entrenado en el manejo de materiales peligrosos está autorizado a atender y coordinar las acciones de respuesta a la emergencia. Por lo que siempre debe estar de guardia al menos una persona con estas características y esta será la persona encargada de dichas funciones

2. **Establecer el grupo de investigación de campo y respuesta.** Para estas actividades se requiere de personal calificado y entrenado en el manejo de las operaciones de la planta potabilizadora y en las acciones de limpieza intensiva. Por tanto estas actividades las realizará el personal de operación de la planta, de acuerdo con las indicaciones del grupo de operación y enlace
3. **Comunicaciones.** Al inicio de cada turno, el encargado de enlace deberá verificar que los medios de comunicación principal y alternativo, están disponibles en oficinas centrales y cuerpos de emergencia. De no ser así, se deberá notificar al coordinador y se deberá designar un emisor que busque la causa del problema
4. **Equipo de atención a emergencias.** Se verificará que se cuenta con los equipos de protección adecuados para el manejo de sustancias peligrosas. Así como sacos de arena absorbente y extinguidores
5. **Transporte.** Se verificará que cuando menos se cuente con un vehículo en condiciones de uso y que este tenga gasolina y todo lo necesario para operar
6. **Base de datos.** Se debe contar con una base de datos con información técnica sobre las sustancias potencialmente peligrosas y las especificaciones sobre su manejo, almacenamiento, remoción, recuperación, tratamiento y las prácticas de eliminación

7. **Laboratorio.** El laboratorio debe contar con el equipo y los materiales necesarios para analizar los derrames y pueda determinar las sustancias involucradas y si estas han sido removidas o tratadas de forma adecuada

Respuesta inmediata

Los primeros minutos, después de producirse un derrame, representan el tiempo de respuesta inmediata. Todos los derrames de materiales tienen el potencial de dañar la salud de las personas próximas al evento y contaminar el suministro de agua.

En función de la ubicación y tipo de derrame, el encargado de las operaciones indicará al grupo de respuesta las siguientes actividades

1. Colocarse el equipo de protección para la atención de derrames
2. Retirar a los heridos hasta el sitio designado
3. Trasladar a los heridos hasta el hospital regional o en su caso solicitar la atención médica
4. Indicar que válvulas deberán cerrarse y que equipos deberán apagarse
5. Acordonar el área de afectación
6. Notificar a oficinas centrales de la emergencia, las afectaciones, las acciones tomadas y las acciones para la restitución
7. En función del tipo de derrame, se designará el personal que investigará el origen y las causas del derrame
8. En función de los resultados de la investigación se establecerán las acciones para la contención y la remoción de las sustancias involucradas

9. En función del origen definir las acciones de reparación y puesta en marcha de los equipos afectados
10. En caso de ser necesario se deberá notificar a oficinas centrales el paro y el tiempo estimado de inactividad de la planta, así como el material y personal necesario para reparar la falla
11. Una vez controlado el derrame, identificado el problema e iniciadas las labores de restitución, el encargado realizará un informe sobre el incidente, destacando las causas del derrame, las acciones realizadas y las fallas en el plan de contingencia se recomienda incluir fotografías descriptivas del evento

3.6.4.2. Ejemplo de activación del plan de medidas para caso de huracán

Las acciones de un plan de emergencia deben activarse en función de las advertencias. Por ejemplo, una advertencia de huracán que afecta a la zona donde se encuentra el sistema debe dar lugar a varias acciones planificadas. Las siguientes acciones fueron ejecutadas ante la alerta de impacto del huracán *Hugo* en 1989, en las costas de Carolina del Norte, Estados Unidos (Categoría 5 en la escala de huracanes de Saffir-Simpson) (<http://smn.conagua.gob.mx>).

Una vez emitida la alerta de huracán categoría 5 se realizaron las siguientes acciones:

1. Verificación de que equipos de emergencia y suministros estaban a disposición y que recibieron el mantenimiento preventivo
2. Verificación que las pipas estaban equipadas y que se encontraban listas para servicio

3. Se verificó el funcionamiento de los equipos de comunicación
4. Llenado de todos los tanques de almacenamiento de la red de distribución
5. Realización de pruebas de arranque a los generadores de emergencia y llenado de sus tanques de combustible
6. Fuera de operación todas las tuberías expuestas en los cruces de los ríos
7. Verificación de que los vehículos de servicio estaban equipados y que se encontraban llenos los tanques de combustible
8. Verificación que las válvulas reductoras de presión (PRV) se encontraban en el modo manual previendo la pérdida de energía eléctrica
9. Revisión de las rutas y cuadrillas para dar servicio de emergencia a través de pipas a los usuarios prioritarios
10. Notificación a los medios de comunicación de las acciones y recomendaciones a los usuarios, así como los números de teléfono que están a disposición
11. Establecimiento de los medios de comunicación portátil para la atención de emergencias personales o familiares de los trabajadores del organismo operador
12. Establecimiento y difusión de los horarios de trabajo durante la contingencia
13. Preparación de sacos de arena y llevarlos a las entradas de edificios prioritarios (hospitales, bomberos, albergues)
14. Designación del personal para atender las necesidades desde el puesto de mando de operaciones de emergencia que establezca el ejército

Es importante tener estas acciones enumeradas previamente, ya que al momento de la contingencia, la premura ocasiona que algunas acciones sean omitidas u olvidadas.

3.7. PLAN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA

A diferencia del análisis de los desastres anteriores, el efecto de una sequía no se da en cuestión de minutos, horas o incluso semanas. Este fenómeno se presenta gradualmente y puede prolongarse por periodos relativamente largos (de meses a años); de la misma forma, los efectos y daños que provocan a las redes de distribución pueden presentarse de forma gradual.

Las medidas de mitigación para disminuir los efectos negativos de las sequías se pueden dividir en dos grandes ramas: estructurales y no estructurales.

- **Medidas estructurales:** optimizar el uso y aprovechamiento del agua de las obras de ingeniería durante la época de sequía: presas, tanques de almacenamiento, sistemas de abastecimiento de agua potable, plantas de tratamiento de aguas negras, perforación de pozos, canales revestidos y sistemas de irrigación
- **Medidas institucionales:** son aquellas acciones que se adoptan antes y durante la sequía para disminuir sus efectos negativos, sin involucrar la construcción de obra alguna. Estas medidas son socioeconómicas, legales, de planeación y se refieren principalmente a reglamentos sobre uso del agua

Las medidas institucionales se pueden clasificar a su vez en dos grandes ramas, las cuales son: reactivas y preventivas, o prospectivas.

- **Las medidas reactivas.** Se adoptan durante el evento e implican que la comunidad actúe haciendo algo al respecto. Como ejemplo de este tipo de medidas son: limitar la dotación de agua a la población y a la agricultura, implantar programas de emergencia que ayuden a los agricultores y ganaderos a disminuir las pérdidas económicas dentro de sus actividades, redistribuir el agua entre las diferentes actividades económicas dando prioridad a aquéllos de mayor importancia, teniendo en cuenta que en el escalafón de importancia, debe estar como primer lugar, el uso del agua para consumo doméstico de la población
- **Medidas institucionales preventivas.** Se encuentra el trabajo conjunto entre los diferentes sectores económicos (agricultura, ganadería e industria), así como con los centros de investigación, la Comisión Nacional del Agua, la población en general y los sectores gubernamentales para el éxito de las acciones (CENAPRED, 2007). Hasta el 2012, la ocurrencia de sequías se mitiga mediante el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) y el programa Componente de Atención a Desastres Naturales (CADENA), los cuales otorgan recursos conforme a criterios de sequía no recurrente a municipios. Si bien existe el Fondo de Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN), sus recursos para estudios y proyectos son mínimos para atender preventivamente la sequía. Asimismo derivado de la sequía desde 2009, el gobierno de México emitió en 2012 un decreto para una mejor coordi-

nación de dependencias federales para enfrentar los efectos de la sequía, entre otros, buscando garantizar el abasto de agua para consumo humano (extraído de: www.dof.gob.mx); de fecha 6 de junio de 2012.

Otras medidas que habría que considerar es: obtener agua de sitios más alejados, desalinizar agua de mar y, provocar lluvia artificial.

El PRONACOSE establece siete líneas de acción con sus componentes en cada acción, para su implementación.

- a) Desarrollar capacidades locales dentro y fuera de CONAGUA
- b) Programa de capacitación sobre conceptos básicos de la sequía y casos de éxito
- c) Sensibilización de los actores locales de la ocurrencia y vulnerabilidad a la sequía a nivel de cuenca y la formulación de un primer programa de medidas preventivas y de mitigación ad hoc que permita su aplicación y evaluación
- d) Articular y orientar los programas de las instituciones federales apoyado en una comisión interinstitucional y grupos de trabajo fundados en la ley
- e) Participación de expertos e investigadores para fortalecer soluciones
- f) Un permanente programa de comunicación y divulgación que privilegie los conceptos de ocurrencia, vulnerabilidad, participación y prevención, así como la comprensión de la evolución de la sequía
- g) Evaluación de los indicadores del PRONACOSE

Una de las acciones complementarias al PRONACOSE que se han desarrollado para los

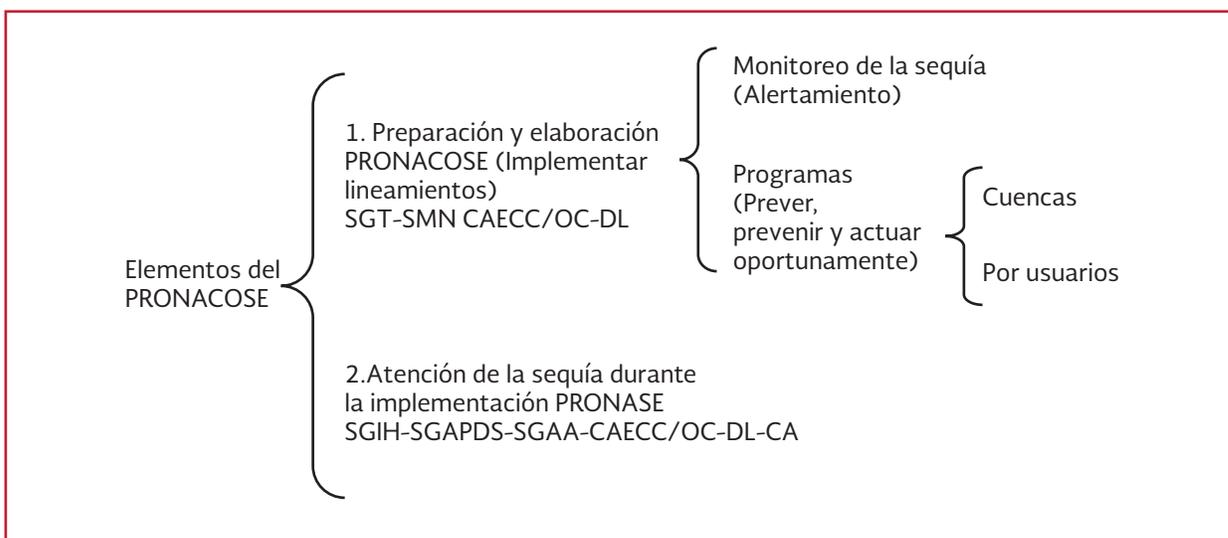
usuarios, es el Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) con la “Guía de elaboración para usuarios urbanos de agua potable y saneamiento”. La elaboración de los Programas (municipales-urbanos) de Medidas Preventivas y de Mitigación de Sequía en ciudades es un requisito legal para los sistemas que abastecen a poblaciones con más de 20 000 habitantes. Es además un compromiso con la sociedad que se ve sometida de forma recurrente a períodos de bajas precipitaciones que cada vez presentan mayores tensiones hídricas.

Los PMPMS (municipales-urbanos) por sequía tendrán como objetivos principales:

1. Reunir y ordenar la información básica sobre la demanda de agua y la disponibilidad de fuentes de agua
2. Definir las áreas de oportunidad para reducir la vulnerabilidad ante la sequía en el mediano plazo
3. Definir en qué casos sería necesario llevar a cabo medidas para mitigar los efectos de la sequía y prevenir posibles daños de mayor alcance
4. Establecer objetivos de reducción de demanda y refuerzo de la disponibilidad.
5. Orientar sobre las medidas a implantar en situaciones de sequía
6. Establecer responsabilidades en la toma de decisiones y en la forma de gestionar las diferentes situaciones posibles de sequía

La guía consta de siete partes. Primero, hace un repaso de la definición de la sequía, sus tipos y su medición. Segundo, presenta el marco legal e institucional de la prevención y la mitigación de la sequía en México. Tercero, da orientaciones para la ubicación y compilación

Ilustración 3.8 Plan de atención a la sequía (Conagua, 2013)



de información climática para municipios o ciudades específicas en México. Cuarto, aborda el tema de la oferta o abasto de agua urbana a nivel local y la información que se requiere. Quinto, trata el tema crítico de la demanda y consumo de agua y las medidas que pueden tomarse en casos de sequía. Sexto, ofrece los lineamientos para hacer un balance hídrico y elaborar el diagnóstico del sistema de agua potable y saneamiento local, incluyendo una lista de posibles medidas y acciones para enfrentar los retos de la sequía severa. Séptimo, en parte final, se propone una estrategia general para elaborar el programa local de prevención y mitigación de la sequía. Por último, revisar y ajustar el PMPMS (municipal-urbano).

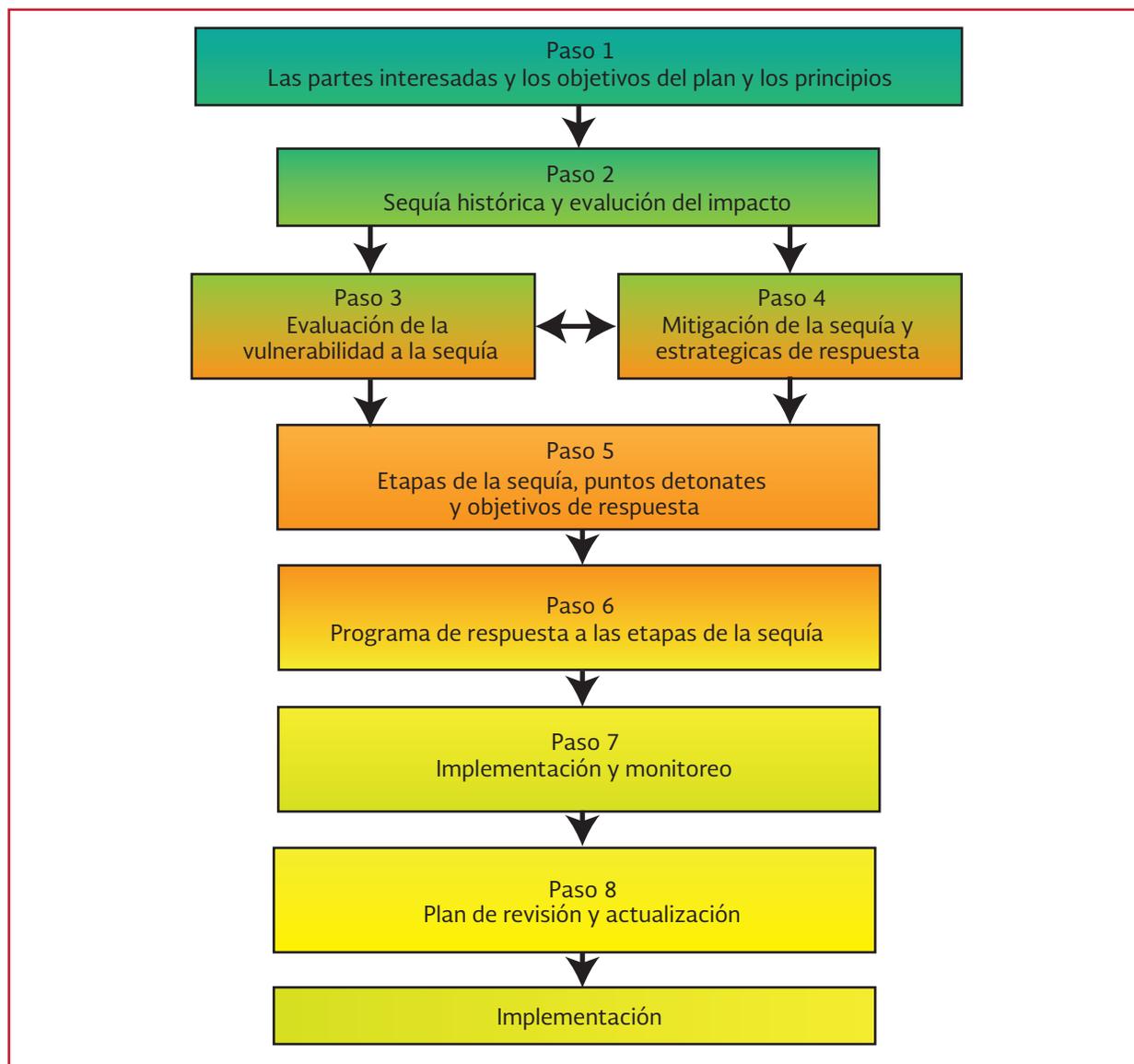
Los PMPMS (municipales-urbanos) deben estar preparados para las situaciones extremas. Es posible que no se disponga de agua suficiente para

atender a las necesidades básicas y, en estos casos, es de vital importancia suministrar una cantidad de agua potable suficiente para garantizar la supervivencia. En la mayoría de los casos, los principales problemas de salud son causados por la falta de higiene que, a su vez, se debe a la insuficiencia de agua y al consumo de agua contaminada.

También se está trabajando en los PMPMS de los Consejos de Cuenca en México. Se encuentran en desarrollo para cada Consejo de Cuenca considerando la experiencia generada en EUA (*National Drought Mitigation Center*), así como de otros países. Estos PMPMS son específicos de las características de la sequía y vulnerabilidad de cada cuenca.

En la Ilustración 3.9 se observa la metodología a seguir para la implementación de los PMPMS en las cuencas.

Ilustración 3.9 Metodología de los PMPMS (PRONACOSE, 2013)



La elaboración de los PMPMS contempla los aspectos mínimos que debe de tener el programa, considerando las características básicas de la cuenca (Tabla 3.9).

El objetivo de este plan es la identificación de aquellas medidas mitigadoras que se consideren más adecuadas para hacer frente a las sequías, las cuales serán aplicables ante

el deterioro temporal de los cuerpos de agua, ya sea por causas naturales o que no hayan podido preverse. De forma general, el plan consiste en:

- a) Adoptar medidas factibles para impedir que siga deteriorándose el estado de los cuerpos de agua y proteger aquellos que aún no han sido afectados en la zona

Tabla 3.9 Integración de acciones en los PMPMS

Acciones preventivas	Acciones durante		Acciones posteriores
Planeación	Adaptación	Monitoreo y aviso a la población	Evaluación
Diseñar acciones para sequías	Reducción de demanda	Físico	Administrativas
Generar un fondo financiero	Abastecimiento emergente	Niveles en cauces	Restablecer fondo financiero -volumen de reserva
Llenar un volumen de reserva		Lluvia	Mejorar acciones -eficiencia de usuarios
		Gasto	Investigar mejores prácticas
		Temperatura	Interinstitucional
		Administrativo	Ordenamiento territorial
		Eficiencias	Equilibrio oferta-demanda
		Dotaciones	Usuarios
		Metas (avance/logro)	Mejorar eficiencias
		Volumen: usado/facturado	
		Vigilancia	
		Atención al usuario	

- b) Especificar las condiciones en virtud de las cuales pueden declararse dichas circunstancias como racionalmente imprevistas o excepcionales, incluyendo la adopción de los indicadores adecuados
- c) Las medidas que se adopten en dichas circunstancias excepcionales se incluyan en el programa de medidas y no pongan en peligro la recuperación de la calidad de los cuerpos de agua una vez que hayan cesado las circunstancias
- d) que los efectos de las circunstancias que sean excepcionales o que no hayan podido preverse razonablemente se revisen anualmente y que se adopten, tan pronto como sea posible, todas las medidas factibles para devolver el cuerpo de agua a su estado anterior a los efectos de dichas circunstancias
- e) que en la siguiente actualización del plan se incluya un resumen de los efectos producidos por esas circunstancias y de las

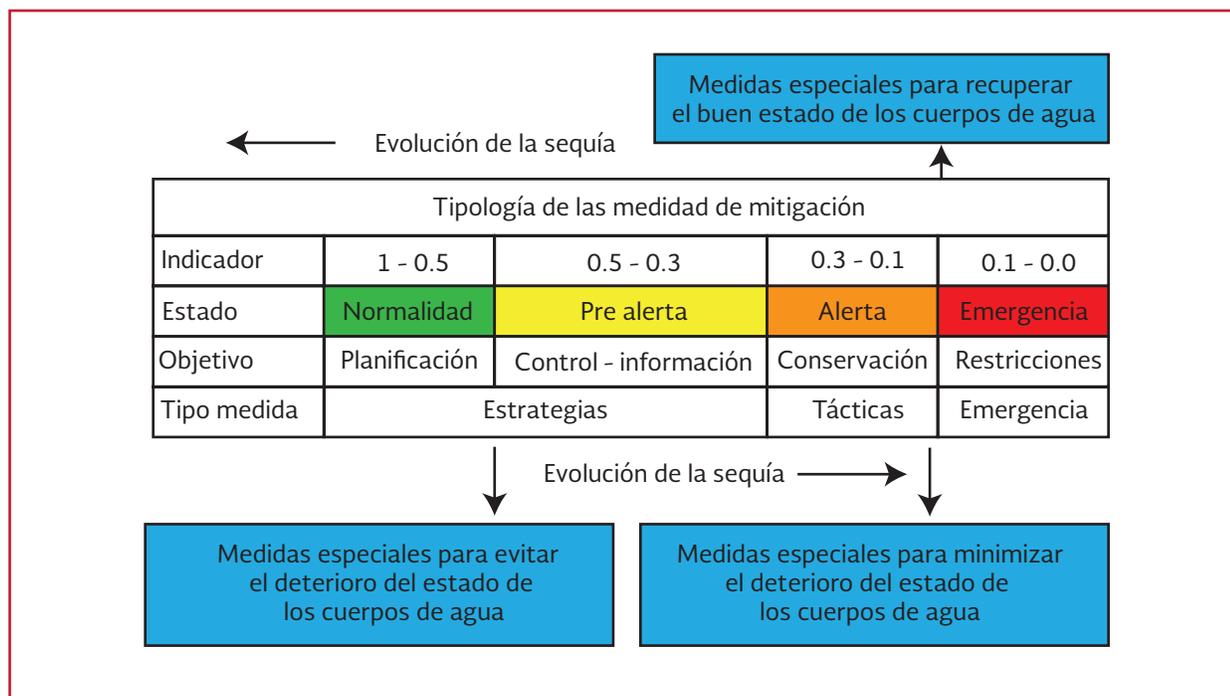
medidas que se hayan adoptado o se hayan de adoptar en una situación futura

Para cumplir estas disposiciones, se deben plantear medidas con el objetivo de evitar un deterioro en los cuerpos de agua mientras la sequía se encuentre en fases de prealerta y alerta, pasando a incidir en medidas que minimicen el deterioro de los cuerpos de agua una vez se alcance el umbral de emergencia (observe la Ilustración 3.9).

Asimismo, se adoptan medidas con las que se obtenga una recuperación del estado de los cuerpos de agua en el momento que la sequía se mitigue, superando el umbral de emergencia en el proceso de retorno a la normalidad.

En la Ilustración 3.10 se recoge esquemáticamente el establecimiento de medidas planteado con respecto a los umbrales fijados en los indicadores de sequía.

Ilustración 3.10 Medidas de mitigación de sequías (Adaptado de Ministerio de Medio Ambiente, Duero, España. 2007)



3.7.4.1. Alerta ante sequías

Algunas acciones que se llevan a cabo en otros países y en algunas partes de México con el fin de evaluar las sequías son: los modelos matemáticos, formulación de un Plan Nacional Contra Sequías y programas hidráulicos regionales de gran visión.

Los modelos matemáticos existentes se pueden clasificar en las siguientes categorías:

- Modelos para el pronóstico de la demanda de agua y el balance entre la oferta y la demanda
- Modelos para los sistemas de distribución del agua
- Modelos para la planeación del uso del agua
- Modelos de escurrimientos en cuencas; modelos de flujos hidráulicos
- Modelos de la calidad del agua en ríos y embalses

Ante las importantes pérdidas económicas y daños materiales a agricultores, ganaderos y sistemas de agua, México decide cambiar y adoptar una política pública para gestionar la sequía al pasar de atención reactiva a un enfoque proactivo, preventivo y fundado en el riesgo.

La recurrente sequía en la mayor parte del país durante su historia con eventos extremos durante el periodo 2010 a 2013, así como los “Lineamientos que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrán implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía”, sirvieron de elementos para poner en marcha el Programa Nacional contra la Sequía, designando a la Comisión Nacional del Agua la responsable de su coordinación, “... cuyo principal componente será, primero,

el alertamiento, ... y segundo, la actuación temprana para prever, prevenir y actuar oportunamente ante eventuales contingencias climatológicas que vayan a afectar a la población y la productividad del campo” (CONAGUA, 2013) (Ilustración 3.8).

Ante la detección de una probable sequía o la intensificación de esta, se deben plantear medidas con el objetivo de evitar un deterioro en los cuerpos de agua mientras la sequía se encuentre en fases de prealerta y alerta, pasando a incidir en medidas que minimicen el deterioro de los cuerpos de agua una vez se alcance el umbral de emergencia (observe la Ilustración 3.10). Para cada una de estas etapas se deben considerar ciertas acciones que permitan cumplir con el objetivo de preservar los cuerpos de agua, estas medidas son:

Medidas Estratégicas para el estado de normalidad – prealerta

Para prevenir el deterioro de los cuerpos de agua se debe incrementar las alternativas de suministro de agua potable, considerando entre otras medidas:

- Implementación de acciones de agua virtual
- Agua en bloque desde otras cuencas
- Reduciendo de la dotación
- Mejora de la eficiencia de la red de distribución

Medidas Tácticas para el estado de alerta

Tienen la finalidad de conservar los recursos mediante mejoras en la gestión, uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas, campañas de ahorro del recurso hídrico.

Conforme avanza la sequía puede ser necesario incorporar restricciones en usos no esenciales y penalizar consumos excesivos.

Estas medidas tácticas son acciones a corto plazo planificadas y validadas con anticipación en el marco del Plan.

Medidas de Emergencia

Se activan en el estado de igual denominación, cuando ya está avanzada la sequía, varían en función de la gravedad de la misma y su extensión o grado de afección a la cuenca. Tienen por finalidad alargar al máximo tiempo posible los recursos disponibles, para lo que es necesario establecer restricciones a los usos menos prioritarios e incluso generalizar las restricciones en fases avanzadas, con el fin de minimizar el deterioro de los cuerpos de agua. A su vez, en el momento del paso por este umbral hacia la normalidad, se prevén medidas para la recuperación, lo más rápido posible.

La puesta en marcha de las medidas correspondientes a cada estado se iniciará al segundo mes consecutivo de permanencia en dicho estado o cuando tras un mes de permanencia el indicador evolucione al nivel de intensidad siguiente, entendiéndose en este caso, que el conjunto de medidas que se activa corresponden al nivel de intensidad menor.

Programa de medidas específicas de cada uno de los sistemas de explotación

Las medidas generales expuestas en el apartado anterior, se tendrán que llevar a cabo tanto en el ámbito general de la cuenca así como en cada uno de los sistemas de distribución de agua potable, extrayendo aquellas que de un modo u otro sean específicas y aplicables a cada ámbito en función de sus

características y el grado en el que se encuentre la sequía.

Además se presentan para cada uno de los sistemas de agua potable aquellas medidas que pueden particularizarse al haber sido llevadas a cabo históricamente o ser consideradas, por los responsables de la administración del agua en la cuenca, las de mayor eficacia en la mitigación de los efectos de las sequías

3.7.4.2. Ejemplo de Medidas de prevención y mitigación de las sequías, Cuenca Nazas Aguanaval

La cuenca Nazas Aguanaval quedó como la región hidrológica 36 (RH36) dentro de la Región Hidrológico-Administrativa Cuencas Centrales del Norte (VII), y debe su nombre a los ríos Nazas y Aguanaval. A partir del año 2010, durante la conformación de los comités de usuarios por subregión, se integró a la Cuenca Nazas-Aguanaval, en forma temporal, una porción de la RH35 que se denominó subregión Bolsón de Mapimí, la cual comprende parte de los estados de Durango y Coahuila, específicamente el municipio de Sierra Mojada en Coahuila, y la parte norte de los municipios de Mapimí y Tlahualilo del Estado de Durango.

En la Cuenca Nazas Aguanaval se encuentran las poblaciones y extensiones de tierra localizados en sus cuencas alta y media, donde la economía local depende de la siembra de importantes superficies de cultivos de granos y forrajes bajo condiciones de temporal y de la ganadería extensiva de bovinos de carne, a las cuales se agregan extensas superficies de la cuenca baja donde también se practica una agricultura de secano en pequeñas superficies y una ganadería extensiva de bovinos de carne y caprinos

Gestión regulada del agua

En la Cuenca Nazas Aguanaval se encuentran los núcleos de población con mayor densidad demográfica de la cuenca, las actividades agrícolas sujetas a riego superficial y de bombeo, industriales y comerciales, principalmente aquellas que se concentran en la cuenca baja donde se ubica la zona metropolitana y el valle irrigado de la Comarca Lagunera, en la cuenca alta del Aguanaval (Fresnillo) y en la del Nazas (Santiago Papasquiaro), en algunas de ellas la gestión del agua superficial y subterránea ha sido deficiente, entre otras razones porque históricamente se ha priorizado satisfacer la demanda de agua con respecto a la oferta.

En el caso de la cuenca Nazas-Aguanaval y en particular en la cuenca baja (Comarca Lagunera) la sequía se ha acentuado en tres periodos en los últimos 70 años: 1950-1953, 1994-2003 y 2011-2013 (OCCCN, 2013). En ésta cuenca la brecha hídrica se encuentra en un estado crítico.

Por lo anterior se elaboraron estrategias de medidas preventivas y de mitigación de la Cuenca Nazas-Aguanaval, y se trabajó en dos vertientes: a) el análisis que se sustenta en la revisión y valoración de la información documental, no siempre disponibles, que refieren a la temática hídrica en cuanto a su problemática y alternativas de solución aplicadas o propuestas y, b) el análisis de la propuestas obtenidas en la consulta que se realizó a actores sociales e institucionales vinculados a la gestión del agua en las subregiones en que se ha delimitado la cuenca, diferenciándolos por tipos de uso y con la participación de representantes gubernamentales de oficinas municipales, estatales y federales, organismos operadores académicos y usuarios.

Las medidas que conforman esta estrategia se diferencian por usos, contemplando aquellas que se enfocan a la oferta o la demanda de agua, identificando los actores responsables e involucrados en su gestión, en qué fase de la sequía se aplicarán así como el ámbito o área de influencia. Ver Tabla 3.10.

En la fase anormalmente seca, D-0, los análisis de detalle cada tres meses permitirán seguir de cerca la evolución del fenómeno y, eventualmente, avizorar incrementos en su gravedad. Cuando se detecta esta fase, en sus primeros síntomas, es oportuno activar la alerta temprana: avisar a todos los usuarios del riesgo cercano de una posible escasez, para que la población y las autoridades tengan oportunidad de tomar las precauciones necesarias. El principal indicador es cuando no se alcanza a cubrir el total de la demanda, y se presenta un déficit no mayor del 10 por ciento de la demanda media. Si esto ocurre, las dependencias e instituciones relacionadas con el problema deben hacer público tal hecho, además de que los representantes de cada sector usuario también lo hagan con sus respectivos representados, todo ello con el fin de poner sobre aviso a los usuarios, de la posibilidad de que en un futuro cercano el déficit se incremente. Es la fase apropiada para revisar las estrategias disponibles, actualizarlas y ponerlas en condición de operar de inmediato. Los usos no prioritarios ni esenciales se limitan y se activa la campaña de ahorro.

En la fase moderada, D-1, análisis mensuales son suficientes para tomar las medidas pertinentes que permitan tener bajo control la situación. Aunque aún la situación no es tan difícil, pues el déficit no pasa del 20 por ciento, sí se debe tener presente el riesgo de incremento

en la escasez y los consecuentes problemas. Por ello, las restricciones que se establecen deben atenderse puntualmente por todos los usuarios, e iniciar las sanciones por su no observancia. El racionamiento que inicia en esta etapa debe servir para estimular el ahorro, y los usos no prioritarios deben suspenderse totalmente.

Si la sequía está en fase severa, D-2, la situación de alarma generalizada obliga a hacer análisis semanales e incluso más frecuentes del desarrollo de la emergencia, ya que es preciso mayor detalle del comportamiento de la situación en general, tanto de demanda como de abasto, y la conveniencia y necesidad de conocer cómo evolucionan las condiciones ambientales es imprescindible para que las decisiones sean las más adecuadas.

En esta fase, las condiciones de baja disponibilidad y el pronóstico poco favorable hacen que las restricciones se observen minuciosamente, y que las faltas se sancionen indefectiblemente. Los métodos y mecanismos para ahorro de agua están en su totalidad activados, y sólo los usos esenciales están permitidos. La difusión y vigilancia de las disposiciones y la participación de los usuarios son cruciales para que las disposiciones oficiales tengan efecto y además son de carácter obligatorio.

En la fase extraordinaria, D-3, las condiciones imponen que la recopilación de información, su análisis y las decisiones a realizar sean diarios. El déficit va del 35 al 50 por ciento y es tal la gravedad de la emergencia que requiere la coordinación más estrecha y oportuna entre las diversas partes, para que de manera conjunta se tomen y ejecuten las decisiones que impidan más deterioro y el eventual colapso.

En estas condiciones la tensión por la insuficiencia de agua es tan tirante que el riesgo de conflictos aumenta sensiblemente hasta convertirse en un potencial detonador que conduzca al caos, sobre todo cuando no se satisfacen los requerimientos mínimos para consumo humano. Esta es una situación muy delicada, donde la imparcialidad, justicia y equidad adquieren su mayor dimensión, y son más que indispensables para contener la inestabilidad social y sus riesgos.

Sin excepción, sólo los usos más prioritarios tienen asignación limitada, y es precisa una vigilancia estricta de su cumplimiento. La difusión informativa y de orientación permanente tiene un valor clave en las respuestas de la población a las estrategias implementadas por el organismo rector de atención del fenómeno.

Aunque no siempre es admisible, porque no debiera llegarse a estos niveles de déficit, es posible

alcanzar una fase excepcional, D-4, cuando el déficit es mayor del 50 por ciento de la demanda. En estos casos, lo más importante es proteger el consumo humano, y tener un cuidado extremo para que la situación no avance.

Ello impone un seguimiento de la situación continuo y constante, con registros horarios y con la mayor expectativa en cuanto al pronóstico y evolución de las condiciones. En consecuencia, la difusión, vigilancia y control de los volúmenes que se usen y cómo se usen alcanzan su máxima expresión.

Desde 2013 en México se han desarrollado Programas de medidas preventivas y de mitigación a la sequía por Consejo de Cuenca, los cuales se pueden consultar en la liga: www.pronacose.gob.mx, seleccionar la opción PM-PMS del menú, y de ésta, la opción Consejo de Cuenca.

Tabla 3.10 Estrategias y medidas preventivas y de mitigación relacionadas con la oferta para uso público urbano

Medida	Responsables	Estratégica	Táctica	Emergencia	Ámbito
Medidas Preventivas Voluntarias. Fase D-0 Reducción en oferta de 5 a 10%					
Sistema de alerta temprano Revisar la información climática con base a las estaciones existentes dentro de la subregión para determinar los índices (SDI, SPI) que permitan valorar la ocurrencia de sequía	CONAGUA, universidades	X	X	X	Cuenca
Balance hidráulico de acuíferos Realizar un el monitoreo permanente de los niveles piezométricos de acuíferos que suministran agua a la población, será una medida estratégica para todos, táctica para los que se encuentren sobreexplotados y de emergencia para aquellos que además de estar sobreexplotados también lo estén contaminados	CONAGUA, Organismos operadores	X	X	X	Cuenca, acuíferos identificados de planeación Baja Nazas Dgo., Baja Nazas Coah. y Alta Aguanaval Dgo.
Calidad de agua Realizar un monitoreo permanente para determinar la calidad del agua conforme a los parámetros definidos para consumo humano conforme a NOM-127-SSA1-1994; de igual manera será una medida estratégica para todos, táctica para los que se encuentren sobreexplotados y de emergencia para aquellos que además de estar sobreexplotados también lo estén contaminados	Organismos operadores municipales y de gestión de agua estatales, CONAGUA, SSA	X	X	X	Cuenca, acuíferos sobreexplotados y contaminados de células de planeación Baja Nazas Dgo., Baja Nazas Coah. Baja Aguanaval Coah. y Alta Aguanaval Zac.
Fortalecimiento de organismos operadores Realizar una planeación estratégica para prepararse ante las contingencias que les exigen las sequías recurrentes: Análisis FODA	Organismos operadores, CONAGUA, universidades	X			Cuenca, municipios con mayores problemas financieros

Tabla 3.10 Estrategias y medidas preventivas y de mitigación relacionadas con la oferta para uso público urbano (continuación)

Medida	Responsables	Estratégica	Táctica	Emergencia	Ámbito
Medidas Preventivas Obligatorias. Fase D-1 Reducción en oferta de 10 a 20%					
Coordinación interinstitucional y ciudadana Integrar un grupo interinstitucional y ciudadano que coordine las acciones a realizar ante la previsión de ocurrencia de una sequía, durante del período que esta se manifieste y cuando concluya; se creará para tomar decisiones e implementar acciones colectivas de impacto regional	Grupo Interinstitucional y Ciudadano (CONAGUA, SAGARPA, CONAZA, SEMARNAT, CONAFOR, CAED, SAGDER, SRNyMA, organismos operadores municipales, de gestión de agua estatal y de usuarios (COTAS, Módulos de Riego), de productores forestales, agrícolas, ganaderos y civiles)	x		x	Cuenca, células de planeación o municipios con mayores antecedentes de afectaciones por sequías en la población, los ecosistemas naturales y las actividades económicas
Recaudación y tarifas de agua Prever y aplicar las medidas que aplicarán a nivel de recaudación por el pago de servicio de suministro de agua a viviendas y empresas para fortalecer las finanzas de los OO, y/o los cambios tarifarios viables para enfrentar el déficit hídrico que provoque la sequía (tabulador por consumo medido y según estratos socioeconómicos)	Organismo operador	x	x	x	Municipios más poblados, y con acuíferos c/déficit y sistemas de recaudación deficientes o tarifarios inadecuados
Eficiencia en distribución Contemplar con anticipación fallas o deficiencias en las redes de distribución de agua y resolverlas	Organismo operador municipal o de gestión de agua estatales	x	x	x	Municipios más poblados, con acuíferos c/déficit y redes de distribución ineficientes
Saneamiento y reúso de agua Tratar, reciclar o reusar aguas residuales como fuentes alternativas o complementarias al agua dulce o potable para uso público urbano (espacios verdes o servicios de no consumo humano) o agrícola	Organismo operador y de gestión de agua estatal, CONAGUA	x	x	x	Municipios más poblados, con acuíferos c/déficit o carencia de sistemas de tratamiento y reciclaje o reúso, o que se tienen pero ineficientes

Tabla 3.10 Estrategias y medidas preventivas y de mitigación relacionadas con la oferta para uso público urbano (continuación)

Medida	Responsables	Estratégica	Táctica	Emergencia	Ámbito
Mantener caudal ecológico Mantener un caudal ecológico en los tramos de los ríos Nazas y Aguanaval donde existen ecosistemas riparios como una forma de mejorar la calidad del agua superficial y subterránea que fluye o se filtra a través de ellos	CONAGUA, SEMARNAT,, oficinas de Ecología municipales y estatales, organismos civiles y empresariales	X	X		Cañón de Fernández (Baja Nazas Dgo) y cañones de la Cabeza y El Realito (Baja Aguanaval Coah)

Medidas de Mitigación Obligatorias. Fase D-2 a D-4 Reducción de oferta de 20 a <50%

Eficiencia en distribución Aplicar medidas que aumenten la eficiencia en la distribución (restricciones a usos secundarios de agua, interconexión de pozos)	Organismo operador municipal y de gestión de agua estatal, CONAGUA	X	X	X	Municipios más poblados, con acuíferos c/déficit y/o y redes de distribución insuficientes
Calidad de agua Asegurar suministro de agua potable a la población, ya sea desde las redes de distribución aplicando tecnologías que mejoren su calidad (instalación de filtros en los pozos o domicilios) o mediante sistemas de distribución en garrafones o transporte en pipas a grupos vulnerables)	Organismo operador municipal y de gestión de agua estatal, CONAGUA, SSA	X	X	X	Municipios más poblados con polígonos de sociales vulnerables, con acuíferos c/déficit y/o contaminados
Reserva de agua subterránea Adquirir títulos de concesión y pozos de agua subterránea que se destinen a reserva de agua para uso público urbano	CONAGUA, Organismo operador municipal y de gestión de agua estatal, de usuarios (COTAS)	X	X	X	Baja y Media Nazas Dgo, Baja Nazas Coah.
Pago de servicios ambientales hidrológicos Fortalecer el Proyecto Irritila para el pago de servicios ambientales en la Sierra Madre Occidental (Dgo) y establecer sistemas o mecanismos similares en otros sitios similares (Sierra Madre Oriental, de Jimulco, El Rosario y Parras), en los sitios riverieños (Rodeo- Nazas, Cañón de Fernández, Cañón de Jimulco) o áreas de pastizales	CONAGUA, Organismo operador municipal, de gestión de agua estatal, de usuarios (COTAS), civiles y empresariales	X			Alta, Media y Baja Nazas Dgo, Baja Aguanaval Coah, Parras

Tabla 3.10 Estrategias y medidas preventivas y de mitigación relacionadas con la oferta para uso público urbano (continuación)

Medida	Responsables	Estratégica	Táctica	Emergencia	Ámbito
Medidas Preventivas Voluntarias. Fase D-0 Reducción en oferta de 5 a 10%					
Estudios sobre demanda e impacto de la sequía. Realizar estudios de proyección de la demanda para evitar aumente la brecha hídrica y reducir la proyección contemplada en la Agenda 20-30 y el Programa de Gestión Hídrica de la cuenca, y con base a las previsiones obtenidas valorar los posibles impactos que la sequía tendrá en la economía, los ecosistemas y la población	CONAGUA, Organismos operadores, universidades	x			Cuenca por células de planeación
Información a población Informar periódicamente a la población sobre los resultados de los estudios sobre la demanda de agua para uso público urbano con la finalidad de sensibilizarla para que se establezcan o reduzcan los patrones de consumo existentes (campañas en medios)	Grupo interinstitucional y ciudadano	x			Cuenca por subregiones
Medidas Preventivas Obligatorias. Fase D-1 Reducción en oferta de 10 a 20%					
Bancos de agua Regular la demanda de agua para uso público mediante la creación de bancos de agua que posibiliten la compra, venta y transferencia de derechos y volúmenes de agua para atender prioridades de abasto en cantidad y calidad suficientes	CONAGUA, CAED, Organismos operadores, asociaciones y organismos de usuarios (COTAS) y civiles	x		x	Baja y Media Nazas Dgo, Baja Nazas Coah. y Alta Aguanaval Zac.
Nueva Cultura de Agua Desarrollar un programa permanente de NCA dirigido a poblaciones objetivo para cambiar los valores sobre los usos del agua	Grupo interinstitucional y ciudadano	x	x	x	Cuenca por células de planeación
Cubierta vegetal urbana Aumentar la cubierta vegetal urbana para mitigar los efectos del cambio climático entre la población, recurriendo a plantas nativas adaptadas a la zona (reforestación de espacios públicos urbanos y domésticos).	Gobiernos de los estados y municipales, CONAFOR SEMARNAT,,	x	x		Cuenca por células de planeación

Tabla 3.10 Estrategias y medidas preventivas y de mitigación relacionadas con la oferta para uso público urbano (continuación)

Medida	Responsables	Estratégica	Táctica	Emergencia	Ámbito
Medidas de Mitigación Obligatorias. Fase D-2 a D-4 Reducción de oferta de 20 a <50%					
Fuentes alternas Recurrir a fuentes alternas de agua para asegurar el suministro a la población (perforación de nuevos pozos, interconexión de pozos de uso agrícola y urbano, reúso de aguas tratadas)	Organismos operadores municipales y de gestión de agua estatales, CONAGUA	X	X	X	Municipios más poblados y con acuíferos c/ déficit
Ahorro de agua Aplicar acciones de ahorro de agua por los usuarios público urbano como medidas de mitigación frente a la sequía (instalación de equipos de medición de consumo en viviendas, instalación de equipos ahorradores de agua en viviendas y espacios públicos como baños, jardines, escuelas, parques, reducción de consumos en usos secundarios: albercas, pastos en jardines, lavado de autos, entre otros)	Usuarios público urbanos, Organismos operadores, CONAGUA	X	X	X	Municipios más poblados y con acuíferos c/ déficit
Recarga de acuíferos y compra de títulos de concesión Aplicar un programa de recarga de acuíferos con aguas superficiales en sitios con mayor infiltración, para lo cual es necesario se compren derechos de agua de esta fuente a usuarios agrícolas que decidan venderlos para que estos volúmenes se asignen cada ciclo de riegos; constituye una medida necesaria para asegurar la oferta sustentable del agua subterránea,	CONAGUA, Organismos de usuarios (COTAS, Módulos de Riego)	X	X	X	Baja y Media Nazas Dgo, Baja Nazas Coah.

Fuente: CONAGUA 2012b Programa Hídrico Regional 2030; talleres de consulta con usuarios

3.7.4.3. Ejemplo de Medidas de prevención y mitigación de las sequías, caso internacional

Extraído del Programa de medidas específicas de cada uno de los sistemas de explotación Es-la-Valderaduey. (Ministerio de Medio Ambiente, Duero, España. 2007). Tras aprobación del Plan:

Redacción y aprobación de los planes de emergencia de abastecimiento urbano de León y San Andrés del Rabanedo para situación de sequía.

Fase de normalidad

1. Seguimiento de la evolución de los indicadores de sequía seleccionados:
 - Volumen almacenado cada fin de mes en el embalse de Porma
 - Volumen almacenado a fin de mes en el embalse de Riaño
2. Se hará un seguimiento de cada uno de los índices de estado calculados por separado y del índice de estado promedio para el sistema de explotación completo
3. Realizar sondeos para garantizar el abastecimiento de San Andrés del Rabanedo en épocas de sequía
4. Evaluar la posibilidad de activar los sondeos existentes en León para riego de zonas verdes. Independizando de este modo su atención de las estrictas necesidades de abastecimiento de la población

Fase de prealerta

1. Seguimiento de la evolución de los índices de estado de los volúmenes almacenados a fin de mes en los embalses de Porma y Riaño, así como del índice de estado del sistema completo

2. *Elaboración de calendario de riegos para la obtención de un mejor reparto del recurso entre los usuarios*
3. *Activación de los planes de emergencia en caso de que hayan sido adoptados, de León y de San Andrés del Rabanedo*
4. *Inventario, actualización y mantenimiento de los sondeos existentes en León utilizados para riegos de zonas verdes, algunos de los cuales se encuentran parados en condiciones normales*
5. *Mantenimiento de la conducción procedente de León, utilizada como infraestructura de sequía, para suplir las deficiencias de abastecimiento en San Andrés del Rabanedo*

Fase de alerta

1. Seguimiento de la evolución de los índices de estado de los volúmenes almacenados a fin de mes en los embalses de Porma y Riaño, así como del índice de estado del sistema completo
2. Verificación de que los sistemas de abastecimiento de León y de San Andrés del Rabanedo han activado los planes de emergencia
3. Modificación de las reglas de explotación reduciendo las dotaciones de riego de tal forma que pueden ser distribuidas mediante turnos de riego
4. Modificación de reglas de explotación de embalses, permitiéndose disminuir los volúmenes embalsados al final de la temporada hasta: 117 hm³ en Riaño y 47 hm³ en Porma, con el fin de garantizar durante 1 año el caudal mínimo establecido
 - Aplicación coyuntural de la redistribución de recursos desde el embalse de Riaño

- para suministro de demandas abastecidas por el embalse de Porma
- Aplicación de la transferencia interna desde el embalse de Riaño a los cauces de Cea y Valderaduey para satisfacer los caudales de mantenimiento de ambos ríos
 - Incremento en la vigilancia y control de los regadíos, evitando o mitigando de esta manera el abuso, así como la existencia de aprovechamientos sin derecho o fuera de turno, agravando las sanciones
 - Especial vigilancia de las redes de control de cantidad (piezométrica) y calidad (química) de las masas de agua subterránea de la captación subálvea del río Torío y de los pozos utilizados para el abastecimiento a San Andrés del Rabanedo

Fase de emergencia

1. Seguimiento de la evolución de los índices de estado de los volúmenes almacenados a fin de mes en los embalses de Porma y Riaño, así como del índice de estado del sistema completo
2. Verificación de que los abastecimientos de León y San Andrés del Rabanedo han activado los planes de emergencia
3. Activación de los sondeos de León para riego de zonas verdes
4. Intensificación de la redistribución coyuntural de recursos desde el embalse de Riaño para suministro de demandas abastecidas por el embalse de Porma.
5. Intensificación de la transferencia interna desde el embalse de Riaño a los cauces de Cea y Valderaduey para satisfacer los caudales de mantenimiento de ambos ríos.
6. Reducción de caudales desembalsados hasta los mínimos establecidos en la revisión del Plan Hidrológico de 2001 en los siguientes embalses:
 - Porma: 1.5 m³/s
 - Casares: 0.3 m³/s
 - Riaño: 2.5 m³/s de octubre a marzo y 5 m³/s de abril a septiembre
7. Incremento en la vigilancia y control de los regadíos, evitando o mitigando de esta manera el abuso, así como la existencia de aprovechamientos sin derecho o fuera de turno, agravando las sanciones
8. Recomendaciones a elevar al Plan Hidrológico del Duero:
 - Realización de los planes de modernización de regadíos de las zonas regables del Canal del Esla y del Canal de Arriola

3.8. EMERGENCIAS REPENTINAS

Desafortunadamente, pocos desastres vienen con una advertencia. El éxito de un sistema, en la reducción del impacto de un desastre, depende de una respuesta rápida. Los controles del sistema o el personal debe ser capaz de reconocer una situación de emergencia. La información puede provenir de los operadores en campo, de los usuarios o de un sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) u otro sistema de telemetría. La siguiente es una lista de parámetros para monitorear y controlar:

- Variación de la presión
- Cambio de flujo
- Cambio de pH
- Elevación de niveles en los tanques
- Concentración de cloro residual
- Falla de energía
- Otros daños evidentes
- El acceso no autorizado

A menudo, el sistema recibe de fuentes externas la primera señal de problemas, como pueden ser usuarios, personal de otras dependencias, laboratorios, o los medios de comunicación; de hecho,

como parte de la coordinación de la planificación de emergencia con otros organismos, cada dependencia debe recibir instrucciones sobre cómo reportar una emergencia al sistema de agua y a su vez debe indicar cómo el personal del organismo operador debe reportar, según el caso. El personal que recibe llamadas desde fuera, sobre todo por parte del público en general, necesita estar capacitado para recoger toda la información necesaria desde la primera llamada. Rara vez la persona que llama se pone en contacto por segunda ocasión. La Tabla 3.11 presenta un formulario de información a recopilar. Por su parte la Tabla 3.12 es una ayuda para que otras dependencias reporten situaciones de emergencia.

3.9. PROGRAMAS DE APOYO PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES NATURALES

3.9.1. FONDO PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES NATURALES

La Secretaría de Gobernación (SEGOB) creó el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), el cual se describe en el capítulo 4. El componente presupuestario original, y todavía principal,

Tabla 3.11 Ejemplo de notificación de situaciones de emergencia, por parte de los usuarios

Números de teléfono de emergencia	
Los siguientes eventos constituyen una situación de emergencia	
1	Pérdida de servicio
2	Fugas de agua
3	Cambio de color, limpieza, sabor, olor
Si observas cualquiera de estas condiciones potenciales de emergencia, por favor comunícate a cualquiera de los siguientes números de emergencia inmediatamente:	
Atención a usuarios:	
Centro de control de operaciones:	
Número para emergencias después de los horarios de servicio:	
Si no te contestan en ninguno de estos números, por favor contacta al departamento de policía al número:	

Tabla 3.12 Ejemplo de Informe de notificación de emergencia

Instrucciones de reporte de emergencia						
En la ocurrencia de una emergencia que involucra al servicio de agua por favor complete la forma y contacte al organismo operador						
1	Persona llamando en emergencia:				Número telefónico:	
	Tiempo en que se recibió la llamada.	Fecha:			Hora:	
2	Ubicación de la emergencia.					
	Calle:			Número:		
	Otras referencias (locación aproximada, distancia desde un punto destacado, etcétera):					
3	Condición en escena (revisa apropiadamente las siguientes opciones)					
	Fugas de agua	Filtraciones	Escurrimiento en calles	Chorro		
	Inundaciones	Vialidad	Intersecciones	Casa	Construcción	
	Erosión	Taludes	Cimentaciones			
	Energía eléctrica	Interrupciones	Pérdida total			
	Calidad del agua	Sabor	Olor	Color	Limpieza	
4	Daño Actual/potencial:					
	Describe brevemente la situación:					
5	Restricciones de acceso, si es que existen:					
6	Asistencia rápida disponible (Si es que alguna dependencia ya está atendiendo la emergencia y de qué forma):					
7	Teléfonos de emergencia					
	Atención a dependencias:					
	Centro de control de operaciones:					
	Número para emergencias después de los horarios de servicio:					
Nombre, cargo y firma de quien lleno la forma						

creado en el marco del FONDEN sigue siendo el Programa FONDEN para la Recuperación, reconstrucción y contratación de instrumentos de transferencia de riesgos. Sin embargo a lo largo de los años se han ido agregando otros componentes y nuevos mecanismos e instrumentos financieros para la prevención, lo que ha permitido que el FONDEN suministre financiamiento más efectivo para el ciclo de la Gestión Integral del Riesgo (GIR). La creación del FOPREDEN, por ejemplo, ha permitido al Gobierno Federal iniciar el tránsito de un enfoque reactivo hacia los desastres hacia un enfoque preventivo facilitando recursos a los órdenes de gobierno federal y estatal para que inviertan en prevención. La Ilustración 3.11 presenta el rol que desempeñan los instrumentos del FONDEN para el ciclo de la GIR en México.

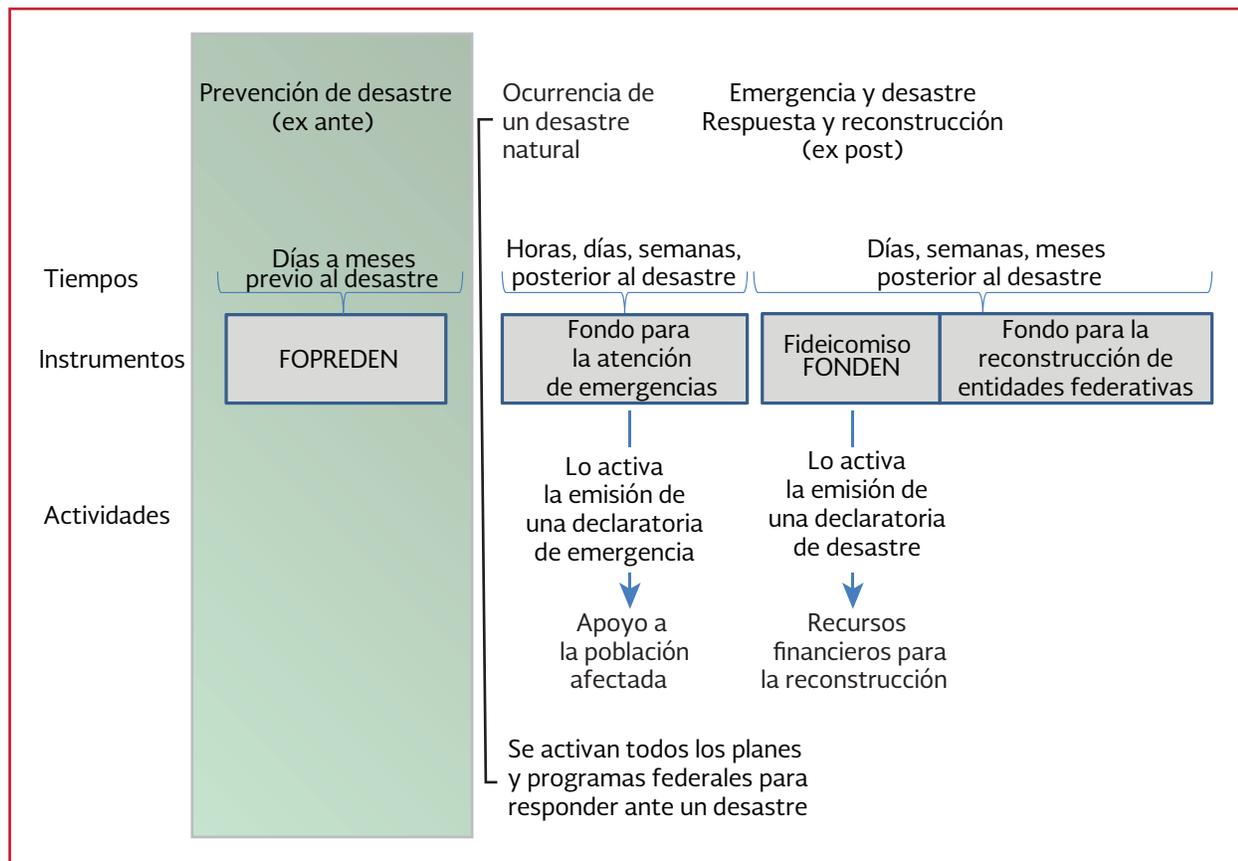
3.9.1.1. Reglas de operación del FOPREDEN para financiar la Prevención

El Fondo para la Prevención de Desastres Naturales, generalmente conocido como FOPREDEN, es el principal mecanismo que apoya la inversión que realiza el Gobierno Federal en reducción de riesgo ex ante. Fue creado en 2010 como herramienta para apoyar la prevención de desastres.

Las medidas preventivas financiadas con cargo al FOPREDEN se enfocan en:

1. Identificación y evaluación de peligros, exposición y vulnerabilidad
2. Acciones dirigidas a la reducción del desastre ex ante y acciones de mitigación

Ilustración 3.11 Rol que desempeña el FOPREDEN en el Sistema Nacional de Protección Civil en México (Segob y Banco mundial, 2012)



3. Desarrollo de capacidades relativas a la prevención del desastre en las comunidades locales y de autoprotección de la población ante situaciones de riesgo

Las solicitudes de apoyo hechas al FOPREDEN deben garantizar que los proyectos se enfoquen exclusivamente a desarrollar medidas preventivas contra desastres naturales y que permitan proveer de apoyo técnico en aquellos casos en los cuales se han hecho esfuerzos previos para evaluar y administrar de mejor manera los riesgos de mayor prioridad.

Los costos de los proyectos de prevención se comparten entre los gobiernos federal y locales. En el FOPREDEN el porcentaje, que en todos los casos parte de una base del 50 por ciento (Exceptuando los proyectos preventivos estratégicos, los cuales se financian al 100 por ciento con recursos del FOPREDEN) varía dependiendo del tipo de proyectos y el nivel de marginación de la entidad federativa o los municipios donde se va a implementar el proyecto.

3.9.2. PROGRAMAS NACIONALES CONTRA CONTINGENCIAS HIDRÁULICAS

En el marco del Programa Nacional contra la Sequía (PRONACOSE) se cuenta con los programas nacionales contra contingencias hidráulicas, por cada uno de los 13 Organismos de Cuenca. Tienen por objetivo proponer soluciones (intervenciones o medidas) orientadas a reducir el riesgo existente ante sequías, inundaciones a fin de disminuir daños en zonas urbanas y productivas, anteponiendo en lo posible soluciones no estructurales antes de las propuestas estructurales.

Para cumplir con su objetivo se genera un catálogo de proyectos, para la ejecución de obras prioritarias y urgentes para la prevención de las afectaciones por lluvia y sequía, el cual se realiza por medio del formato de la Tabla 3.13. Es indispensable que el llenado se realice con una priorización de acciones.

Tabla 3.13 Formato para catálogo de proyectos (CONAGUA, 2015)

Organismo de cuenca:

Municipio	Localidad	Población total	Infraestructura en riesgo	Ubicación	Responsable de la operación	Propuesta de atención			Aportación local	Observaciones
						Acciones a realizar	Costo estimado	Habitantes beneficiados		
						Total:				

3.9.3. PROGRAMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN ZONAS URBANAS (APAZU)

Tiene como objetivo impulsar acciones tendientes al mejoramiento e incremento de la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, para el beneficio de habitantes de comunidades urbanas del país, a través del apoyo financiero y técnico a las entidades federativas y municipios y sus organismos operadores.

Las principales acciones que comprende este programa son:

- Elaboración de estudios y proyectos
- Ampliación de la cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento
- Mejoramiento de la eficiencia física y comercial
- Realizar acciones de construcción y rehabilitación de la infraestructura hi-

dráulica del Subsector, incluyendo las requeridas para el desalojo de las aguas pluviales de las zonas urbanas

A través de este programa, es posible asignar hasta un 10 por ciento para obras destinadas a la rehabilitación de infraestructura o al incremento de la cobertura de drenaje pluvial, para localidades de los municipios con Alto Índice de Peligro por Inundaciones, según el Atlas de Riesgos emitido por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), o localidades que presentaron problemas de “emergencia” por inundaciones en alguno de los últimos tres años.

Se dará un apoyo adicional del 10 por ciento para la rehabilitación de la infraestructura de tratamiento siempre y cuando se alcance un caudal de agua residual tratada de al menos el 75 por ciento de la capacidad nominal de la planta.

En el capítulo 4 se presentan los programas de apoyo para la restitución de los servicios.

4

ACTIVIDADES PARA LA RESTITUCIÓN DE LOS SERVICIOS

4.1. PROGRAMAS DE APOYO PARA LA ATENCIÓN DE DESASTRES NATURALES

4.1.1. FONDO DE DESASTRES NATURALES

La Secretaría de Gobernación (SEGOB) creó el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), que tiene como objetivo apoyar a las entidades federativas, dependencias federales de la administración pública federal, autorizando y aplicando recursos para mitigar los efectos que produzca un fenómeno perturbador.

Los recursos del FONDEN podrán estar disponibles para la recuperación o reconstrucción de infraestructura tanto de las entidades federativas como del Gobierno Federal. Para obtener recursos financieros del FONDEN, las dependencias y entidades del Gobierno Federal o de las entidades federativas deben mostrar que la magnitud de los daños exceden sus capacidades financieras y deben presentar una solicitud mediante la cual detallen las

necesidades de reconstrucción y sus costos estimados.

Nota Importante:

El FONDEN no proporciona apoyo directo a los municipios. No obstante, son los gobiernos de las entidades federativas quienes presentan las solicitudes de recursos financieros del FONDEN con el objetivo de restaurar activos municipales para, posteriormente, proporcionar asistencia a los municipios para que ejerzan dichos recursos financieros.

La Ley General de Protección Civil de México define como un desastre al resultado de la ocurrencia de uno o más agentes perturbadores severos y/o extremos, concatenados o no, de origen natural o de la actividad humana, que cuando acontecen en un tiempo y en una zona determinada, causan daños y que por su magnitud exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada. La Tabla 4.1 presenta una lista de los principales fenómenos naturales cuyos efectos cumplen con las condiciones para recibir apoyo del FONDEN.

Tabla 4.1 Principales tipos de Fenómenos Naturales Perturbadores que cubren los criterios de elegibilidad para recibir apoyo del FONDEN (Segob y Banco mundial, 2012)

Geológicos	Hidrometeorológicos	Otros*
Alud	Granizada severa	Incendio forestal
Erupción volcánica	Huracán	
Tsunami	Inundación fluvial	
Movimiento de ladera	Inundación pluvial	
Ola extrema	Lluvia severa	
Sismo	Nevada severa	
Subsidencia	Sequía severa	
	Tormenta tropical	
	Tornado	

* Se podrán cubrir con cargo al FONDEN los daños derivados de otro fenómeno natural perturbador o situación meteorológica cuyas características sean similares a los fenómenos de la lista antes señalada, de acuerdo con el origen, frecuencia y severidad de los daños, siempre y cuando se cumpla con los criterios de elegibilidad para recibir recursos financieros del FONDEN.

4.1.1.1. Componentes presupuestarios y mecanismos financieros del FONDEN

El programa FONDEN cuenta con diversos programas de apoyo que se dividen en dos bloques.

- Identificación del riesgo y reducción del riesgo
- Recuperación, reconstrucción y contratación de instrumentos de transferencia de riesgos

A su vez, cada uno de estos tiene distintos apartados que permiten proporcionar recursos para distintos tipos de contingencias, de acuerdo con la Tabla 4.2 y la Ilustración 4.1.

Tabla 4.2 Instrumentos Financieros del FONDEN (Segob y Banco mundial, 2012)

Identificación del riesgo y reducción del riesgo	FOPREDEN	Instrumento que proporciona recursos para apoyar actividades de gestión de riesgos ex ante, incluyendo: (i) identificación y evaluación de peligros, vulnerabilidad o riesgos (ii) actividades de reducción del riesgo de desastres y de mitigación (iii) desarrollo de capacidades comunitarias locales en torno a la prevención del desastre y de autoprotección de la población ante situaciones de riesgo.
	FIPREDEN	Fideicomiso público también operado por BANOBRAS a través del cual se canalizan recursos provenientes del FOPREDEN hacia actividades preventivas, previamente autorizadas.
Recuperación, reconstrucción y contratación de instrumentos de transferencia de riesgos	Programa FONDEN para la Reconstrucción	Componente presupuestario que proporciona recursos para la recuperación y reconstrucción de activos públicos no asegurados o subasegurados. El Programa FONDEN para la Reconstrucción está dirigido a: (i) proporcionar recursos financieros para asistencia de emergencia a las poblaciones que sufrieron los efectos de un desastre natural (ii) proporcionar recursos financieros para la recuperación y reconstrucción de infraestructura pública afectada por un desastre (incluyendo la restauración de ciertos elementos del entorno natural) (iii) proporcionar recursos financieros para la recuperación y reconstrucción de vivienda de población de bajos ingresos.
	Fideicomiso FONDEN	Fideicomiso público operado por BANOBRAS, a través del cual se canalizan los recursos del Programa FONDEN para la Reconstrucción. Una vez que el financiamiento queda aprobado para un fin específico, dichos recursos quedan etiquetados en una subcuenta del Fideicomiso FONDEN. El Fideicomiso FONDEN (a través de BANOBRAS como agente fiduciario) también actúa como autoridad contratante de seguros y otros instrumentos de transferencia de riesgos.
	Fondo para la Atención de emergencias FONDEN:	Instrumento financiado a través del Fideicomiso FONDEN, que proporciona recursos para la adquisición de insumos de ayuda para responder a las necesidades inmediatas de la población afectada por un desastre natural. Entre los gastos que quedan cubiertos se incluyen, entre otros, medicamentos, alimentos, agua para beber, artículos de limpieza y de refugio temporal.

4.1.1.2. Reglas de operación del FONDEN para financiar la reconstrucción

Las Reglas de operación del FONDEN están diseñadas para asegurar el desembolso oportuno y eficiente de niveles apropiados de recursos financieros para la reconstrucción, al mismo tiempo que se logra un equilibrio con las preocupaciones de rendición de cuentas y transparencia. El proceso de acceso y ejercicio del financiamiento para la reconstrucción puede dividirse en cuatro fases:

1. Declaratoria de un desastre natural
2. Evaluación de los daños y solicitud de recursos con cargo al FONDEN
3. Autorización de recursos e implementación de las actividades de reconstrucción

4. Presentación de informes trimestrales relativos a la ejecución de las actividades post desastre hasta su total conclusión y presentación del libro blanco correspondiente

El proceso detallado para acceder y ejercer recursos con cargo al FONDEN para actividades de reconstrucción post desastre se presentan de la Ilustración 4.2 a la Ilustración 4.5.

Nota Importante:

Previo a que la Coordinación General de Protección Civil considere la solicitud hecha por una entidad federativa para un proyecto de inversión en mitigación del riesgo, dicha entidad federativa debe conducir una evaluación de riesgo y elaborar un atlas de riesgo

Ilustración 4.1 Rol que desempeña los instrumentos del FONDEN en el Sistema Nacional de Protección Civil en México (Segob y Banco mundial, 2012)

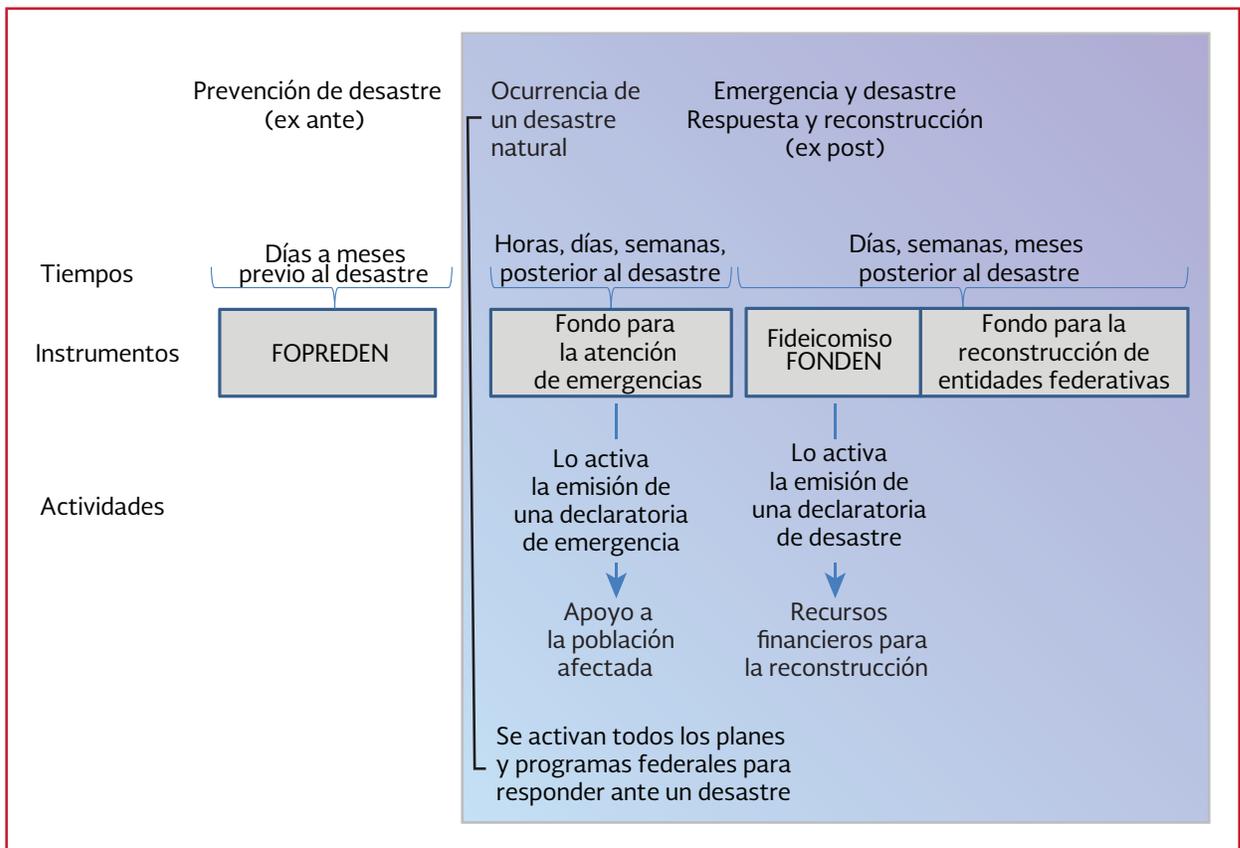


Ilustración 4.2 Declaratoria de un desastre natural (Segob y Banco mundial, 2012)

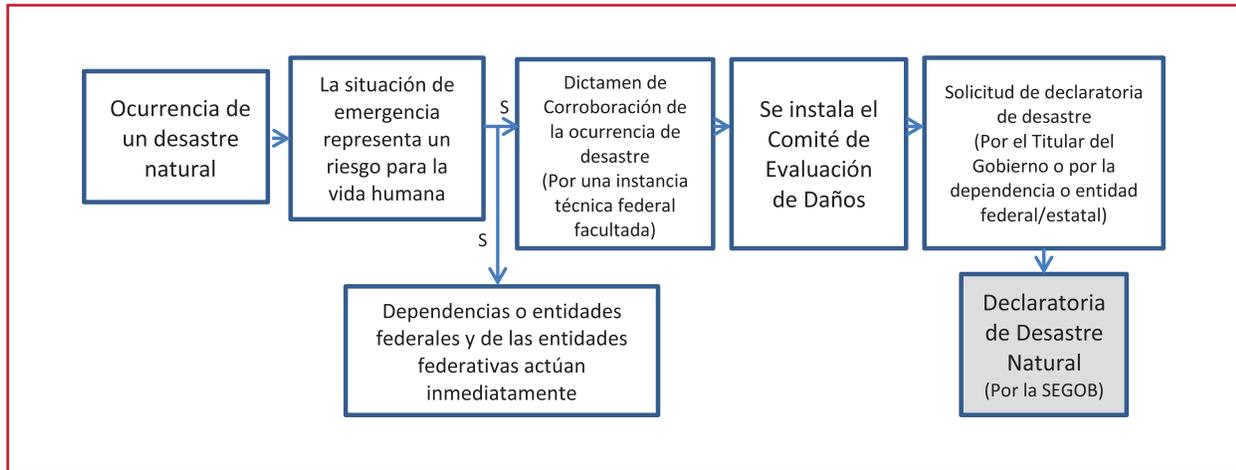


Ilustración 4.3 Evaluación de los daños y solicitud de recursos con cargo al FONDEN (Segob y Banco mundial, 2012)

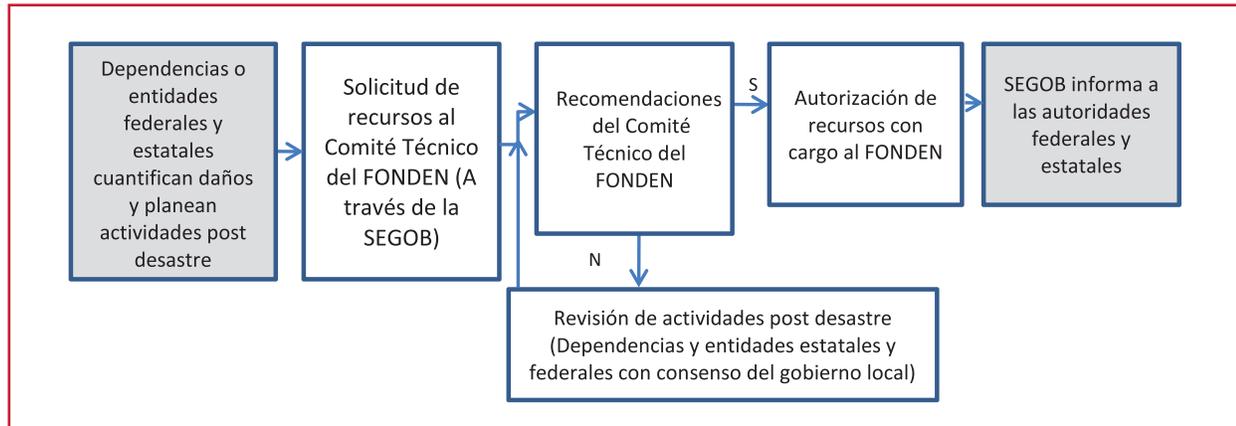


Ilustración 4.4 Autorización de recursos e implementación de las actividades de reconstrucción (Segob y Banco mundial, 2012)

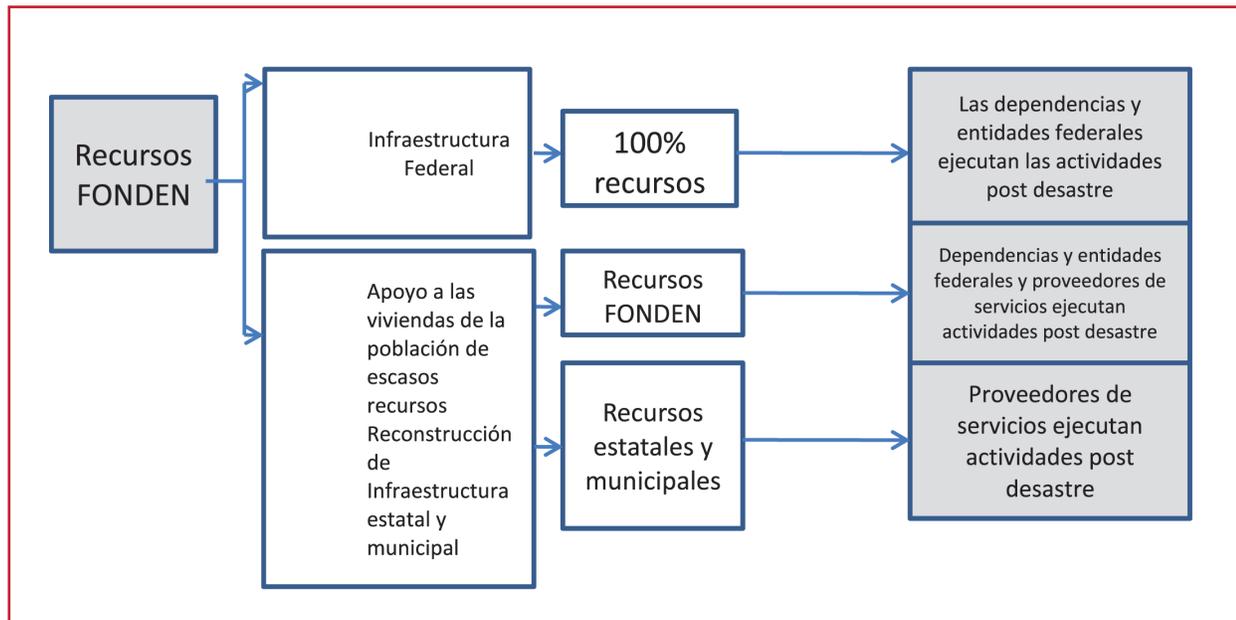
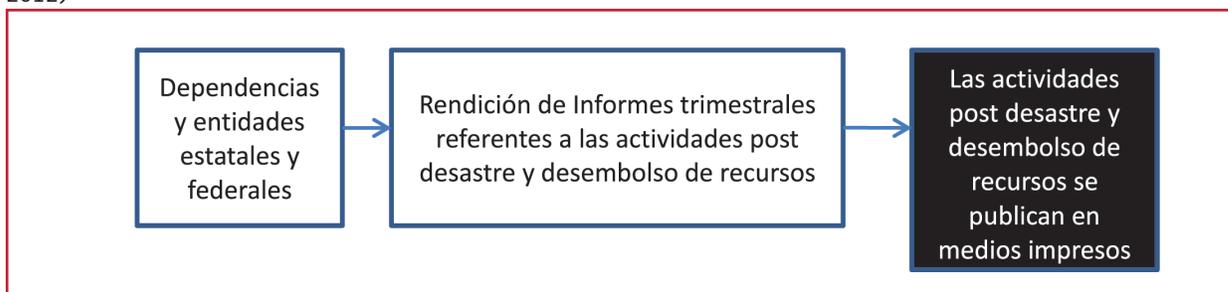


Ilustración 4.5 Presentación de informes relativos a la ejecución de las actividades post desastre (Segob y Banco mundial, 2012)



4.1.2. PROGRAMAS FEDERALIZADOS Y LOS CASOS DE EXCEPCIÓN

Los programas federalizados buscan que la provisión de los servicios de agua potable y alcantarillado representen, junto con las acciones de saneamiento, poder restaurar la calidad del agua en las corrientes y acuíferos del país.

Dentro de las reglas de operación existen algunos apartados y casos de excepción, para apoyar la prevención, a continuación se presenta de forma resumida los apartados por cada programa que pueden ser aprovechados en la búsqueda de proteger la infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento ante la ocurrencia de desastres naturales.

4.1.2.1. Generalidades de los programas

De forma general los programas federalizados tienen el objetivo de contribuir a conservar y mejorar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar el riego en el sector agrícola e incrementar el acceso de la población de zonas urbanas y rurales a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Al hacer frente a la creciente demanda de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, se busca elevar la eficiencia en el uso del agua, fortalecer los organismos, sociedades y asociaciones

responsables del manejo de los servicios en zonas urbanas y rurales, y proporcionar agua para los diversos usos, fundamentalmente para el consumo humano.

Como parte de los requisitos generales para los programas de agua potable, alcantarillado y saneamiento se considera que los proyectos, obras y acciones que, acordes con las declaratorias de desastres naturales emitidas por la Administración Pública Federal y publicadas en el Diario Oficial de la Federación, y que no hayan sido incorporados en el FONDEN y sí a programas federalizados para la mitigación de sus efectos y que no fueron concluidos por alguna razón, deberán ser programados, aplicando los montos máximos y mínimos para cada uno de los programas establecidos en estas reglas, y ejecutados hasta su conclusión, sin que para ello se deba cumplir los requisitos aquí establecidos y pudiendo, la Comisión Nacional del Agua, continuar los trabajos por cuenta y orden de la instancia beneficiada.

4.1.2.2. Consideraciones especiales para la operación

Los recursos y las acciones destinados a solventar los efectos ocasionados por desastres naturales, deberán apegarse a los lineamientos y mecanismos que emitan la Secretaría de Gobernación y la Secretaría de Hacienda y

Crédito Público, en su respectivo ámbito de competencia, en el marco del Sistema Nacional de Protección Civil y de conformidad con las disposiciones aplicables.

4.1.2.3. Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU)

A demás de los estipulado en el apartado 3.9.3, en los casos de excepción considera que:

Cuando la CONAGUA determine que existe riesgo para la salud o para la integridad de los habitantes, la localidad o municipio será tratado como caso de excepción. La causa puede ser, por ejemplo la presencia de metales pesados como arsénico, plomo, cromo, u otros elementos, flúor, por arriba de la norma oficial mexicana correspondiente, apoyará acciones que incluyan la potabilización en el punto de entrega con recursos federales hasta 100 por ciento. Para ello, el estado o municipio afectado deberá presentar a la CONAGUA el soporte documental, validado por las autoridades competentes, que demuestre fehacientemente el riesgo a la salud o a la integridad de la población, para en su caso ser verificado a su vez por la CONAGUA. Dichos recursos no excederán 25 por ciento del presupuesto federal asignado al Programa.

En casos de urgencia se podrán adquirir depósitos para agua, de fácil manejo y su fontanería para abasto comunitario preferentemente con capacidad de 5 metro cúbicos o más.

En casos de que la CONAGUA considere necesario se podrá apoyar el servicio de distribución de agua para uso o consumo humano mediante carros tanque, quedando establecido en el anexo técnico.

4.1.2.4. Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales (PROSSAPYS)

Tiene el objetivo específico de apoyar el incremento de la cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en localidades rurales, mediante la construcción y ampliación de su infraestructura, con la participación comunitaria organizada, a fin de inducir la sostenibilidad de los servicios.

El solicitante debe entregar:

- Solicitud de la obra presentada por la localidad
- Compromiso por escrito de la localidad para el pago de las cuotas que se establezcan o, en su caso, del municipio u organismo operador, y para aportar los recursos necesarios para la operación y el mantenimiento de los sistemas

Los costos per cápita beneficiado serán hasta de \$8 500.00 en el momento en que se formalice el programa. Aquellos proyectos que rebasen dicho monto deberán ser presentados a la CONAGUA con una justificación y un cálculo de la rentabilidad económica, para su dictamen e inclusión en el programa. Quedan exceptuados del per cápita y cálculo de rentabilidad económica cuando se cuente con declaratoria de emergencia, debiendo poner a consideración de la CONAGUA el costo per cápita, para su probable inclusión.

Las localidades beneficiadas por el programa no podrán ser apoyadas nuevamente para el mismo tipo de servicio antes de cinco años, contados a partir de la entrega del sistema. Para verse beneficiado nuevamente debe tratarse

de un servicio distinto, o ante la presencia de fenómenos meteorológicos que hayan afectado la infraestructura construida.

4.1.2.5. Transitorio tercero de las reglas de operación

La Comisión Nacional del Agua, de manera excepcional, podrá ejercer hasta el 100 por ciento (cien por ciento) de los recursos federales autorizados sin necesidad de concurrencia de otros recursos, en programas, proyectos, obras y acciones, incluyendo los gastos inherentes para la prestación del servicio público urbano para la entrega urgente o emergente de agua, en localidades de las entidades federativas y municipios en declaratorias de desastre natural emitidas por la Administración Pública Federal y publicadas en el Diario Oficial de la Federación. En dichos casos, la Comisión Nacional del Agua está facul-

tada a tomar todas las medidas necesarias para cumplir con los objetivos para atender la sequía o cualquier otro tipo de fenómeno extremo y podrá ser el ejecutor de los programas, proyectos, obras y acciones que determine como elegibles. Para ello podrá suscribir los instrumentos jurídicos correspondientes que permita llevar a cabo las acciones sin apearse estrictamente a las reglas de operación.

A manera de resumen la Tabla 4.3 muestra el concentrado de las reglas de operación de los programas federalizados.

Nota Importante:

Las Reglas de Operación para el acceso a éstos recursos, se modifican cada año y se pueden consultar en la página de la CONAGUA

Tabla 4.3 Resumen de apoyos de los programas federalizados con base en las Reglas de Operación vigentes a 2014 (CONAGUA, 2015)

Apoyo	Acciones	Requisitos
< 2%	Adquisición de vehículos, equipos de desazolve y desinfección	Con recursos de la inversión anual de la contraparte estatal
10% Presupuesto federal	Acciones de Drenaje Pluvial para solucionar problemáticas específicas de Inundaciones)	Atlas de Riesgos CENAPRED o problemas en últimos 3 años
10% Presupuesto Federal	100% Federal, para localidades < a15 mil hab. 80% Federal, para localidades < a 100 mil hab.	En mejoramiento de la eficiencia (reducir pérdidas físicas)
100% Recursos federales Sin exceder 25% del Presupuesto del Programa	Y en casos de URGENCIA, se podrán adquirir depósitos de agua (5m3 o más) y su fontanería; se podrá apoyar reparto de agua con pipas	A consideración de la CONAGUA.
< 4.94% Presupuesto Federal	Se pueden adquirir carros tanque y transferir en comodato a los municipios.	En casos de URGENCIA
3er. Transitorio	Implementar todas las medidas y acciones para atender los efectos por cualquier FENÓMENO EXTREMO, sin contraparte	Declaratoria de DN, por la APF, en el DOF

4.2. RESPUESTA A EMERGENCIAS Y RECUPERACIÓN

Cuando se tienen claros los pasos a seguir durante una emergencia, esto dará lugar a una rápida recuperación. También se deben incluir las acciones de recuperación, capacitación y evaluación. La evaluación de la respuesta a la emergencia debe revelar las formas de mejorar el plan de preparación presentado en los capítulos 2 y 3.

Un plan de prevención, tal como se describió en el capítulo 3, puede convertirse rápidamente en un caos ante situaciones imprevistas. Desafortunadamente, ninguna situación de emergencia se puede atender de forma exactamente como se planteó y peor aún, puede presentarse una emergencia que nunca se consideró. Un buen ejemplo de esto es el incendio en la planta de tratamiento de New England en 1990. En este caso, se integró un plan de prevención y contingencia ante la pérdida de la planta de tratamiento debido a un terremoto, pero no para un incendio. Entonces, durante la realización de obras, una chispa de soldadura provocó un incendio, la planta de tratamiento de pronto se vio envuelto en humo y llamas (American Water Works Association, 2005).

Aunque el personal tuvo que improvisar una respuesta de emergencia, gran parte de la planificación contra sismo fue utilizada. Por ejemplo, las válvulas designadas para aislar la planta en caso de un terremoto se utilizaron en la emergencia de incendio. Además, el sistema implementó un acuerdo con un organismo adyacente para proporcionar agua desde una fuente alterna.

Para la atención de la emergencia y una pronta recuperación del servicio se recomienda adoptar los siguientes pasos.

4.2.1. PRIMER PASO: ANALIZAR EL TIPO Y LA GRAVEDAD DE LA EMERGENCIA

Antes de realizar acción alguna se debe analizar el tipo y la gravedad de la emergencia. Los resultados del análisis proporcionarán una respuesta correcta y más eficaz. El análisis también puede reducir el número de lesiones o daños a los componentes del sistema.

El análisis debe basarse en el resumen de amenazas y la vulnerabilidad del sistema. El sistema debe determinar primero el estado de los componentes críticos, en lugar de responder al primer informe de una fuga en el sistema de distribución. Puede ser más importante aislar primero un tanque de almacenamiento o iniciar con el arranque de generadores de energía.

Estas actividades se deben desarrollar para poder acceder a los recursos del FONDEN, para Reconstrucción, por lo que deben atenderse siguiendo la propia normatividad del FONDEN.

4.2.1.1. Evaluación de daños

El Diagnóstico y Evaluación de Daños, deben considerar que la reconstrucción o restitución de los daños tendrá como propósito dejar a los bienes afectados en condiciones operativas similares a las que prevalecían antes del desastre natural. En los trabajos de reconstrucción o

restitución de los bienes se deberán incluir, en lo posible y siempre por separado, medidas de mitigación para daños futuros, que reduzcan su vulnerabilidad, con Dictamen Técnico fundamentado de las mejoras y adiciones.

La evaluación de daños debe considerar lo siguiente:

- Para evaluar y cuantificar física y monetariamente la magnitud de los daños ocurridos; en todos los casos, conviene realizar fichas técnicas y se emitan los dictámenes técnicos respectivos
- En todos los casos, dichas fichas y dictámenes, deberán aportar una evaluación objetiva de los daños ocurridos, basada en criterios técnicos cuantificables y verificables
- Reflejar con la mayor precisión los daños ocurridos, sin que puedan incorporarse acciones ajenas al desastre o requerimientos adicionales

4.2.1.2. Ficha Técnica

Una ficha o dictamen técnico debe contener como mínimo:

- Identificación: Evento, Infraestructura dañada y sus tramos específicos (Esquemas y Fotos Geo referenciadas)
- Descripción de los daños asociados al desastre natural y población o área afectada
- Acciones emergentes e inmediatas, para efecto de los APIN (ver apartado 4.1).
- Acciones necesarias para reparar los daños (arreglo de la solución)
- Montos totales de inversión y plazos de ejecución; incluyendo estudios, proyec-

tos y servicios de supervisión externa (Para acciones con costo de 5 mdp o más, es obligada y debe acompañar a la solicitud de recursos)

- Validación de los Técnicos del Subcomité. Es conveniente suscribir las acciones previstas, con autoridades locales

4.2.2. SEGUNDO PASO:

PROPORCIONAR ASISTENCIA DE EMERGENCIA PARA SALVAR VIDAS

La siguiente prioridad es llevar a cabo las acciones inmediatas necesarias para salvar vidas. Por ejemplo, si la inundación o un terremoto han dañado un embalse y la falla es inminente, la prioridad del personal del organismo operador debe ser apoyar a la evacuación de la población en el camino de la inundación. Una situación similar podría ser el resultado de una fuga de cloro o daños a un tanque elevado de agua.

4.2.3. TERCER PASO: REDUCIR LA PROBABILIDAD DE LESIONES O DAÑOS ADICIONALES

Cuando las situaciones que pueden ocasionar lesiones o pérdida de vidas, han sido eliminadas de forma inmediata, se debe proseguir con reparaciones o medidas de mitigación temporales. Estas acciones buscan disminuir los riesgos críticos y evitar daños mayores. Ejemplos de tales acciones podrían ser abrir válvulas de salida para bajar el nivel de un depósito o interrumpir el servicio en zonas donde se presentan fugas y los postes de energía eléctrica están derribados. El público debe recibir las notificaciones de emergencia correspondientes.

4.2.4. CUARTO PASO: REALIZAR REPARACIONES DE EMERGENCIA BASADO EN LA DEMANDA DE PRIORIDAD

Después de reducir la probabilidad de lesiones o daños adicionales, el siguiente paso en la respuesta a la emergencia es llevar a cabo las reparaciones u otras acciones que proporcionarán servicio a los clientes prioritarios o satisfacer la demanda prioritaria a través de pipas y tanques portátiles. Las Ilustración 4.6 e Ilustración 4.7 muestran los métodos de suministro de agua de emergencia. para ello puede accederse a los Apoyos parciales inmediatos (APIN).

4.2.4.1. Apoyos parciales inmediatos (APIN)

Tienen el objetivo de restablecer total o parcialmente (provisional o definitiva) los servicios de Agua, Drenaje o Saneamiento a la población.

Reducir la vulnerabilidad y el riesgo que enfrenta la infraestructura hidráulica a causa del desastre natural.

Salvo casos excepcionales y debidamente justificados, estos apoyos son ejecutables a corto plazo. (No más de 30 días naturales, previo a la Reconstrucción) Sin estudios técnicos ni proyectos complicados.

Las acciones emergentes que pueden desarrollarse con un APIN son:

Acciones Generales

- Limpieza
- Limpieza de materiales productos de derrumbes
- Desazolve

- Retiro de escombros
- Renta de equipos provisionales de bombeo de aguas pluviales, residuales y lodos
- Renta de plantas eléctricas
- Renta de sanitarios móviles
- Distribución de agua embotellada y reactivos de desinfección
- Fumigación
- Verificación, reparación y restablecimiento del suministro de energía eléctrica
- Saneamiento básico
- Renta de carpas y mobiliario provisional

Sector Hidráulico

- Renta de camiones y cisternas y grandes cisternas para abasto emergente de agua o de potabilizadoras portátiles
- Reparación provisional o definitiva de tramos colapsados en líneas de caminos y acceso y operación, así como de bordos de protección y canales de conducción
- Renta de equipos de succión, para limpieza y desazolve de drenajes
- Renta de plantas generadoras portátiles o subestaciones eléctricas, tableros de control y arrancadores
- Reparación de equipos e instalaciones electromecánicas para aprovechamientos de agua potable y drenaje
- Distribución de agua por potabilizadores y agua embotellada
- Reposición y/o limpieza y desazolve de zonas de captación de agua
- Equipamiento provisional e interconexión de pozos de AP en sustitución de los dañados

- Suministro y aplicación de reactivos químicos para desinfección del agua, potabilización y tratamiento elemental
- Sustitución provisional o definitiva de equipos de bombeo de agua potable, pluviales y sanitarias
- Construcción y equipamiento provisional de cárcamo de bombeo
- Renta y operación de equipos de bombeo para abatimiento de niveles de inundación
- Colocación de bordos de protección a base de costaleras, supersacos y/o bastiones
- Habilitación de tomas directas de río y su interconexión temporal a los sistemas de abasto
- Formación emergente de cauces de alivio en ríos y arroyos azolvados
- Formación emergente de escotaduras, tajos, ataguías y canalizaciones provisionales para conducir las aguas de inundación a las zonas de regulación o lagunas de amortiguamiento
- Instalación de líneas de conexión de agua entre sectores de distribución
- Restablecimiento provisional de fuentes de abastecimiento fuera de operación, por afectaciones del desastre natural o aquellas mermadas o canceladas por efecto de sequía
- Reposición emergente en tramos de bordos colapsados o inestables
- Rehabilitación del barrote natural en márgenes de cauces

- Aseguramiento estructural provisional de estructuras hidráulicas de abasto y saneamiento

Estas acciones deben realizarse siguiendo la normatividad del FONDEN.

4.2.5. QUINTO PASO: SISTEMA DE RETORNO A LOS NIVELES NORMALES (RECUPERACIÓN)

Una vez establecido el servicio de emergencia, llevar a cabo las reparaciones menos urgentes, completando por orden de prioridad. Levantar el plan de contingencia sólo cuando sea absolutamente seguro el suministro de agua en cantidad y calidad. Algunas consideraciones para la recuperación a largo plazo incluyen (Pickett, et.al., 1991):

- Modificar la configuración de la red, en función de la experiencia adquirida ante la contingencia
- Reubicar la infraestructura lejos de las zonas afectadas y propensas a nuevos incidentes
- Capacitar al personal considerando las experiencias adquiridas después de la emergencia
- Rediseñar los planes en función de los informes generados
- Intercambiar experiencias con otras dependencias y ajustar los acuerdos de colaboración

4.2.6. SEXTO PASO: EVALUAR LA RESPUESTA Y EL PLAN DE PREVENCIÓN

El Organismo debe revisar y evaluar su respuesta a la emergencia continuamente durante el evento. Las actuaciones previstas pueden no ir como estaba considerado, por lo que los cambios se podrían hacer en tiempo real. Cuando la

emergencia a pasado y el sistema nuevamente está operando en condiciones normales, se debe hacer una evaluación completa de la respuesta. Una vez definidas las modificaciones a los planes, estas se deberán realizar lo más pronto posible, recuerde que la próxima contingencia puede ocurrir de manera imprevista en cualquier momento, incluso de manera consecutiva en el mismo día.

Ilustración 4.6 Plantas potabilizadoras portátiles (<http://www.porlospasillos.com.mx>)



Ilustración 4.7 Distribución de agua potable a través de pipa (<http://www.planetaazul.com.mx>)



CONCLUSIONES DEL LIBRO

Con el presente documento se dan a los Organismos Operadores las recomendaciones mínimas para diseñar planes y estrategias que permitan anticiparse a la ocurrencia de un siniestro que ponga en riesgo la vida de los trabajadores, así como las instalaciones e infraestructura a cargo del organismo.

Se ha recopilado el material, tanto nacional como extranjero, que surge de la experiencia de enfrentar fenómenos meteorológicos, así como siniestros causados por el hombre. Producto de esta recopilación se brindan algunas recomendaciones que deben considerarse en el diseño de los elementos que conforman la red de distribución, así como los planes de protección y atención a emergencias y se incluyen tablas e ilustraciones como apoyo visual de diseño al proyectista, así mismo se incluyen las referencias de la literatura consultada y que puede resultar de ayuda al usuario para lograr una mayor profundidad en algún tema en específico al aplicar sus conocimientos.

Siguiendo las recomendaciones presentadas y complementadas con la bibliografía relacionada, es posible que el organismo operador pueda proporcionar el servicio de agua potable para los usuarios, incluso cuando ocurre un desastre natural. Por lo cual, la preparación y capacitación para atender emergencias por desastres naturales es la herramienta más efectiva ante la ocurrencia de los distintos tipos de eventos que pueden ocurrir. Para facilitar esta tarea, en este libro se proporcionan una serie de recomendaciones que pueden ser adoptados por sistemas de agua potable de cualquier tamaño y complejidad.

Como se menciona a lo largo del libro, la coordinación con otras dependencias, es vital para una adecuada integración de los planes de contingencia, así como de la ejecución de los mismos. La planificación, para casos de desastre, puede parecer difícil, ya que

es la planificación de eventos impredecibles, ya que es imposible saber la hora exacta, la fuerza, y los efectos que puede ocasionar. Sin embargo, actualmente se cuenta con una gran cantidad de información que se ha acumulado, como las probabilidades de ocurrencia y los efectos probables en la infraestructura y el medio ambiente. Entonces, se debe aplicar este conocimiento y experiencia a la red de distribución, determinar las partes vulnerables del sistema, mejorar las deficiencias detectadas y planear estrategias para las contingencias.

Por supuesto, no existe una receta mágica o una metodología que garantice la protección para todos los posibles desastres. Por lo que se deben considerar los riesgos más probables y, de acuerdo con los efectos que ocasiona se genera un análisis adecuado para determinar las partes más vulnerables del sistema y cómo es probable que falle el servicio ante la ocurrencia del fenómeno.

Los procedimientos, datos, modelos y páginas de internet, presentados en este libro, obedecen a la experiencia vertida a lo largo del tiempo por parte de los especialistas en la materia y de los proyectos en que se han trabajado; sin embargo, en ningún caso debe considerarse esta información como reglamento o norma oficial, más bien debe ser considerado una guía para el proceso de diseño de planes de contingencia y protección a infraestructura.

BIBLIOGRAFÍA

- American Water Works Association. (2005). Emergency Planning for Water Utility Management. En *Manual of Water Supply Practices* (Vol. M19). Denver, Colorado, USA.
- American Water Works Association. (2005). Safety Practices for Water Utilities. En *Manual of Water Supply Practices* (Vol. M3). Denver, Colorado, USA.
- CONAGUA (2015) Atención de Emergencias, Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), Talleres de capacitación ¿qué hace la gerencia de normatividad?, Subdirección general de agua potable, drenaje y saneamiento.
- CONAGUA (2014) Programas nacionales contra contingencias hidráulicas, I. Península de Baja California. Versión digital recuperada de <http://www.pronacose.gob.mx>
- CONAGUA (2014²) Estadísticas del Agua en México, edición 2014. Semarnat, México.
- CONAGUA (2014) Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía Consejo de Cuenca Valle de México, 1ª Versión. México. Versión digital recuperada de www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documento/IMTA-CONAGUA%20cuenca%20Valle%20de%20México%20salida%20.pdf
- CONAGUA (2014) Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía Consejo de Cuenca Nazas Aguanaval, 1ª Versión. México. Versión digital recuperada de www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documento/Nazas-Aguanaval.pdf
- CONAGUA (2012) Programa Hídrico Regional. Visión 2030. Región Hidrológica Administrativa VII Cuencas Centrales del Norte. Semarnat, México.
- CENAPRED (2014). *Publicaciones/Riesgos Geológicos/Sismos*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2014, de <http://www.cenapred.gob.mx>
- CENAPRED. (2014). *Publicaciones/Riesgos geológicos/Tsunamis*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2014, de <http://www.cenapred.gob.mx>
- CENAPRED. (2014). *Publicaciones/Riesgos Geológicos/Volcanes*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2014, de <http://www.cenapred.gob.mx>
- DOF (2013) Reglas de operación para los programas de infraestructura hidroagrícola y de agua potable, alcantarillado y saneamiento a cargo de la Comisión Nacional del Agua, aplicables a partir de 2014, Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Desarrollos Hidráulicos de Cancún, Aguakan, & Protección Civil, Municipio de Benito Juárez. (2012). *Manual de procedimientos específicos del comité operativo de control de riesgos y crisis por huracán para 2012*. Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo.

- Foundation, A. W., & Association, J. W. (1993). *Instrumentation and Computer Integration of Water Utility Operations*. Denver, Colorado: AWWA/AWWARF.
- Hamann, C., & Suhr, L. (1980). Reliability and Redundancy: Dual Protection for Water Treatment Plants. *AWWA*, 4(72), 182.
- INEGI. (2010). *Banco de Información INEGI*. Recuperado el 30 de Julio de 2013, de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/bii-inegi/default.aspx>
- Pickett, M., Abu-Yaasin, O., & Laverty, G. (1991). Lessons Learned From the Loma Prieta Earthquake. *AWWA*, 11(83), 34-39.
- SEGOB, Banco Mundial (2012). FONDEN: El Fondo de Desastres Naturales de México: una reseña. Fondo de Desastres. México
- SEGOB (2014). Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México. Centro Nacional de Prevención de Desastres México
- Tryby, M., & Uber, J. (2001). Representative Water Quality Sampling in Water Distribution Systems. *Bridging the Gap: Meeting the World's Water and Environmental Resources Challenges*, In *Proceedings of the ASCE annual Conference on Water Resources Planning and Management, Section I, Chapter 3*.
- United Nations High Commissioner for Refugees. (1992). *Water manual for refugee situations*. Geneva, Switzerland: United Nations.
- United Nations High Commissioner for Refugees. (1999). *Handbook for emergencies* (2da ed.). Geneva.
- UNESCO (2011). Manual de gestión del riesgo de desastre para comunicadores sociales. Lima, Perú
- Wanser, B., & Adams, J. (2002). *Environmental health in emergencies and disasters: a practical guide*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- Páginas web:
<http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=4&n2=24&n3=24>
<http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=4&n2=48>
http://www.proteccioncivil.gob.mx/es/ProteccionCivil/Reconstruccion_FONDEN
<http://www.proteccioncivil.gob.mx/es/ProteccionCivil/>

ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1 Daños en la ciudad de México por terremoto en 1985	3
Ilustración 1.2 Regiones Sísmicas en México (Segob, 2014)	4
Ilustración 1.3 Fuerzas inducidas por sismo a la tubería (http://www.curiosidades.batanga.com)	5
Ilustración 1.4 Fuerzas inducidas un tanque superficial por acción del sismo	6
Ilustración 1.5 Daños por licuefacción del suelo (www.taringa.net)	6
Ilustración 1.6 Medición de la densificación del suelo (pavimentosestructurales.wordpress.com)	7
Ilustración 1.7 Falla de taludes por sismo	7
Ilustración 1.8 Tsunami en la costa norte de Japón (www.australiangeographic.com.au)	7
Ilustración 1.9 Riesgos asociados a huracanes	8
Ilustración 1.10 Daños causados por Huracanes	9
Ilustración 1.11 Daños causados por inundaciones en Tabasco (2011)	10
Ilustración 1.12 Incendios forestales en Jalisco y Quintana Roo	10
Ilustración 1.13 Erupción del Monte St. Helens (1980)	10
Ilustración 1.14 Afectación de sequía en zonas rurales (Cátedra UNESCO-IMTA, 2013)	12
Ilustración 1.15 Afectación de sequía en el ganado (Cátedra UNESCO-IMTA, 2013)	12
Ilustración 1.16 Rangos de intensidad de sequía hasta febrero de 2015 (Extraído de http://smn.cna.gob.mx)	14
Ilustración 1.17 Mapa de severidad de la sequía (Henández, <i>et.al.</i> , 1995)	14
Ilustración 1.18 Congelamiento del aparato medidor de agua en Tecate (codiceenlinea.com)	15
Ilustración 1.19 Contaminación accidental por derrame de sustancias	16
Ilustración 1.20 Incendio de oficinas	17
Ilustración 1.21 Daños por accidentes de construcción y de tránsito	18
Ilustración 1.22 Robo de micromedidores y manifestación en sistema de agua	19
Ilustración 2.1 Grieta alrededor de un pozo por licuación	29
Ilustración 2.2 Daño en tuberías	29
Ilustración 2.3 Daño en tanques por sismos	30
Ilustración 2.4 Daños estructurales a tanques de procesos	31
Ilustración 2.5 Daños a líneas de electricidad	32
Ilustración 2.6 Interrupción de comunicaciones	32
Ilustración 2.7 Interrupción del transporte	33
Ilustración 2.8 La demanda de agua en condiciones normales y de emergencia	42
Ilustración 2.9 Diagrama esquemático de la red de distribución para el ejemplo	44
Ilustración 2.10 Equipo de bombeo portátil (www.cpampa.com)	49
Ilustración 2.11 Membrana impermeable (www.membranaszapotlan.com)	50
Ilustración 2.12 Obra de toma emergente (yaguaru.wordpress.com)	50
Ilustración 2.13 Dispositivos de aislamiento (www.argentino.com.ar y www.venemil.net , respectivamente)	54
Ilustración 2.14 Cilindros de cloro restringidos (laingenieriadesdeotraperspectiva.blogspot.com y lanuevapreencionderiesgoslaborales.blogspot.com , respectivamente)	56

Ilustración 2.15 Soportes diseñados para mantener los productos químicos de laboratorio en el estante (www.logismarket.com.ar)	57
Ilustración 2.16 Ejemplo de refuerzo para tanque superficial (Adaptado de American Water Works Association, 2005)	58
Ilustración 2.17 Mitigación de riesgo para tuberías en cruce de falla (Adaptado de ASCE y JWWA, 1993)	60
Ilustración 3.1 Necesidades y evaluación de recursos: consideraciones generales para la planificación de un sistema de abastecimiento de agua de emergencia (United Nations High Commissioner for Refugees, 1999)	64
Ilustración 3.2 Tabla de acercamiento de la parte delantera del ciclón (Desarrollos Hidráulicos de Cancún, Aguakan, & Protección Civil, Municipio de Benito Juárez, 2012)	77
Ilustración 3.3 Tabla de alejamiento de la parte trasera del ciclón (Desarrollos Hidráulicos de Cancún, Aguakan, & Protección Civil, Municipio de Benito Juárez, 2012)	77
Ilustración 3.4 Nomenclatura y color, de acuerdo al nivel de riesgo (Desarrollos Hidráulicos de Cancún, Aguakan, & Protección Civil, Municipio de Benito Juárez, 2012)	78
Ilustración 3.5 Centros regionales de atención a emergencias, 2013 (CONAGUA, 2014 ²)	81
Ilustración 3.6 Escenario sismo-tectónico de la costa del Pacífico de México y su potencial para generación y recepción de tsunamis	86
Ilustración 3.7 Tríptico para prevención de huracanes (http://www.aguakan.com/nav/programas/Huracanes.html)	91
Ilustración 3.8 Plan de atención a la sequía (Conagua, 2013)	101
Ilustración 3.9 Metodología de los PMPMS (PRONACOSE, 2013)	102
Ilustración 3.10 Medidas de mitigación de sequías (Adaptado de Ministerio de Medio Ambiente, Duero, España. 2007)	104
Ilustración 3.11 Rol que desempeña el FOPREDEN en el Sistema Nacional de Protección Civil en México (Segob y Banco mundial, 2012)	118
Ilustración 4.1 Rol que desempeña los instrumentos del FONDEN en el Sistema Nacional de Protección Civil en México (Segob y Banco mundial, 2012)	123
Ilustración 4.2 Declaratoria de un desastre natural (Segob y Banco mundial, 2012)	124
Ilustración 4.3 Evaluación de los daños y solicitud de recursos con cargo al FONDEN (Segob y Banco mundial, 2012)	124
Ilustración 4.4 Autorización de recursos e implementación de las actividades de reconstrucción (Segob y Banco mundial, 2012)	124
Ilustración 4.5 Presentación de informes relativos a la ejecución de las actividades post desastre (Segob y Banco mundial, 2012)	125
Ilustración 4.6 Plantas potabilizadoras portátiles (http://www.porlospasillos.com.mx)	132
Ilustración 4.7 Distribución de agua potable a través de pipa (http://www.planetaazul.com.mx)	132

TABLAS

Tabla 1.1 Resumen de riesgos para un organismo operador hipotético	20
Tabla 2.1 Matriz de resumen de riesgo y los efectos sobre los componentes para una red de agua potable	34
Tabla 2.2 Matriz de resumen de riesgo y los efectos sobre los componentes para una red de alcantarillado sanitario	37
Tabla 2.3 Matriz de resumen de riesgo y los efectos sobre los componentes para una red de drenaje pluvial	38
Tabla 2.4 Necesidades de salud pública y el tiempo permitido	39
Tabla 2.5 Necesidades básicas de agua para asegurar la supervivencia en situaciones de emergencia	40
Tabla 3.1 Ejemplo de Informe de notificación de emergencia	69
Tabla 3.2 Ejemplo de informe de comunicación de emergencia	71
Tabla 3.3 Ejemplo de lista de soportes de contactos	72
Tabla 3.4 Formato de relación de clientes prioritarios	73
Tabla 3.5 Lista de usuarios prioritarios	74
Tabla 3.6 Ejemplo de notificación pública	75
Tabla 3.7 Semáforo de alerta volcánica	83
Tabla 3.8 Registro de evaluación de los daños de un desastre y evaluación de la respuesta.	93
Tabla 3.9 Integración de acciones en los PMPMS	103
Tabla 3.10 Estrategias y medidas preventivas y de mitigación relacionadas con la oferta para uso público urbano	109
Tabla 3.11 Ejemplo de notificación de situaciones de emergencia, por parte de los usuarios	116
Tabla 3.12 Ejemplo de Informe de notificación de emergencia	117
Tabla 3.13 Formato para catálogo de proyectos (CONAGUA, 2015)	119
Tabla 4.1 Principales tipos de Fenómenos Naturales Perturbadores que cubren los criterios de elegibilidad para recibir apoyo del FONDEN (Segob y Banco mundial, 2012)	122
Tabla 4.2 Instrumentos Financieros del FONDEN (Segob y Banco mundial, 2012)	122
Tabla 4.3 Resumen de apoyos de los programas federalizados con base en las Reglas de Operación vigentes a 2014 (CONAGUA, 2015)	127

