

Emergencias y desastres  
en sistemas de agua potable y saneamiento:  
Guía para una respuesta eficaz



Organización Panamericana de la Salud

Oficina Regional de la

Organización Mundial de la Salud



Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental

División de Ingeniería Sanitaria y Salud Ambiental  
en Emergencias y Desastres

Fotos de la cubierta: OPS/OMS

### **Biblioteca OPS - Catalogación en la fuente**

Organización Panamericana de la Salud  
Emergencias y desastres en sistemas de agua potable y saneamiento:  
guía para una respuesta eficaz  
Washington, D.C.: OPS, © 2001.

ISBN 92 75 32367 4

I – Título

II - Autor

1. PLANIFICACION EN DESASTRES

2. ALERTA EN DESASTRES

3. SANEAMIENTO EN DESASTRES

4. AGUA POTABLE

5. EMERGENCIAS EN DESASTRES

LC HV593.O68f 2001

© **Organización Panamericana de la Salud, 2001**

Una publicación del Programa de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastre de la OPS/OMS y la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS).

Las opiniones expresadas, recomendaciones formuladas y denominaciones empleadas en esta publicación no reflejan necesariamente los criterios ni la política de la OPS/OMS ni de sus estados miembros.

La Organización Panamericana de la Salud y la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental darán consideración favorable a las solicitudes de autorización para reproducir o traducir, total o parcialmente, esta publicación, siempre que no sea con fines de lucro. Las solicitudes pueden dirigirse al Programa de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastre, Organización Panamericana de la Salud, 525 Twenty-third Street, N.W., Washington, D.C. 20037, EUA; fax: (202) 775-4578; correo electrónico: [disaster@paho.org](mailto:disaster@paho.org) y a la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Rua Nicolau Gagliardi, 354, 05429 - 010 Sao Paulo SP - Brasil, Tel.: (55-11) 212-4080, fax: (55-11) 814-2441, [www.aidis.org.br](http://www.aidis.org.br)

La realización de esta publicación ha sido posible gracias al apoyo financiero de la División de Ayuda Humanitaria Internacional de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (IHA/CIDA), la Oficina de Asistencia al Exterior en Casos de Desastre de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (OFDA/AID) y el Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID).

# C o n t e n i d o

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	III
<b>PREFACIO</b>	IV
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b><i>CAPÍTULO 1</i></b>	
<b>CONSIDERACIONES GENERALES</b>	5
TIPOS DE AMENAZAS	5
CARACTERÍSTICAS DE LAS AMENAZAS	6
Terremotos	6
Erupciones Volcánicas	7
Deslizamientos	8
Huracanes	9
Inundaciones	10
Sequías	11
EVALUACIÓN DE LAS AMENAZAS	13
CICLO DE LOS DESASTRES	13
ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD, MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE MITIGACIÓN	15
Análisis de vulnerabilidad	15
Medidas de prevención y mitigación	18
<b>CAMINO HACIA LA MITIGACIÓN DE DESASTRES</b>	21
A. Formulación del Programa de prevención y atención de emergencias y desastres	21
B. Recopilación y evaluación de información	22
C. Análisis de vulnerabilidad de los sistemas y medidas de mitigación	24
D. Aplicación y evaluación del Programa	25
<b><i>CAPÍTULO 2</i></b>	
<b>PREPARATIVOS Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS Y DESASTRES</b>	27
ADMINISTRACIÓN PARA CASOS DE EMERGENCIAS Y DESASTRES	27
Directorio de la empresa	28
Comité central de emergencia	29



OFICINA O UNIDAD DE EMERGENCIAS Y DESASTRES	31
COMITÉ OPERATIVO DE EMERGENCIA	33
SALA DE SITUACIÓN	34
DECLARACIÓN DE ALERTAS Y EMERGENCIA	36
PLANES OPERATIVOS DE EMERGENCIA	41
Principios básicos	42
Desarrollo de un plan operativo de emergencia	42
Instrucciones para situaciones de emergencia y desastres	43
• Area financiera	47
• Area de bienes y servicios	47
• Comunicaciones	48
• Coordinación intersectorial y intrasectorial	50
• Participación comunitaria	51
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>EVALUACIÓN DE DAÑOS Y ANÁLISIS DE NECESIDADES</b>	53
TIPOS DE EVALUACIÓN	53
Evaluación preliminar	53
Evaluación general	54
TÉCNICAS DE RECOLECCION DE DATOS	54
Recolección de información	54
Manuales de instrucciones y formatos para la evaluación	55
ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	59
TOMA DE DECISIONES	60
ELABORACIÓN DE INFORMES	60
<b>ANEXO 1</b>	63
FORMULARIOS PARA LA EVALUACION DE DAÑOS	63
<b>GLOSARIO</b>	81
<b>BBLIOGRAFÍA</b>	83



# A g r a d e c i m i e n t o s

Esta publicación es el resultado del esfuerzo y la colaboración de expertos en saneamiento y servicios de agua potable que, en diversos países de América Latina y el Caribe, han tenido bajo su responsabilidad estas dotaciones durante y con posterioridad al impacto de desastres naturales.

Queremos agradecer de manera especial las valiosas aportaciones de:

Ing. Paulina Vicentela Fernández, Chile

Ing. María Otero Valle, Bolivia

Ing. Felipe Solsona, CEPIS, Perú

Ing. Fernando Ojeda Nolivos, Ecuador

Ing. Patricio Ruiz M., Ecuador

Ing. Martha Flores, Honduras

Ing. Miguel Omar Montoya, Honduras

Ing. Herbert Farrer C., Costa Rica

Ing. Germán Araya M., Costa Rica

Ing. Alexander Barón Ibáñez, Colombia

Sus acertados comentarios y críticas, fundamentados en una amplia experiencia personal e institucional durante situaciones de emergencia han contribuido a que la presente publicación sea una herramienta fundamental para que las entidades encargadas de los servicios de agua y saneamiento puedan planificar una respuesta ágil y eficaz ante problemas de similar naturaleza.

Así mismo, queremos manifestar un agradecimiento especial al Ing. Germán Araya Montezuma, autor de las primeras versiones de esta publicación.



# P r e f a c i o

El presente documento ha sido elaborado conjuntamente por la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS) y la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS), con la base documental del cuaderno técnico “Planificación para atender situaciones de emergencia en sistemas de agua potable y alcantarillado”, preparado en 1993 por el Ing. Herbert Farrer (Costa Rica) para el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).

Este trabajo es consecuencia de la inquietud común de AIDIS y OPS/OMS tras los últimos desastres que han afectado a América Latina y el Caribe, tales como los huracanes Georges (El Caribe 1998) y Mitch (Centroamérica 1998), el terremoto de Armenia en Colombia en 1999 y los deslizamientos en Venezuela (1999) y recientemente en los terremotos de El Salvador (2001), donde se evidenció que, si bien existían planes del sector de agua y saneamiento para atender situaciones de desastres, no habían sido elaborados basándose en las vulnerabilidades específicas de los sistemas de agua y saneamiento. La consecuencia fue una demora de varias semanas en la restauración de dichos servicios, e incluso en algunas de las ciudades afectadas los problemas persistieron por varios meses.

El libro tiene como propósito servir de manual de consulta para gerentes, administradores, planificadores y diseñadores, así como para personal de operación y mantenimiento de las instituciones del sector de agua y saneamiento, con el fin de agilizar la respuesta a situaciones de emergencia y como guía en la elaboración de los respectivos planes de preparativos para situaciones de emergencia y desastres, sobre todo teniendo en cuenta las amenazas y las vulnerabilidades existentes.

En consecuencia, el presente material es un complemento a la publicación “Mitigación de desastres naturales en sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario – Guías para el análisis de vulnerabilidad”, preparada en 1998 por OPS/OMS, donde se incluyen las herramientas básicas para que las instituciones del sector agua potable y saneamiento aborden, con una perspectiva integral, el tema de la mitigación de desastres.

Finalmente, se ha querido hacer notar en esta publicación que los preparativos para afrontar situaciones de desastres en los servicios de agua y saneamiento buscan planificar una adecuada respuesta para asegurar la calidad y continuidad de los servicios y, de esta manera, proteger y preservar la salud de la población afectada.



# I n t r o d u c c i ó n

Los sistemas de agua potable y saneamiento están expuestos a fenómenos naturales y antrópicos, es decir, producidos por el hombre, que en América Latina y el Caribe se presentan con mucha frecuencia. Terremotos, huracanes, inundaciones, deslizamientos, sequías, erupciones volcánicas, vandalismo, accidentes con materiales peligrosos, entre otros, son parte de la extensa gama de fenómenos que provocan muertos, heridos y un gran impacto en la economía de los países. En el siguiente cuadro se incluye un resumen de los daños ocasionados durante el período 1972- 1999.<sup>1</sup>

**Tabla 1**  
**Resumen de daños producidos por desastres (1972-1999)**  
**América Latina y El Caribe**

Fecha	Población afectada		Daños totales
	Muertos	Damnificados	Millones US\$ de 1998
1972-1980	38,042	4,229,260	8,523.0
1980-1990	33,638	5,442,500	17,821.0
1990-1999	36,320	2,414,485	23,755.0
Total	108,000	12,086,245	50,099.0

Por lo que se refiere a los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento, las consecuencias de todos estos desastres también fueron considerables.

A título de ejemplo, se apuntan algunos datos de lo ocurrido en República Dominicana como consecuencia del paso del huracán Georges, que azotó el Caribe en septiembre de 1998. Los sistemas de acueductos afectados fueron 214, 61% de un total de 352 existentes, y los daños causados alcanzaron un monto total (costos directos e indirectos) de 16.4 millones de US\$.<sup>2</sup>

En cuanto al huracán Mitch (octubre de 1998), que afectó a varios países de Centroamérica, se registraron los siguientes datos:

1 Impacto económico de los desastres. Conferencia Sr. Ricardo Zapata - Comisión Económica para América Latina y el Caribe, República Dominicana, septiembre 1999.

2 Crónica de Desastres. Huracanes Georges y Mitch. Organización Panamericana para la Salud, septiembre 1999.

**Tabla 2**  
**Resumen de daños ocasionados por el huracán Mitch (octubre 1998)**  
**Varios países de Centroamérica**

<b>País</b>	<b>Daños en sistemas de agua potable y saneamiento<sup>3</sup></b>	<b>Costo daños<sup>4</sup> Millones de US\$</b>
Honduras	>90% de población sin servicio (principios de noviembre) 40% a finales de noviembre	58
Nicaragua	32% de las obras hidráulicas dañadas	19.8
Guatemala	396 comunidades con sistemas dañados 20.000 letrinas destruidas	16.1
El Salvador	32% de las obras hídricas dañadas	2.4

Como nadie ignora, los sistemas de agua y saneamiento son de vital importancia para la salud y desarrollo de las poblaciones, por lo que es prioritario que los servicios se brinden en condiciones óptimas, ya que si éstos se deterioran pueden generarse problemas de salud que afectan a la mayoría de la población.

De esta manera, el interés primordial de las empresas de agua y saneamiento debe ser el mantenimiento de un servicio cualitativa y cuantitativamente acorde con las necesidades, de modo que las interrupciones en el abastecimiento de agua potable o en la recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas sean lo más breves posible.

Dado los efectos tan negativos que diferentes fenómenos pueden producir sobre los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento - tales como ruptura de las tuberías de aducción y distribución, la alta contaminación de manantiales o la afectación a plantas de tratamiento- los procesos de mitigación y prevención son de gran importancia. Además, se ha demostrado que siempre es más económico invertir en la prevención que el desembolso posterior a los desastres en tareas de rehabilitación. Así lo demuestra el Estudio de Caso: Terremoto del 22 de abril de 1991, Limón, Costa Rica<sup>5</sup>, en el que se concluyó que los costos de respuesta y rehabilitación ascendieron a los US\$ 9 millones. En cambio, si se hubiesen ejecutado las oportunas medidas de mitigación previamente al desastre, éstas hubiesen sido del orden de los US\$ 5 millones, sin contar con la innecesaria exposición de la población a correr riesgos sanitarios.

Aún reconociendo la imposibilidad de contar con sistemas que ofrezcan una seguridad del cien por ciento ante los desastres, es imprescindible que las empre-

3 Crónicas de desastres. Huracanes Georges y Mitch. OPS. Septiembre 1999

4 Daños totales (directos e indirectos), excepto Nicaragua, sólo costos directos

5 Estudio de Caso: Terremoto del 22 de abril de 1991 Limón. Costa Rica. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), OPS, Lima 1996. OPS/CEPIS/PUB/96.23

sas de este sector sean capaces de resolver, de la mejor manera y en el menor tiempo posible, las dificultades que se presenten durante y después del impacto de algunas de las amenazas indicadas.

Las experiencias vividas en el campo de las emergencias y desastres de la última década del siglo XX demuestran, de forma evidente, la necesidad de estar preparados para tales contingencias.

Las organizaciones e instituciones de agua y saneamiento se han venido transformando y modernizando, lo que debe ser aprovechado para que también incorporen en sus planes de gestión el problema de las emergencias y desastres.

Del mismo modo, los avances en el manejo de la información, a través de la disponibilidad de recursos tecnológicos, como los sistemas de información geográfica, deben ser incorporados a la temática de las emergencias y desastres, con el fin de disponer de la mejor información para una eficaz toma de decisiones.

La correcta planificación y el desarrollo organizativo apropiado, que responda con celeridad ante una situación de emergencia, debe ser una de las prioridades de toda empresa de servicios de agua y saneamiento, ya sea privada, gubernamental, municipal o mixta. Ello exige una total disposición, participación y apoyo de sus responsables que se traduzca en el destino de recursos materiales, humanos y logísticos para obtener un nivel apropiado en la respuesta..

Esta urgente planificación, por parte de los administradores de los sistemas de agua potable y saneamiento, es un tema que se viene abordando desde hace varios años. La presente guía para elaborar planes de emergencia y desastres pretende hacer énfasis en esta necesidad, sin descuidar los temas de análisis de vulnerabilidad y los programas de prevención y mitigación, que constituyen el material previo para la elaboración de los planes de emergencias y desastres en dichos sistemas.

Esta Guía puede ser utilizada para mejorar la forma de organización de la empresa y para orientarla en su respuesta ante cualquier situación que tuviera que afrontar. Sin embargo, es importante que se generen las acciones pertinentes que garanticen que los esfuerzos tendrán permanencia en el tiempo, y, más aún, serán reforzados con el conocimiento y participación de un número apreciable de técnicos y profesionales de la misma empresa.



# Capítulo 1

## Consideraciones Generales

Los desastres, mayoritariamente, tienen su origen en fenómenos naturales, si bien muchas de sus consecuencias deben ser atribuidas a la actividad o pasividad del hombre.

Para controlar o minimizar las amenazas es imprescindible conocer las características de los fenómenos naturales y cómo se manifiestan en nuestro ambiente. El buen manejo y estudio de las amenazas permite también desarrollar los programas de planificación de operaciones, capacitación, entrenamiento y acciones de simulación.

Estas acciones, en las que se profundizará más adelante, tienen varias etapas:

1. Conocer, analizar y evaluar la presencia de fenómenos naturales y su efecto sobre los bienes y sobre la infraestructura en el área de estudio, según la vulnerabilidad asociada a tales fenómenos.
2. Obtener una estimación del impacto potencial de los fenómenos naturales en las actividades cotidianas y de desarrollo, así como en los componentes de los sistemas de agua y saneamiento.
3. Incluir medidas para reducir la vulnerabilidad y mitigar los efectos de los fenómenos.
4. Programar las operaciones de emergencia.

### T i p o s   d e   a m e n a z a s

De acuerdo a su origen, las amenazas pueden ser de dos tipos:

- a) Las que provienen de sucesos naturales, es decir, las procedentes de fenómenos físicos originados por la naturaleza y sus elementos.
- b) Las provocadas por la actividad humana.

Esta clasificación tiene algunas dificultades al tratar de aplicarla en toda su extensión, ya que en muchas ocasiones se encuentra una interacción entre los fenómenos naturales y la acción humana. Por ejemplo, un deslizamiento puede ser provocado por la erosión, por fallas en la canalización de aguas, por asentamientos en zonas inestables, etc.

Otro criterio para la clasificación de las amenazas es tomando como referencia su forma de aparición:

- a) Comienzo súbito o repentino, como el caso de los terremotos.
- b) Comienzo lento, como las sequías.

Los diferentes tipos de amenazas se plantean como eventos que pueden tener efectos adversos y que, potencialmente, pueden convertirse en emergencia o llegar al extremo de desastre; sin embargo, es común encontrarse las clasificaciones descritas anteriormente aplicadas a los desastres.

# Características de las amenazas

A manera de resumen, se presentan seguidamente algunas amenazas de origen natural.

## Terremotos

Los movimientos de la corteza terrestre, principal origen de los terremotos, generan deformaciones en las rocas del interior de la tierra y acumulan energía que es liberada súbitamente en forma de ondas que sacuden la superficie.

Representan una de las más serias amenazas, debido a su gran potencial destructivo, su amplia zona de afectación y, además, a la imposibilidad de poder pronosticar su aparición.

Los principales efectos de un terremoto, dependiendo de su magnitud, son:

- Fallas en rocas y en el subsuelo.
- Hundimientos de la superficie del terreno
- Derrumbes, deslizamientos de tierra y avalanchas de lodo.
- Licuación o licuefacción.

Los terremotos son calificados por su magnitud y por su intensidad. La magnitud sísmica se refiere a la energía liberada, que suele medirse por la escala logarítmica de Richter (Ms.) La intensidad de los sismos se mide según el grado de destrucción que produce y se utiliza, normalmente, la escala modificada de Mercalli, que va de I (intensidad detectada por instrumentos muy sensibles) hasta XII (daño total).

La importancia y características de los daños están relacionadas con la magnitud del terremoto y la extensión geográfica, el diseño antisísmico de las obras y su calidad constructiva, así como con la calidad del terreno donde se sitúan las obras.

Un sismo tiene una magnitud determinada, pero tiene varias intensidades, dependiendo de la ubicación con respecto al epicentro las características propias de la geomorfología del lugar, así como de los materiales empleados en la infraestructura.

Entre las consecuencias que los sismos pueden tener sobre los sistemas de agua potable y alcantarillado, destacan:

- Destrucción total o parcial de las estructuras de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución.
- Roturas de tuberías de conducción y distribución, daños en las uniones entre tuberías o con tanques, con la consiguiente pérdida de agua.
- Interrupción del fluido eléctrico, de las comunicaciones y vías de acceso.
- Modificación de la calidad del agua cruda debido a deslizamientos.

- Variación (disminución) de caudal de las captaciones subterráneas y superficiales.
- Cambio de sitio de salida de aguas de manantiales y/o cambio de nivel de capa freática.
- Daños por inundación costa adentro por impacto de tsunamis.
- Introducción de agua marina en acuíferos costeros.

## Erupciones Volcánicas

Las erupciones son el paso de material (magma), cenizas y gases del interior de la tierra a la superficie. El volumen y magnitud de la erupción variará dependiendo de la cantidad de gas, viscosidad del magma y la permeabilidad de los ductos y chimeneas. La frecuencia de estos fenómenos es muy variable, ya que algunos volcanes tienen erupciones continuas mientras que en otros transcurren miles de años de intervalo.

Existen dos clases de erupciones que originan las amenazas volcánicas:

- *Erupciones explosivas*: Se producen por la rápida disolución y expansión del gas que desprende las rocas fundidas cuando éstas se aproximan a la superficie.
- *Erupciones efusivas*: El flujo de materiales, y no las explosiones en sí, constituyen la mayor amenaza. Los flujos varían en naturaleza (fangos, cenizas o lava) y cantidad.

Una erupción volcánica es susceptible de generar diferentes desastres, ligados entre sí, que pueden provocar consecuencias mayores que las mismas erupciones. Entre éstos podemos mencionar:

- Efectos sísmicos provocados por acción volcánica.
- Inundaciones y deslizamientos de nieve, tierra o lodo, producidos por el calentamiento del terreno y por las vibraciones locales.
- La erupción propiamente, que puede tener cenizas, polvo o gases, rocas o piedras y lava.

Los principales efectos de las erupciones volcánicas en sistemas de agua potable y saneamiento son los siguientes:

- Destrucción total de las instalaciones en las áreas de influencia directa de los flujos, generalmente restringidas al cauce de los drenajes que nacen en el volcán.
- Obstrucción por las cenizas en obras de captación, desarenadores, tuberías de conducción, floculadores, sedimentadores y filtros.
- Modificación de la calidad del agua en captaciones superficiales y en reservorios abiertos por caída de cenizas.
- Contaminación de ríos, quebradas y pozos en zonas de deposición de lahares.
- Destrucción de caminos de acceso a los componentes y líneas de transmisión de energía eléctrica y comunicación.
- Incendios.
- Falla de estructuras civiles por acumulación de cenizas.

## Deslizamientos

Los deslizamientos se producen como resultado de cambios súbitos o graduales en la composición, estructura, hidrología o vegetación en un terreno en declive o pendiente.

En muchos casos están íntimamente ligados a amenazas primarias, como el caso de un terremoto, o por saturación de aguas producto de un huracán o lluvias intensas. Así mismo, en zonas urbanas se asocian a la acción del hombre, como por ejemplo la dotación del servicio de agua potable en comunidades ubicadas en zonas de pendientes y suelos inestables, que puede provocar un deslizamiento como consecuencia del exceso de humedad debido a fugas en los sistemas. El caso es crítico cuando se suministra agua potable sin dotar, al mismo tiempo, de los respectivos servicios de alcantarillado.



*Deslizamiento en tanque de almacenamiento*

*J. Grases, 1998*

La magnitud del impacto de los deslizamientos depende del volumen de masa en movimiento y su velocidad, así como de la extensión de la zona inestable y de la disgregación de la masa en movimiento.

Los deslizamientos van acompañados generalmente por signos precursores, tales como grietas y ondulaciones del terreno.

Las afectaciones más comunes se presentan en:

- Carreteras con cortes del terreno y zonas de alta pendiente
- Alteración en el flujo normal de las corrientes de agua superficial (ríos y quebradas), presentándose represamientos (acumulación de agua) que en una ruptura abrupta pueden provocar el desplazamiento de grandes volúmenes de agua o lodo.
- Hundimientos y desplazamientos de terrenos, con afectaciones a estructuras como viviendas, escuelas, carreteras, etc.

Los efectos que son de prever como consecuencia de deslizamientos en zonas donde se encuentran ubicados los componentes de los sistemas de agua potable y alcantarillado son:

- Cambios en las características físico/químicas del agua cruda que dificultan su tratamiento.
- Destrucción total o parcial de todas las obras, en especial las de captación y conducción ubicadas sobre o en la trayectoria de deslizamientos activos.
- Contaminación del agua en las áreas de captación superficial de zonas montañosas.

- Impactos indirectos debido a la suspensión de caminos, servicio eléctrico y comunicaciones.
- Taponamiento de los sistemas de alcantarillado por acumulación de lodo y piedras.

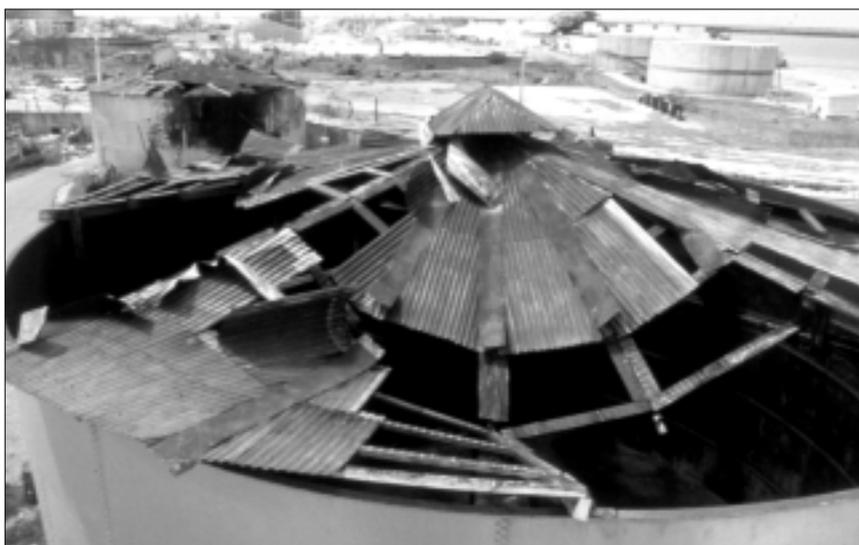
## Huracanes

Según sea la velocidad del viento, estos fenómenos naturales se denominan depresiones tropicales (hasta 63 Km/h y acompañado por cambios de presión atmosférica), tormentas tropicales (cuando el viento es de 64 a 119 Km/h y acompañado de aguaceros intensos) o huracanes (cuando el viento alcanza una velocidad superior a 120 Km/h y va acompañado por fuertes lluvias e importantes diferencias de presión atmosférica).

El huracán se origina al interaccionar el aire caliente y húmedo que viene del océano con el aire frío; estas corrientes giran y se trasladan a una velocidad entre 10 y 50 Km./h con una trayectoria totalmente errática. Sin embargo, actualmente se manejan algunos modelos que permiten definir una posible trayectoria, que da una idea básica y que se va ajustando conforme avanza el evento.

Los huracanes pueden provocar daños en:

- Líneas de tendido eléctrico, incluso la falla de postes y torres de alta tensión, como consecuencia de los fuertes vientos ligados a los mismos.
- Infraestructura aledaña a cursos de agua.
- Daños en viviendas por efecto de los fuertes vientos, sobre todo en zonas costeras.
- Incremento en la precipitación, que puede dar lugar a inundaciones totales en ciudades.



*Pérdida de techo en estanque de almacenamiento debido a huracán*

*OPS/OMS*

En general, los daños en los sistemas de agua y saneamiento debido a este tipo de fenómenos son los siguientes:

- Daños parciales o totales en las instalaciones, puestos de mando y edificaciones, tales como rotura de vidrios, techos, inundaciones, etc.
- Roturas de tuberías debido a torrentes en pasos expuestos, tales como ríos y quebradas.
- Roturas y desacoples de tuberías en zonas montañosas, debido a deslizamientos y torrentes de agua.
- Roturas y daños en tapas de tanques y reservorios.
- Daños en sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica.

## Inundaciones

Las inundaciones se presentan como resultado de lluvia excesiva o del crecimiento anormal del nivel del mar, así como por la rotura de presas y diques.



*Daños provocados en protecciones de puente para paso de tubería de línea de conducción Oroquieta, Costa Rica, octubre 1999. Concreto desplazado: peso 500 toneladas.*

*A. Rodríguez*

Cada vez es más frecuente observar inundaciones ocasionadas por la intervención del hombre, como consecuencia de la degradación del medio ambiente, la deforestación y el inadecuado uso de la tierra. Por otra parte, existen inundaciones propias de las condiciones de las cuencas debido a su geomorfología, climatología, etc.

La magnitud de los efectos que podemos encontrar producidos por las inundaciones está relacionada con el nivel que alcanzan las aguas, su velocidad y el

área geográfica que cubra. Otros factores de importancia son la calidad del diseño de las obras y la calidad del terreno donde éstas se ubican.

Los daños que habitualmente originan las inundaciones son:

- Afectación de viviendas situadas en las proximidades del cauce de los ríos.
- Inundaciones de áreas, que pueden llegar a ser ciudades o poblaciones completas, construidas en zonas de baja pendiente, con la alteración de la actividad económica y de servicios.
- Zonas anegadas, con baja pendiente, en las que normalmente se prolonga la situación al generarse áreas propicias para vectores transmisores de enfermedades.

En resumen, los principales efectos de las inundaciones en los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento son:

- Destrucción total o parcial de captaciones localizadas en ríos y quebradas.
- Daños en estaciones de bombeo cercanas a cauces.
- Azolve y colmatación de componentes por arrastre de sedimentos.
- Pérdida de captación por cambio de cauce del afluente.
- Rotura de tuberías expuestas en pasos de ríos y quebradas.
- Contaminación del agua en las cuencas.
- Suspensión de energía eléctrica, corte de caminos y comunicaciones.
- Introducción de agua marina en los acuíferos continentales, lo que implica la disminución de agua subterránea o su contaminación.

## Sequías

Son períodos secos prolongados en ciclos climáticos naturales, originados por un conjunto complejo de elementos hidrometeorológicos que actúan en el suelo y en la atmósfera.

La sequía no se inicia necesariamente cuando deja de llover, puesto que en ese caso podría disponerse de agua almacenada en presas o en el subsuelo para mantener el balance hídrico durante algún tiempo.

En general, entre los efectos de la sequía se pueden citar:

- Disminución de la lluvia, con la consiguiente reducción de aguas superficiales en los cursos y el riesgo de pérdidas para la agricultura y ganadería que esto conlleva.
- Alteración de la fauna en las zonas influidas por los cursos de agua afectados.
- Alteraciones en el nivel de vida de poblaciones, consecuencia del perjuicio sufrido en su actividad económica.

Los efectos posibles en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado son:

- Pérdida o disminución de caudal de agua superficial o subterránea.
- Disminución de los niveles de agua en las zonas de captación.
- Necesidad de suministro de agua mediante camiones cisterna, con la consiguiente pérdida de calidad y aumento de costos.
- Abandono del sistema.
- Acumulación de materia sólida en los sistemas de alcantarillado.

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los efectos que estos eventos adversos o amenazas pueden tener sobre los sistemas de agua potable y agua residual. Se incluye, así mismo, una clasificación del posible grado de afectación.

**Tabla 3**

**Matriz de los efectos e intensidades provocados por los eventos adversos.**

Efectos sobre los sistemas de agua potable y agua residual	Terremoto	Erupción Volcánica	Deslizamiento	Huracán	Inundación	Sequía
Fallos estructurales en la infraestructura de los sistemas	●	○	●	●	●	○
Ruptura de tuberías	●	○	●	◐	●	○
Obstrucciones en captaciones, desarenadores, plantas de tratamiento y tuberías de conducción.	○	●	◐	◐	●	○
Contaminación biológica y química de las aguas para abastecimiento	◐	●	○	●	●	○
Reducción cuantitativa de la producción de las fuentes de agua para abastecimiento	◐	◐	○	○	○	●
Interrupción del servicio eléctrico, comunicación y vías de acceso	●	○	◐	●	◐	◐
Escasez de personal	●	◐	◐	◐	◐	○
Escasez de equipo, repuestos y materiales	●	○	◐	●	●	○

**Simbología:** ● Afectación alta    ◐ Afectación moderada    ○ Afectación mínima

## Evaluación de las amenazas

Como se verá más adelante, uno de los pasos del análisis de vulnerabilidad consiste en identificar y evaluar las amenazas que inciden sobre el área donde se ubica la empresa, para lo que es necesario hacer un estudio de los registros históricos de la región y realizar informes sobre los daños que ha sufrido cada sistema.

Si la evaluación presenta un índice alto de riesgo -como puede ser la posibilidad de que se produzca un sismo de gran magnitud- es recomendable la contratación de especialistas para llevar a cabo un análisis de riesgo sísmico de las estructuras del sistema. En todo caso, siempre será de gran ayuda contar con los planes de amenazas que puedan proporcionar las instituciones pertinentes.

La evaluación de las amenazas se realiza para cada una de ellas y considerando la frecuencia, intensidad, área de impacto y potenciales daños. La prioridad de intervención se aplicará sobre aquéllas que incidan en mayor medida sobre la empresa, sus estructuras físicas y servicios.

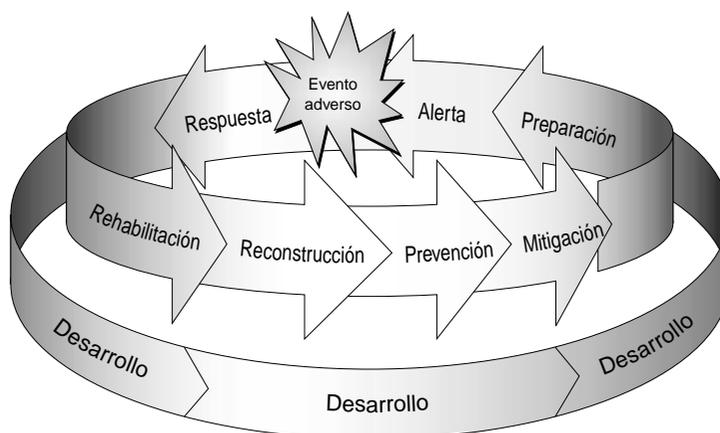
Es probable que una amenaza no tenga repercusiones sobre los sistemas de la empresa. Sin embargo, puede afectar al entorno de ésta, como la población (que incluirá lógicamente a muchos de sus empleados), a otras empresas o instituciones que brindan servicios (por ejemplo, la empresa de energía eléctrica o comunicaciones). Así mismo, podrán existir algunas amenazas que tengan repercusiones sobre algunos componentes del sistema, sin que la población a la que se sirve se vea afectada.

## Ciclo de los desastres

El ciclo de los desastres incluye diferentes etapas que se abordarán más adelante. Sin embargo, para facilitar la comprensión, pueden resumirse en tres fases o períodos:

- **Antes**, cuando se tiene un período de calma o alerta, según el evento adverso que se esté analizando.
- **Durante**, etapa que puede durar lapsos de tiempo muy cortos o muy prolongados, en función de las características de impacto del fenómeno.
- **Después**, período en el cual se realizan actividades para recuperarse de las consecuencias del desastre, que pueden ser a corto, medio o largo plazo.

Debido a que es difícil identificar el inicio y el fin de cada una de estas fases, es preferible hablar de las diferentes etapas del ciclo de los desastres, etapas que se presentan en el siguiente esquema:



La planificación de operaciones de emergencia –fase también llamada de **preparativos**– consiste en diseñar una serie de actividades que, ejecutadas debidamente, permitirán prepararse con anterioridad al impacto y dar una respuesta rápida durante el desastre. Es importante identificar las actividades que se deben realizar durante el ciclo de los desastres, sobre todo las correspondientes a la fase anterior y las acciones de respuesta, muy especialmente las de operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

En el proceso de planificación para situaciones de emergencia y desastre, el período anterior al impacto de un evento adverso es el más importante. Es en este momento cuando se puede prever el comportamiento de la empresa y de los componentes físicos de los sistemas de agua potable y saneamiento.

Básicamente comprende tres etapas:

- Prevención
- Mitigación
- Preparación

Una vez ocurrido el desastre se inician las actividades de **respuesta**, que comprenden búsqueda, rescate, socorro y asistencia a personas. Las empresas administradoras de los servicios de agua y saneamiento deben responder de forma ágil - según lo diseñado en el plan de emergencia- así como tratar de mantener la mayor cantidad de agua en los tanques de almacenamiento, hasta tanto se sepa con seguridad la situación real de los sistemas.

Las etapas a desarrollar después de ocurrido el desastre son las siguientes:

- Respuesta
- Rehabilitación
- Reconstrucción

Las acciones de rehabilitación en los sistemas de agua y saneamiento son de vital importancia, ya que al restablecer estos servicios en el menor tiempo posible se puede garantizar, en buena medida, la salud de la población.

Por otra parte, en la reconstrucción es fundamental que la empresa asuma la responsabilidad de incluir las medidas de prevención y mitigación en las nuevas obras, con el fin de evitar las mismas debilidades que tenían los sistemas anteriormente.

## Análisis de vulnerabilidad, medidas de prevención y de mitigación

En el análisis de vulnerabilidad se estudiará el riesgo de daño físico, operativo o administrativo que corren los distintos componentes del sistema de agua potable y saneamiento frente a cada una de las amenazas potenciales de la región en estudio. Los resultados obtenidos indicarán aquellas amenazas a las que todos los componentes del sistema estén expuestos, así como las que solamente puedan afectar a una parte.

Tras realizar este análisis se contará con la información necesaria para generar acciones concretas a través de los programas de prevención y mitigación, que permitirán reducir los posibles daños en los sistemas. Si hubiese algún elemento que no pudiera ser intervenido para reducir su vulnerabilidad, sería necesario que esta contingencia quedase reflejada en el plan de emergencia. Sin embargo, como existe un período para llevar a cabo las acciones de prevención y mitigación, el plan de emergencia debe tomar en consideración la situación real, incluso aquellas que estén en proceso de reforzamiento.

### Análisis de vulnerabilidad

Como hemos señalado, es el punto de partida para reducir eficazmente el impacto de los desastres a través de los programas de prevención y mitigación, así como para la elaboración de los planes de emergencia. Para su aplicación, se exponen seguidamente algunas pautas.<sup>6</sup>

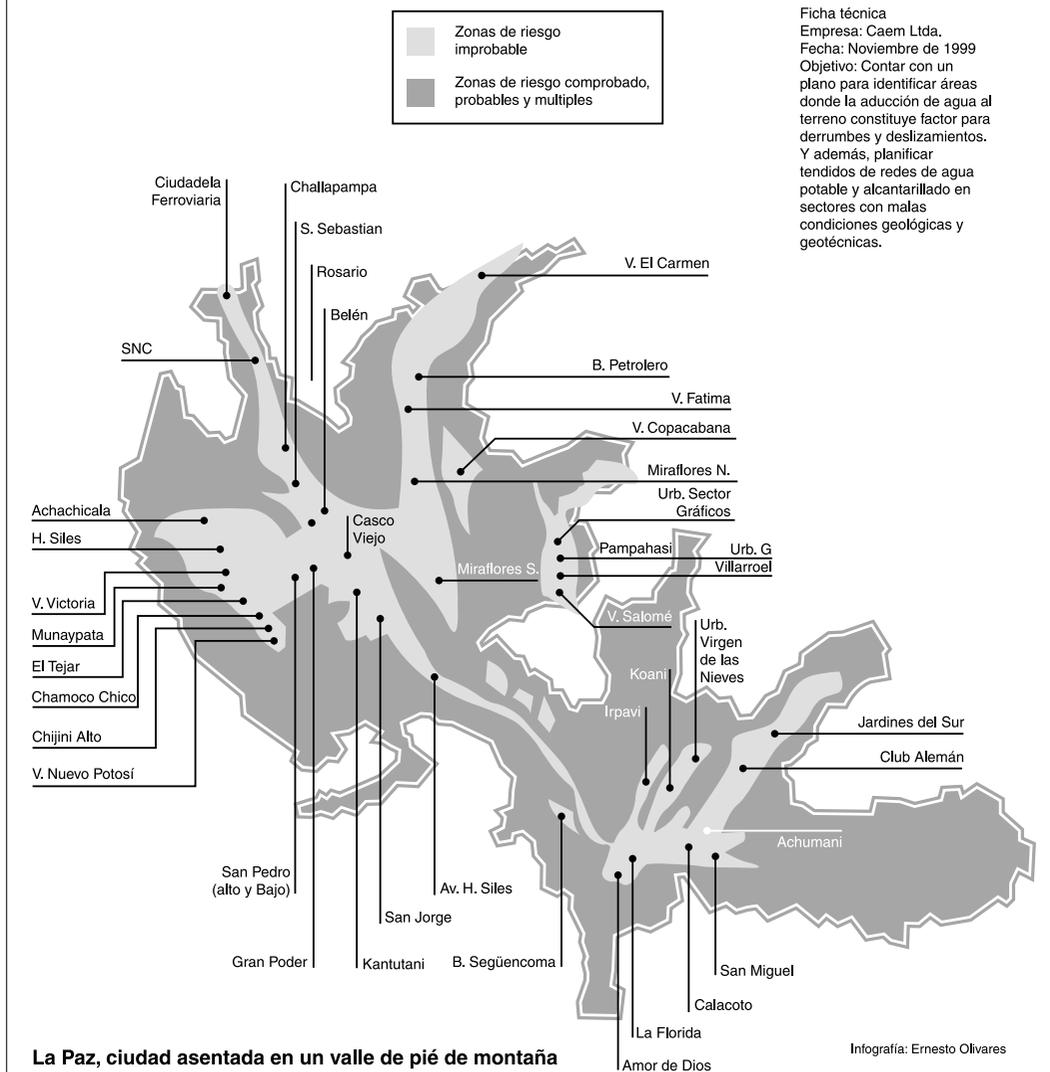
La metodología empleada para el análisis de vulnerabilidad se basa en la utilización de información actualizada y fiable. La preparación de planos, métodos operativos y datos sobre los componentes de los sistemas constituye uno de los primeros pasos. Deben considerarse, además, los detalles relativos a cada una de las potenciales amenazas para la región en estudio.

Este primer paso permite verter la información sobre mapas donde las amenazas estén claramente identificadas y con sus zonas de posibles afectaciones.

El análisis de vulnerabilidad física de los componentes del sistema permitirá obtener los planos de vulnerabilidad, en los cuales se tendrán identificados los componentes más vulnerables y críticos. Para su elaboración se debe contar con

<sup>6</sup> Para mayor información consulte la publicación: Mitigación de desastres naturales en sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario: Guías para el análisis de vulnerabilidad. Organización Panamericana de la Salud (OPS-OMS)1998.

## Mapa de Riesgo de La Paz



Ficha técnica  
 Empresa: Caem Ltda.  
 Fecha: Noviembre de 1999  
 Objetivo: Contar con un plano para identificar áreas donde la aducción de agua al terreno constituye factor para derrumbes y deslizamientos. Y además, planificar tendidos de redes de agua potable y alcantarillado en sectores con malas condiciones geológicas y geotécnicas.

**1952** El ingeniero Ernest Drobovolny hizo los primeros estudios geológicos sobre el valle de La Paz. Gracias a ese trabajo se conocen dos grandes deslizamientos registrados durante la colonia y que afectaron a los barrios de Tembladerani y Santa Barbara.

**1952** Hubo un deslizamiento en la calle Capitán Ravelo y frecuentes mazamoras en las quebradas de Cotahuma y Pokeni. En esa época, la expansión urbana conquistó las laderas llegando a ocupar áreas peligrosas.

**1990 - 2000**  
 En la última década, se han registrado varios casos como Callapa, Tejar, Alto Tacoma, Cotahuma, IV Centenario, Kupini, Alto Següencoma, Alto Tacagua, Valle de las Flores y ahora recientemente Ventilla I. Hubo otros deslizamientos menores, que no dejan de ser importantes, porque afectaron viviendas, vías y hasta la propia infraestructura de servicios.

Mapa de riesgos elaborado por la empresa Aguas del Illimani, La Paz - Bolivia, 2000.

el concurso del personal de mayor experiencia y conocimiento técnico de la empresa o consultores externos, privados o de universidades.

Cuando se superponen los planos del sistema con los componentes identificados como más vulnerables y los mapas de amenazas se obtiene el plano de riesgo del sistema para cada una de las amenazas identificadas.

Además de lo expuesto, es habitual y aconsejable disponer de mapas de amenazas elaborados por instituciones como universidades, defensa civil, comisión nacional de emergencia y profesionales especialistas en cada campo.

A continuación se resumen los pasos para llevar adelante el análisis de vulnerabilidad. Aunque se hace referencia al abastecimiento de agua potable, es aplicable de igual manera al alcantarillado sanitario:

1. Identificación de la organización nacional y regional, así como de la normativa legal vigente sobre emergencias y desastres.
2. Descripción de la zona en estudio: ubicación, clima, estructura urbana, salud pública y saneamiento, datos geológicos, geomorfológicos y topográficos, desarrollo socioeconómico, etc..
3. Identificación y descripción de los elementos de cada componente del sistema.
4. Identificación y descripción funcional del sistema (caudales, niveles, presiones y calidad del servicio).
5. Identificación de los aspectos operativos del sistema (capacidad de los componentes, demanda, déficit o superávit).
6. Identificación y descripción de los aspectos administrativos y capacidad de respuesta de la empresa en el sistema en estudio.
7. Determinación de parámetros y evaluación de las amenazas, considerando su impacto sobre el sistema.
8. Estimación de la vulnerabilidad a partir de la identificación y determinación de los posibles efectos del impacto de la amenaza sobre los componentes del sistema.
9. Cuantificación de la capacidad útil remanente de cada componente y subsistema para operar en determinada condición, considerando cantidad, calidad y continuidad (vulnerabilidad operativa).
10. Identificación de los componentes críticos y vulnerables del sistema, responsables de que éste no tenga capacidad para atender la demanda mínima y los lugares de abastecimiento considerados prioritarios (vulnerabilidad física).
11. Estimación de la capacidad organizativa de respuesta (vulnerabilidad organizativa).
12. Determinación de medidas de mitigación, preparación y emergencia para revertir el impacto de la amenaza sobre los componentes del sistema; tanto en aspectos administrativos y operativos como físicos.

13. Determinación de la demanda mínima de la población de los lugares considerados prioritarios para el abastecimiento, durante y después del impacto de la amenaza.
14. Preparación del informe final y los planos de vulnerabilidad. El primero se puede hacer de forma conjunta para las diferentes amenazas que se considere tengan impacto sobre el área del sistema.
15. Elaboración del Plan de emergencia y de los Programas de prevención y mitigación.

Para cada una de las amenazas, deben repetirse los pasos 7 a 13.

La vulnerabilidad de un sistema de agua potable o alcantarillado sanitario se analiza desde tres puntos de vista:

- Física: estimación de daños posibles en los componentes de la infraestructura.
- Operativa: valoración de la capacidad remanente para prestar el servicio de agua potable y/o alcantarillado, que incluye el cálculo del tiempo en el cual el sistema será rehabilitado.
- Organizativa: análisis que permite determinar la capacidad institucional y empresarial de respuesta, asociada a organización, experiencia y recursos en general.

En algunos casos puede ser necesario considerar aspectos culturales y socioeconómicos de la comunidad a la cual se prestan los servicios, ya que el mal uso de los sistemas contribuye a su vulnerabilidad.

Cada análisis de vulnerabilidad se asocia a una determinada amenaza y de esto se determinan las estructuras y equipos susceptibles de sufrir daños en forma directa (por ejemplo, la inundación de una estación de bombeo) o indirecta (como fallos en el fluido eléctrico).

Deben analizarse tanto los componentes internos de la empresa que prestan soporte a las actividades de operación y mantenimiento (por ejemplo, el transporte, las comunicaciones y el suministro de materiales) como los componentes externos (suministro eléctrico, teléfonos, bomberos, etc.)

La organización de la empresa o institución es muchas veces el elemento más vulnerable al impacto de las amenazas, dada la poca preparación y capacitación existente para atender situaciones de emergencia. A ello se suma la imposibilidad de responder rápidamente después de un desastre, debido a impedimentos para contratación y para realizar compras directas.

Dentro de la organización, las actividades de operación y mantenimiento son las más importantes durante la emergencia, pues se deberá trabajar a un ritmo anormal, recargado y bajo presión.

Por último, cabe añadir que para sistematizar la información fundamental que permita una estimación cualitativa de la vulnerabilidad partiendo de los datos e información mencionada anteriormente (tanto de amenazas como del sistema en análisis), se puede hacer uso de cuadros o matrices, con el fin de sistematizar información, tal como tiempos de rehabilitación, capacidad remanente inmediata y se valora el impacto en el servicio para cada uno de los potenciales desastres en la zona en estudio.<sup>7</sup>

## Medidas de prevención y mitigación

Una correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación requiere absoluta decisión política y empresarial, que brinde el apoyo en el ámbito de la planificación para atender situaciones de emergencia. Por tanto, no se podrán reducir los efectos de una amenaza sin la asignación de recursos. Debe tenerse en cuenta que con una asignación modesta, pero continua, es factible obtener grandes resultados.

La determinación de las medidas de mitigación, tras una estimación de la vulnerabilidad, permite programar las acciones previas para reducir los efectos de la amenaza sobre el sistema. Basándose en dichas medidas se formulan las operaciones de emergencia, la realización de convenios y acuerdos con otras instituciones, la preparación de cursos de capacitación, la asignación de recursos materiales y la identificación de proyectos de reforzamiento de los componentes del sistema.



*Medida de mitigación, paso elevado de mayor seguridad. Fenómeno El Niño, Ecuador 1998*

*C. Osorio, 1998*

Las actividades de operación y mantenimiento representan una excelente oportunidad de incorporar en las actuaciones cotidianas las medidas de mitigación.

Por otra parte, para un eficiente manejo de recursos se requiere de una buena administración, basada en el desarrollo del grado de formación del personal, sobre todo si se van a emplear nuevas técnicas y equipos. La capacitación y entrenamiento deben estar dirigidos a todos los niveles de la empresa, con el fin de maximizar el uso de los recursos.

<sup>7</sup> Mitigación de desastres naturales en sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario. Guía para el análisis de vulnerabilidad. OPS-OMS. 1998.



*Las obras de prevención reducen la vulnerabilidad de los sistemas. Tubería expuesta, Ecuador*

*A. Rodríguez, 1998*

Una de las grandes limitaciones que tienen las empresas para actuar en este ámbito son las leyes, por lo que será necesario contar con un marco legal consecuente que permita y propicie la aplicación de medidas preventivas. En este mismo sentido, deberá cumplirse con las normas técnicas -tanto en el ámbito de estudios y diseños como en la construcción- de manera que se pueda garantizar la seguridad de los sistemas ante los desastres.

La ejecución de un programa de prevención en las empresas administradoras de los servicios de agua potable y alcantarillado obtendrá un mayor efecto si se tienen en cuenta los siguientes factores:

- La oportunidad para la aplicación de las medidas preventivas, considerando los mayores desastres y la disponibilidad de información adecuada a corto plazo.
- La aplicación integrada de las medidas en un solo Programa que contenga diferentes niveles de ejecución en función de los recursos existentes.
- La localización de las áreas clave donde la aplicación de las medidas preventivas sea más necesaria y, por tanto, prioritaria.
- La administración adecuada de las medidas que garanticen la asignación de recursos y la aplicación oportuna de las mismas.
- La introducción de todas las medidas preventivas en la actividad cotidiana de la empresa.

Algunas medidas comprenden actuaciones de índole física y normativa, y son las que generan un mayor uso de recursos económicos, tales como el mejoramiento de la infraestructura existente, nuevas obras, códigos de diseño y construcción.

La implantación y desarrollo de una cultura de prevención y mitigación en el interior de la empresa permitirá que la adopción de medidas de mejoramiento de las estructuras potencialmente vulnerables se ejecute en forma progresiva y planificada, tanto en periodos de calma como de alerta.

Por otro lado, existen otras medidas –sobre todo preventivas- que comprenden la organización institucional para atender situaciones de emergencia (incluida la formulación de un plan de emergencia), el mantenimiento preventivo, la capacitación profesional en nuevos métodos operativos y la realización de convenios con otras entidades. Estas medidas, normalmente, no requieren mayores inversiones para su aplicación.

Mientras se implementan las medidas de prevención y mitigación, deberán ser incorporados los componentes identificados como vulnerables, dentro del plan de emergencia, con el fin de que la organización o empresa tenga claro cómo responder ante la emergencia o desastre.

## Camino hacia la mitigación de desastres

Un programa de acción permite a la empresa orientar sus actividades para iniciar la planificación ante emergencias y desastres de forma tal que pueda organizarse y designar los responsables de llevar adelante tal cometido.

Conforme se advierte en este documento, para atender las situaciones de emergencia en los sistemas de agua potable y saneamiento se requiere la participación de las unidades técnico-operativas y de las unidades de apoyo que integran la empresa administradora de los servicios, así como de otras organizaciones que tienen que ver con el saneamiento ambiental y el manejo de las amenazas.

La primera medida a adoptar podría ser conformar el comité de emergencia y la oficina o unidad de emergencias y desastres, y/o algún otro comité técnico, pues constituye un mecanismo de coordinación. Seguidamente, como segunda acción, habría que conocer los problemas existentes en la región o sistemas y los objetivos que se pretende lograr, considerando lógicamente los recursos disponibles.

Se presentan a continuación algunas actividades, ordenadas en cuatro etapas secuenciales, para la formulación y aplicación del programa de prevención, mitigación y atención de emergencias y desastres.

### **A. Formulación del programa de prevención y atención de emergencias y desastres**

Según se vaya disponiendo de los resultados del análisis de vulnerabilidad puede ir formulándose, paralelamente, el programa de prevención y atención de emergencias y desastres.

Este programa comprende:

- Normativa nacional e institucional para situaciones de emergencia.
- Descripción de los sistemas.
- Análisis de vulnerabilidad.
- Actividades de prevención y mitigación
- Planes operativos de emergencias
- Anexos y documentación de respaldo.

Estos elementos del programa se realizarán de forma secuencial, en función de la información obtenida y una vez evaluados los recursos.

Como se puede observar, este programa engloba toda la temática de emergencias y desastres, desde la normativa hasta el análisis de vulnerabilidad, pasando por los planes operativos. Una vez concluido el programa debe someterse a aprobación de los responsables de la empresa y, de forma inmediata, ponerlo en conocimiento de todos los empleados.

Conviene subrayar que un programa de este tipo, así como los planes operativos de emergencias se realizan con los recursos disponibles en ese momento, ya que deben iniciarse en forma inmediata, una vez se detallan las debilidades de los componentes y las del sistema en general. Conforme se elabora el programa, los distintos niveles operativos deben ir realizando los respectivos planes operativos de emergencia en los que se especifiquen los procedimientos para su aplicación, como describiremos con mayor profundidad.

La empresa administradora de los sistemas de agua potable y alcantarillado debe incluir en este programa los aspectos administrativos y normativos, los términos de referencia para el análisis de vulnerabilidad, el programa de medidas preventivas y de mitigación y los planes operativos de emergencia, a fin de brindar la mayor seguridad en la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento - en cuanto a calidad, cantidad y continuidad- en el caso de presentarse eventos adversos.

El programa dispondrá las acciones en el ámbito general empresarial, que deben ser de cumplimiento obligatorio por todas las áreas de la empresa administradora de servicios de agua potable y saneamiento. El programa de prevención, mitigación y atención de emergencias y desastres es, en términos generales, más de carácter estratégico, y permitirá conocer con exactitud quién y qué acciones deben desarrollarse en la empresa para la atención de emergencias y desastres.

Este programa operativo deberá contemplar los aspectos puntuales y concretos referentes a cada una de las posibles amenazas que se hayan registrado en el plan de vulnerabilidad.

Por último, debemos señalar la conveniencia de que la estructura organizativa de la empresa varíe lo menos posible ante una situación de emergencia, de manera que los empleados continúen atendiendo sus cometidos habituales, aunque obviamente se incrementará su ritmo de trabajo para poder hacer frente a la situación provocada por el desastre.

## **B. Recopilación y evaluación de información**

Por las características del trabajo que normalmente se desarrolla en las empresas de agua potable y saneamiento, la respuesta ante una emergencia o desastre muchas veces se considera oportuna o adecuada. Sin embargo, también es cierto que no existe la seguridad de que las decisiones tomadas sean las mejores; a pesar de recuperar los sistemas afectados, esto no siempre se realiza con obras más seguras para futuros desastres y al menor costo.

Con el plan de emergencias y desastres se pretende obtener la información más fiable y actualizada posible para garantizar que las decisiones tomadas en una emergencia o desastre sean las más adecuadas, tanto técnica como económicamente.

A continuación se enuncia, brevemente, la información básica que permita planificar la atención de emergencias en los sistemas de agua y saneamiento.

### **De la empresa**

#### **1. Información técnica:**

- Descripción actualizada de los sistemas con manuales, cuadros, figuras, planos, croquis, esquemas, etc.
- Catastro de redes y archivos técnicos actualizados.
- Procedimientos operativos, integración de cuadrillas, especialización del personal, etc.
- Documentación de experiencias en desastres, rotura de tuberías, labores de mantenimiento mayor, huelgas de personal, etc.
- Proyectos en desarrollo y estudios técnicos realizados.

#### **2. Información administrativa**

- Descripción de los recursos humanos, materiales y financieros de la empresa.
- Organización de la empresa. (Objetivos, metas y estrategias.)
- Marco legal.
- Planificación existente, tanto técnica como empresarial.

- Información comercial y de expansión del servicio.
- Programas de capacitación del personal

### 3. Información operativa

- Equipo pesado disponible.
- Inventario y estado de los vehículos.
- Inventario de equipo (bombas, compresores, soldadura, etc.)
- Equipos de protección personal.
- Reserva de repuestos y productos químicos.

### De otras instituciones y organismos

1. Legislación y normativa sobre desastres en el ámbito local (provincial, departamental, etc.) y nacional.

2. Información sobre amenazas:

- Sismos, huracanes, inundaciones, deslizamientos, etc. (defensa civil, bomberos, municipalidades, universidades y otras instituciones).
- Uso del suelo, planeamiento urbano, etc. (organismos del medio ambiente, universidades, etc.).

3. Información sobre labores de apoyo y rehabilitación.

- Empresas consultoras, constructoras y proveedoras de equipos y materiales.
- Estaciones de suministro de combustible, propietarios de camiones cisternas y pozos particulares de agua potable.
- Información de otras empresas de agua y saneamiento, tanto nacionales como internacionales.
- Información sobre lugares prioritarios de abastecimiento:
  - Hospitales, centros de salud, Cruz Roja, bomberos, fuerza pública.
  - Albergues, cuarteles, prisiones, mercados, escuelas.
- Defensa Civil.

Dado que toda esta información no se improvisa, su elaboración requiere un trabajo realizado con tiempo suficiente, lo que permitirá además verificar su fiabilidad.

### **C. Análisis de vulnerabilidad de los sistemas y medidas de mitigación**

Una vez que se disponga de la identificación y descripción de los componentes del sistema de agua potable y alcantarillado, así como de las potenciales amenazas para la región en que éste se encuentra, se inicia el proceso para el análisis de vulnerabilidad.

Algunos aspectos a considerar son los siguientes:

- Identificación de los responsables del análisis.
- Análisis de la información, identificando requerimientos adicionales.
- Identificación de recursos humano (internos y externos a la empresa).
- Requerimientos de capacitación del personal.
- Descripción de amenazas
- Identificación de debilidades del sistema y sus componentes.
- Identificación de las medidas y obras de prevención y mitigación, según indique el avance del análisis de vulnerabilidad para cada una de las amenazas.
- Identificación de estudios especializados.
- Valoración económica de las medidas de mitigación y obras de prevención.

### **D. Aplicación y evaluación del programa.**

Corresponde a los directivos de la empresa aprobar el programa de prevención y atención de emergencias y desastres, de forma que se pueda aplicar en el momento que sea necesario, así como aprobar los capítulos presupuestarios para ejecutar las medidas de prevención y mitigación. Igualmente corresponde a los máximos responsables de la empresa apoyar los procesos de capacitación profesional y realizar un seguimiento para que se cumplan.

También deberán responsabilizarse, a su vez, de establecer el mecanismo de revisión y evaluación periódica del plan de emergencia, para lo cual se podrá hacer uso de las simulaciones y simulacros en los niveles de participación que corresponda. Del mismo modo, deben revisar permanentemente el marco legal para proponer los ajustes a las instancias respectivas.

Cada obra o medida de prevención y mitigación ejecutada modificará las condiciones de este programa, por lo que éste deberá someterse a constante revisión.