

## 4.5 MEDIDAS DE EMERGENCIA ASPECTOS GENERALES Y SISMOS

### Introducción.

Una vez que el impacto de determinado fenómeno o accidente se haya producido, el sistema de abastecimiento de agua debe enfrentarse, en las primeras horas o días, a suministrar las cantidades mínimas de agua potable a la población: agua para el consumo humano; para la preparación de alimentos y para el saneamiento básico; agua para abastecer las necesidades de los campamentos y hospitales provisionales y permanentes; agua para combatir los incendios; y agua para llevar a cabo labores de limpieza y saneamiento en general.

Estos requerimientos de agua, bajo condiciones de desastre, pueden ser supuestos o estimados en términos tanto de la naturaleza y magnitud del desastre, como de la capacidad remanente del sistema.

**Las primeras consideraciones desde el punto de vista de la empresa de agua consisten en:**

1. Prevenir la pérdida del agua almacenada ya tratada.
2. Proveer agua para combatir incendios.
3. Desarrollar y mantener cantidades adecuadas de agua potable.
4. Restablecer el sistema a su capacidad completa tan pronto como sea posible.
5. Informar al público periódicamente sobre la disponibilidad de agua potable.

La demanda aparente de agua del sistema será extremadamente alta hasta que las líneas principales y de transmisión de agua hayan sido cerradas y el agua tratada contenida. La movilidad y los escombros constituyen los mayores problemas asociados al restablecimiento del control del sistema, y en estas condiciones no está disponible el agua para apagar incendios, por estar las tuberías rotas.

Bajo estas circunstancias, el restablecimiento del sistema convencional puede tomar semanas, por lo que es necesario como primera medida establecer puntos de suministro de agua potable en el sistema de distribución, y en segundo lugar, avanzar con el reparto de agua con otros medios no convencionales (camiones tanques, fuentes públicas conectadas a tuberías provisionales y superficiales, etc.). La demanda per cápita será limitada a niveles, tal vez de hasta 30 - 40 litros por día, durante el período inicial de rehabilitación. Conforme la rehabilitación se da y la comunidad continúa hacia la normalidad, la demanda per cápita se incrementará hasta alcanzar los valores normales de pre-desastre.

Las cuadrillas de trabajo deberán enfrentarse a un trabajo tremendo de reparación, construcción de líneas temporales y de desinfección.

Indudablemente que con este panorama, las acciones y actividades a desarrollarse en estas condiciones deben ser cuidadosamente estudiadas con anticipación, o previamente a que la emergencia se presente, a la luz de identificación de las áreas de riesgos y de los resultados del análisis de vulnerabilidad llevado a cabo sobre todos los componentes del sistema.

### *Prioridades de abastecimiento.*

En la tabla 4 - 1 se presentan las prioridades de abastecimiento en función de los fenómenos naturales de mayor poder destructivo.

En el caso de terremotos, la emergencia posterior al impacto debe hacer frente a los incendios que demandan grandes cantidades de agua, como primera prioridad. En primera instancia, siempre se trata de utilizar agua del sistema de abastecimiento, aunque conforme avanza el tiempo, se

empiezan a utilizar otras fuentes, incluyendo aquellas de agua no potable. La prioridad siguiente es el abastecimiento a la población en las cantidades mínimas necesarias para el consumo humano, preparación de alimentos y sanidad básica. La tercera prioridad consiste en limpieza en general y saneamiento, básicamente en aquellos lugares donde han sido removidos cadáveres y se hace necesaria la limpieza para evitar la proliferación de moscas y roedores así como el desarrollo de posibles enfermedades transmisibles y de epidemias. En cuarto lugar se cita el suministro de agua a los campamentos y hospitales que la requieran, tanto para el consumo humano como para las labores hospitalarias, y las propias de limpieza y saneamiento.

Tabla 4 - 1  
Prioridades de abastecimiento en emergencias  
causadas por fenómenos naturales

Prioridades	Fenómeno	Terremotos	Erupciones volcánicas	Huracanes
Abastecimiento a la población		2	1	1
Combate a incendios		1	4	4
Limpieza general y saneamiento		4	2	2
Abastecimiento a campamentos y hospitales de emergencia		3	3	3

#### *Requerimientos mínimos de agua.*

Se recomiendan los siguientes requerimientos básicos mínimos de agua en situaciones de desastre y emergencia.

##### 1. Rescate y evacuación.

En operaciones de rescate y evacuación de personas, puede distribuirse el agua por medio de camiones cisternas en una proporción mínima de 3 litros por persona por día en las regiones templadas, cantidad que se ha de elevar a un mínimo de 6 litros por persona por día en las zonas cálidas y desérticas. Cuando no puede distribuirse el agua en esa forma, deben darse instrucciones de hervir cualquier clase de agua que se encuentre en el camino; otra posibilidad es la distribución de tabletas de cloro o yodo para desinfectar el agua.

##### 2. Refugios y campamentos de tiendas.

El los lugares sin cañerías de agua, deben instalarse tanques a ambos lados del camino. Estos tanques deben tener una capacidad de 200 litros o más, según sea la frecuencia de relleno, y deben estar espaciados de tal manera que los habitantes del campamento no necesiten caminar más de 100 metros para obtener el agua; la distribución se facilita si cada tanque cuenta con varios grifos; es conveniente poner los tanques de agua sobre soportes de madera de altura adecuada. Se estima que la dotación mínima para estos campamentos es de 40 litros por persona por día, con uso controlado, dotación con la que puede calcularse el volumen total diario requerido, y por consiguiente el número de tanques.

### 3. Edificios.

En los edificios que se utilicen para suministrar alojamiento de emergencia debe proporcionarse un lavabo para cada 10 personas, o lavabos colectivos de 4 a 5 metros por cada 100 personas; esos lavabos colectivos deben estar separados para mujeres y hombres. Se requiere, asimismo, una ducha para cada 50 personas en climas templados y una para cada 30 personas en climas cálidos. El volumen total requerido se puede estimar con una dotación de 40 litros por persona por día.

4. Hospitales de campaña y puestos de primeros auxilios.  
Se requieren 40 a 60 litros por persona por día.
5. Centros de alimentación colectiva.  
Se necesitan de 20 a 30 litros por persona por día.
6. Albergues temporales y campamentos.  
Se requieren de 15 a 20 litros por persona por día.
7. Instalaciones de aseo temporal.  
Se requieren 35 litros por persona por día.

Es importante anotar que, a menos que haya limitaciones rígidas respecto al abastecimiento de agua potable, no debe restringirse su empleo. Si escasea el agua, debe imponerse el racionamiento, la vigilancia estrecha de su consumo y otras medidas para conservarla. Tan pronto hayan pasado los primeros días de emergencia y haya aumentado el abastecimiento de agua, deben levantarse las restricciones, porque, por una parte hay correlación entre consumo de agua y la limpieza y por otra, entre la limpieza y la incidencia de enfermedades. Sin restricciones, el consumo de agua puede acercarse a 100 litros por persona por día.

---

## *Reparaciones de emergencia*

### 1. Organización

Ya se han anotado (en 4.1 Acciones Previas a un Posible Desastre), las funciones y responsabilidades de las unidades operativas - operación y mantenimiento - de la empresa en situaciones de emergencia; de las unidades de construcción y de la posibilidad de reparaciones y construcciones de obras (tanto provisionales para solventar situaciones apremiantes, como aquellas de reconstrucción menores necesarias para rehabilitar determinada zona o componente del sistema) pueden ser contratadas con contratistas locales, lo que puede aliviar la carga de las unidades operativas y rehabilitar el sistema a su condición normal en un menor tiempo.

La organización para hacer frente a las reparaciones en una emergencia es función de cuatro factores básicos, a saber:

- a. Personal o recurso humano.
- b. Transporte.
- c. Equipo.
- d. Materiales.

### 2. Prioridades.

La priorización de las reparaciones y de las obras de emergencia debe hacerse de acuerdo con la evaluación de daños, utilizando como base la matriz de tiempos de rehabilitación e impacto del sistema de distribución. En esta matriz se visualiza con facilidad cuáles son los compo-

nentes realmente críticos que impiden el abastecimiento. Esto no significa necesariamente que debe procederse a reparar de inmediato aquellos daños o estructuras más dañadas, o que en mayor grado impiden el abastecimiento normal. Esto puede tomar muchos días, pero pueden hacerse reparaciones menores como para suplir el requerimiento mínimo. Estas reparaciones se deducen de la matriz del impacto, de ahí su importancia en la priorización de reparaciones y obras.

De acuerdo con lo expuesto, se pueden establecer los siguientes principios para la priorización de reparaciones y obras de emergencia:

- a. Debe retenerse el agua tratada de tal forma que no se desperdicio por roturas.
  - b. La priorización debe estar en función del suministro de requerimiento mínimo a la mayor parte de la población y en el menor tiempo posible.
  - c. Implementar los sitios de toma de agua, si no estuvieran habilita los.
  - d. Las reparaciones y obras subsiguientes deben priorizarse de tal forma que se vayan ejecutando las que aumenten más rápidamente la disponibilidad de agua en el sistema de distribución.
3. Métodos de reparación.

El presente punto no pretende ser un manual de reparaciones en situaciones de emergencia, pero si dará los lineamientos generales sobre capacitación para reparaciones, materiales y equipos necesarios y se expondrán algunos métodos típicos para las fallas más usuales de tuberías. Se hace referencia a los sistemas de alcantarillado sanitario ya que en emergencias, sobre todo aquéllas causadas por terremotos, se producen daños tanto en el sistema de acueducto como en el del alcantarillado, y en muchas ocasiones es necesario y recomendable reparar primero éste y luego las tuberías de acueducto.

- Capacitación.

La capacitación en labores de gasfitería (fontanería) en aspectos teóricos y prácticos es indispensable para llevar a cabo trabajos de reparación en forma eficiente y segura. Esta capacitación debe estar orientada a establecer procedimientos para cada trabajo en especial, de tal forma que no se improvise y se erradiquen las malas prácticas tradicionales en este campo. La capacitación debe ser tanto teórica como práctica y cubrir los siguientes aspectos:

- Equipo básico de trabajo
  - Tuberías principales
  - Manipuleo, transporte y almacenamiento
  - Corte y roscado de tuberías
  - Uniones de tuberías
  - Accesorios de control
  - Interpretación de planos de construcción
  - Excavaciones, instalaciones de tuberías y puesta en operación.
  - Práctica general
  - Tuberías de servicio
  - Uniones de tuberías de servicio
  - Perforaciones e instalaciones domiciliarias
- Materiales para reparaciones.

Para reparar tuberías se requieren tuberías de repuesto, accesorios de reparación, y materiales para reparar las horadaciones tales como lastre y para reponer las superficies de rodamiento, cuando esta actividad la ejecuta directamente la empresa. De estos últimos materiales, el de mayor importancia es el lastre o material selecto de sub-base de carretera, indispensable para rellenar el fondo de la zanja y trabajar sobre suelo firme, una vez efectuada la excavación.

- Equipos para reparaciones.

Los equipos normalmente empleados para reparaciones se dividen en equipo pesado y liviano. El equipo pesado consiste de retroexcavadoras, vagonetas, camiones, pick-ups, compresores, etc.

El equipo liviano comprende los detectores de tuberías y de tapas metálicas, bombas para agua, cortadoras de tuberías, perforadoras de tubería, equipo de soldadura, etc.

Estos equipos deben estar en perfectas condiciones de operación.

- Ciudades y pueblos con sistemas de alcantarillado

Cuando ocurre un desastre que causa daño a las instalaciones de alcantarillado y plantas de tratamiento, las medidas que pueden aplicarse son:

- Reparación rápida de alcantarillas. con arreglos temporales para pasar por alto las secciones estropeadas.
- Limpieza de alcantarillas obstruidas.
- Desagüe de las estaciones de bombeo y de la instalación de tratamiento.
- Derivación de la instalación de tratamiento de aguas negras (especialmente en caso de inundaciones, donde es factible esto por la gran dilución).
- Transporte de lodos a un sitio para enterrarlos o a otra instalación cercana de tratamiento de aguas negras.
- Tratamiento de los albañales con desinfectantes fuertes para prevenir la propagación de organismos patógenos y atenuar el olor del agua de la inundación y de las aguas negras procedentes de los albañales destruidos.
- Dotación de instalaciones temporales (ver más adelante).

Debe hacerse todo lo posible por volver a poner en funcionamiento el sistema de alcantarillado. Es probable que el ingeniero sanitario deba hacer un estudio y preparar un informe sobre las averías, que debe comprender lo siguiente:

- Un cálculo del número de rupturas u obstrucciones en las líneas de alcantarillado, la longitud y el tamaño de los tubos que es necesario reemplazar, y una lista del equipo de reparación necesario, como bombas, *bulldozers*, maquinaria para excavar, camiones y herramientas, y de materiales y suministros de construcción, así como de la mano de obra necesaria.
- Una relación de las condiciones en que se encuentra el sitio del desastre, con indicación de la amplitud de la inundación en sótanos y calles.
- Un cálculo del equipo, materiales y hombres que se necesitan para poner en condiciones de trabajo la instalación de tratamiento de aguas negras y las estaciones de bombeo.
- Recomendaciones sobre puntos donde podrían descargarse temporalmente las aguas negras.

- Métodos típicos de reparación.

a. Estructuras de concreto:

La reparación de estructuras de concreto que han sufrido falla ( agrietamiento, reventaduras, asentamientos, etc.) es un trabajo que no debe improvisarse. Estos daños deben ser evaluados por ingenieros con amplia experiencia en la materia y las reparaciones diseñadas e inspeccionadas por profesionales de igual experiencia. Ya se expuso, al plantear las acciones previas, la necesidad de establecer procedimientos de inspección para todas aquellas estructuras mayores como presas, túneles, plantas de tratamiento y bombeo, etc.

b. Tuberías:

De acuerdo con los materiales de las tuberías, deben establecerse procedimientos para la reparación de las mismas. Debe procederse al aislamiento del tramo afectado cerrando las válvulas para evitar desperdicio y ejecutar la reparación a seco. Al efectuar la reparación de debe sanear el sitio, es decir se debe reparar, aunque sea en forma provisional, las tuberías de alcantarillado pluvial y sanitario, y desviar del lugar de horadación las aguas de caños y cunetas que pudiesen llegar a la misma. En segundo lugar se debe proceder a efectuar la horadación, o descubrimiento del tramo de tubería dañado, hasta una profundidad de por lo menos un diámetro de la tubería por debajo de ésta para facilitar las acciones.

En tercer lugar se debe analizar la necesidad de ademar las paredes de la zanja a fin de prevenir accidentes. En cuarto lugar se debe estabilizar el fondo de la zanja a todo lo largo con material selecto, seco, tal como lastre. Cuando sea necesario extraer agua se tomarán las provisiones del caso para la colocación del colador de la succión de la bomba.

c. Anclajes

Los anclajes constituyen los soportes estructurales de las tuberías, válvulas y accesorios. Su diseño no debe improvisarse y se deben colocar sobre terreno firme.

d. Ademes.

Se debe contar con madera para ser utilizada en anclajes provisionales y para ademes de zanjas, empleando el material adecuado recomendado.

e. Ubicación de tuberías.

La normalización de la ubicación de las tuberías y válvulas en las calles evita accidentes y expedita la ubicación de los mismos en situaciones de emergencia. Es altamente recomendable la normalización.

---

### *Otros medios de cubrir las necesidades mínimas*

En este párrafo se presentarán los métodos e ideas más generales para suplir las necesidades mínimas de agua, en función de las prioridades que se establezcan en la comunidad afectada, y por medios no convencionales, durante el período en que el sistema no sea capaz de cubrir por sí mismo (al través de tuberías) las necesidades mínimas. Estos aspectos deben ser previamente planificados por la empresa, de tal forma que si efectivamente se presentara una emergencia, se tengan establecidos anticipadamente los procedimientos y fuentes alternas de agua que se pudiesen utilizar; tanto de agua potable y del agua para otros usos, como para el combate de incendios, limpieza y saneamiento en general.

### *Agua para combatir incendios.*

El combate de incendios - que se producen con mayor frecuencia en emergencias causadas por terremotos - demanda grandes cantidades de agua, tal vez mucho mayores que las mínimas necesarias requeridas para el consumo humano, además de que en estos casos, constituye el consumo prioritario. Lógicamente la fuente principal que utilizan los bomberos son los hidrantes, que son para ese fin principalmente.

Sin embargo, el agua del sistema del acueducto puede no resultar suficiente para combatir los incendios - por daños que haya sufrido el sistema - lo que implica utilizar otras fuentes de agua, no necesariamente potable, para este fin. Estas fuentes pueden ser agua del mar en ciudades costeras, lagos, ríos, quebradas, acequias y canales de desvío de aguas para fines industriales, de riego, etc. Las tomas deben estar adecuadamente acondicionadas.

### *Agua para uso doméstico.*

Dentro del agua catalogada para uso doméstico, se entenderá la que debe suplirse tanto a los hospitales, campamentos y similares, así como a las comunidades para suplir sus necesidades más apremiantes, de acuerdo con las prioridades establecidas.

- Fuentes alternas.

Las fuentes alternas de abastecimiento se refieren a aquellas posibles fuentes de agua potable o de buena calidad, que no forman parte del acueducto como tales, y que en una emergencia pudieran ser utilizadas para los diferentes usos en esta situación y que consisten básicamente en los sistemas de abastecimiento y almacenamiento privados.

- a. Sistemas privados de almacenamiento:

Los sistemas privados de almacenamiento, generalmente para abastecer industrias, pueden suplir una buena parte del requerimiento mínimo, aún cuando su volumen total constituye un porcentaje bajo el requerimiento total. Estos sistemas se pueden agrupar como: aquéllos que producen agua y aquéllos que almacenan agua. Dentro del primer grupo se incluyen pozos, captaciones de manantiales y captaciones de aguas superficiales con tratamiento de las aguas. Estos sistemas pueden ser interconectados a las redes del acueducto en una eventualidad, o ser utilizados para cargar camiones tanque para repartir agua. Dentro del segundo grupo se incluyen los volúmenes de agua, generalmente suplidos por el acueducto, y almacenados en piscinas, tanques de almacenamiento, etc. El agua producida o almacenada en estos sistemas puede ser utilizada en emergencias como agua potable, agregando una cantidad de cloro que garantice la potabilidad. Para su posible utilización deben establecerse convenios con los propietarios.

- b. Sistemas vecinos de agua potable.

Antes de realizar la apertura de válvulas - si ya estuvieran previstas - o antes de ejecutar una posible interconexión con un sistema vecino se debe verificar lo siguiente:

- Capacidad remanente del sistema vecino.
- Calidad del agua.
- Lavado (purga) de las tuberías de interconexión para evitar inyectar aguas estancadas con sedimentos.
- Necesidad de refuerzo de la desinfección (cloración).

- Nuevas fuentes.

Las nuevas fuentes de abastecimiento se refieren a aquéllas que tradicionalmente no se utilizan como tales; pueden ser subterráneas, generalmente de buena calidad, o superficiales, generalmente de calidad regular o mala que para ser utilizadas requieren de un acondicionamiento o tratamiento previo. El inventario de las mismas - propuesto en las acciones previas - determinará la factibilidad de uso, y los acuerdos que deben establecerse para su uso, si se trata de fuentes particulares o están en propiedad privada.

- a. Aguas subterráneas:

En situaciones de emergencia se puede obtener agua en lugares de nivel freático alto, mediante pozos excavados o incados, en los que se pueden instalar bombas de mano o punteras. Generalmente estas aguas son de buena calidad, bastando un proceso de desinfección para el consumo humano. En este tipo de explotación es importante destacar la necesidad de mantener debidamente saneados los alrededores de los pozos, evitando posibles contaminaciones con aguas superficiales de desecho, letrinas, tanques sépticos y drenajes, etc.

Cuando se cuente con campos de pozos que operan mediante energía eléctrica, es conveniente que un cierto número de ellos estén equipados con cabezales de engrane, para que por medio de barras de transmisión se puedan operar con motores de combustión interna.

- b. Aguas superficiales:

En general, las aguas superficiales requieren algún tipo de tratamiento, desde la simple desinfección, hasta tratamiento completo que incluye los procesos de floculación, filtración y desinfección.

- Plantas de tratamiento portátiles:

- a. Unidades de coagulación-filtración-desinfección:

En este procedimiento se agrega la filtración a los procedimientos antes descritos. Si se puede disponer de depósitos provisionales, es preferible dejar que el agua se sedimente antes de filtrarla. En cambio, en unidades móviles de purificación, el agua se filtra a través de un filtro de presión sin sedimentación. Esas unidades suelen tener una capacidad de 1 - 2 litros por segundo y constan esencialmente de: a) una bomba centrífuga unida directamente a un motor de gasolina; b) un filtro rápido a presión; c) un hipoclorador; d) tanques de soluciones químicas (uno para alumbre y uno para sosa); e) un tanque de solución de cloro; f) adaptadores de mangas; g) válvulas (de succión de bomba, entrada, desagüe, purga de aire, salida, regulación del gasto, etc.) y h) una caja de herramientas.

Varios fabricantes producen este tipo de unidades móviles de purificación.

- b. Unidades de filtración-desinfección.

En este procedimiento se mezcla el agua con tierra diatomácea, para pasarla luego por un filtro en el que se han instalado divisiones (tabiques de filtración). Se han fabricado unidades de hasta 50.000 litros por hora, que constan, de: a) una bomba centrífuga movida por un motor de gasolina con arranque de cuerda; b) un filtro (diatomáceo); c) un hipoclorador; d) un alimentador de suspensiones y un compresor de aire; e) un tanque de recirculación; f) un tanque para solución de cloro; g) adaptadores de manguera; h) válvulas para succión de bombeo, entrada, desagüe, salida, regulación de gasto, purga de aire, etc.); i) una caja de herramientas. La operación de estas plantas deben hacerla expertos en la materia y de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

- Almacenamiento de agua.

Pueden improvisarse depósitos para almacenar agua en situaciones de emergencia en recipientes de lona, nylon y plástico revestido de goma, con capacidades de hasta 10 metros cúbicos.

Los recipientes de polietileno dispuestos en pozos excavados al tamaño adecuado pueden proporcionar una capacidad de almacenamiento de hasta 50 metros cúbicos. Si el almacenamiento sólo está destinado a permitir un tiempo de contacto después de la cloración, la capacidad mínima debe ser tal que permita un tiempo de contacto de por lo menos 30 minutos.

- Distribución de agua.

En este párrafo se describen los métodos más usuales para repartir agua por otros medios no convencionales. Básicamente hay dos métodos de repartir agua: a) en camiones tanque con o sin bomba; b) mediante fuentes públicas con tuberías provisionales.

- a. Reparto de agua en camiones:

En la mayor parte de situaciones de urgencia, el agua se distribuye mediante camiones cisterna, que pueden proporcionar las brigadas de incendio o bomberos, el ejército, las lecherías, las fábricas de bebidas u otras fuentes. A cada familia se le puede entregar un recipiente para agua hecho de material plástico o de hierro galvanizado, aunque generalmente las mismas cuentan con ollas y baldes con tapa para transportar el agua.

- b. Tuberías provisionales y fuentes públicas.

Este método se puede utilizar en varias situaciones, tales como extensiones muy dañadas, derivaciones de tanques provisionales, unión de dos hidrantes, etc. Como tuberías provisionales pueden usarse varios materiales: de aluminio con junta de acople rápido (tipo irrigación); de PVC con juntas con empaque de hule; o tuberías de acero galvanizado. Los pasos en las esquinas de las calles se protegen con piezas de madera clavadas al pavimento, de una altura mayor que el diámetro de la tubería, de tal forma que un vehículo que pase sobre ella no toque la tubería. Las derivaciones para fuentes públicas se pueden hacer con abrazaderas, o directamente con niples roscados o adaptadores de PVC; las extensiones del mismo material, y en el extremo de servicio una válvula de bronce. Este conjunto vertical se puede clavar a las paredes de las edificaciones o sobre maderos verticales, debidamente anclados al piso.

- Utilización directa de aguas superficiales.

Si no fuera posible suplir el requerimiento mínimo de agua potable ni improvisar el abastecimiento por otros medios, se debe dar instrucción a la población sobre cómo utilizar el agua superficial. Se deben repartir hojas impresas de cómo hacerlo, las que deben contener instrucciones claras y precisas (filtros de arena, destiladores de agua, etc), que pueden utilizarse en áreas marginales y comunidades rurales.

- Control de calidad.

Hasta que puedan restablecerse las operaciones normales de los servicios de laboratorio de los sistemas de abastecimiento de agua, deben practicarse análisis completos de muestras de agua en los laboratorios cercanos a la zona de desastre. Las pruebas más importantes que deben realizarse en condiciones de urgencia y en campaña son las siguientes:

- a. Determinación de cloro residual (libre y combinado).
- b. Examen bacteriológico para investigar bacterias coliformes.
- c. Determinación de la concentración de iones hidrógeno.
- d. Determinación del tipo de alcalinidad.

Para practicar el examen bacteriológico del agua en condiciones de campaña se emplean filtros de membrana para cuya aplicación se han elaborado técnicas, medios y equipos. El cloro residual, la concentración de iones hidrógeno y el tipo de alcalinidad pueden determinarse utilizando indicadores colorimétricos apropiados.

### *Reservas de equipo y suministros*

La cantidad de equipo y suministros que debe almacenarse para uso en situaciones de desastre depende de factores tales como las clases de desastre que puedan registrarse y la probabilidad de que ocurran; el número de personas y las dimensiones de la zona que puede estar afectada; los sistemas de transportes y comunicaciones; la disponibilidad comercial de los materiales y suministros necesarios; los recursos financieros del organismo de socorro o de los departamentos gubernamentales interesados; y los procedimientos y reglamentos seguidos para las adquisiciones. Por tanto, no es posible dar una lista precisa de los suministros y equipo que se necesitan.

Sin embargo, a continuación, y con fines de orientación se presenta una lista provisional de equipo y suministros para atender las necesidades de abastecimiento de 10.000 personas. En algunas localidades pueden necesitarse otros artículos, y tal vez algunos se consideren innecesarios. Cada empresa debe hacer una evaluación lógica de sus necesidades. El equipo y suministros debe acumularse en algún lugar o distribuirse a varias regiones en cantidades suficientes para su traslado inmediato de una región a otra en caso de desastre.

ARTICULOS.	Cantidad
Equipo móvil de cloración, montado en camión, con dos cilindros de cloro líquido.	1
Equipo móvil para hipoclorito, montado en camión o remolque, con depósitos de solución, mangueras y accesorios.	5
Unidad móvil de depuración de agua en la capacidad de 200 - 500 litros/mínuto	4
Taller o unidad móvil de reparaciones, con herramientas para reparar y colocar tubos, accesorios, materiales de acoplamiento, herramientas para excavar, montacargas, llaves para tubos, válvulas, mangueras, equipo y materiales de soldadura, botas, guantes de trabajo, gafas protectoras, etc.	1
Camiones cisternas para agua, de 7 metros cúbicos de capacidad.	10
Depósitos para distribución de agua de 0,1 - 10 metros cúbicos de capacidad	100 - 200

Depósitos portátiles elevados con elementos y accesorios de sostén, fáciles de armar, de 10-20 metros cúbicos de capacidad.	5 - 10
Equipo y barrenos para perforar pozos	2 juegos
Bombas de agua manuales de 15-20 litros/min.	100
Bombas eléctricas o de motor de 200-500 litros/min	4
Tubos (de hierro colado, galvanizados, de cemento-amiante), de 1,25-10cm de diámetro, con válvulas y accesorios (depende de disponibilidad-distribución)	*
Cal clorada (25-30%), almacenada en un lugar fresco y seco y renovada cada 6 meses	10 - 12 tons.
Hipoclorito de calcio (60-70%) en forma de polvo granulado, almacenado en un lugar fresco y seco y renovado cada 2 años	5 - 10 tons.
Tabletas que desprenden cloro o yodo	100.000
Alumbre, cloruro férrico y otras sustancias químicas para el tratamiento de agua	2 - 5 tons.
Herramientas de albañilería completas	2 - 5 juegos
Herramientas de carpintería completas	2 - 5 juegos
Generadores montados en camiones	2
Depósitos plegables de diversos tamaños, con una capacidad total de	100 - 500m <sup>3</sup>

\* La cantidad depende de su disponibilidad o distribución dentro del país

### Protección de los sistemas.

En situaciones de urgencia, es fundamental la protección material de los abastecimientos de agua para el uso de los refugios. Además de barreras como las cercas y las vallas, acaso sea necesario poner guardianes para impedir que la muchedumbre invada y estropee unidades de tratamiento, estaciones de bombeo, camiones cisterna, estaciones de distribución y servicios temporales de recogida.

Las construcciones para extraer agua, pozos y manantiales, también deben protegerse contra un uso indebido. El carácter y la amplitud de esa protección dependerá de las condiciones locales.

### Desinfección del agua y de estructuras.

La producción, almacenamiento y distribución del agua en situaciones de emergencia conlleva la conservación de la calidad de la misma, mediante procesos de adición de sustancias desinfectantes que sean capaces de destruir los organismos patógenos presentes en el agua (independientemente de su tipo y concentraciones); que puedan cumplir su cometido durante un tiempo de contacto con

el agua que sea menor que el disponible; que - dentro de ciertos rangos de características físico-químicas, tales como temperatura, pH, posible turbiedad y color remanentes o presentes - puedan actuar en forma eficiente; que las concentraciones mínimas necesarias que garanticen el efecto desinfectante no interfieran con los requerimientos de potabilidad señalados; y que, dado que existe la posibilidad de una contaminación del agua a lo largo de su recorrido hasta que es consumida, y máxime en situaciones de emergencia, es necesario que el desinfectante tenga un efecto residual que garantice la eliminación de dichas contaminaciones.

El cloro es el único que cumple con esos requisitos y por eso se considera su aplicación en estos casos.

#### *Limpieza y desinfección de tanques de almacenamiento y de distribución de agua.*

Se trata de la limpieza y desinfección tanto de tanques grandes de almacenamiento como de aquellos tanques que se utilicen para repartir agua, transportados en camiones, o que se coloquen en lugares estratégicos para ser llenados periódicamente, y a cualquier otro recipiente que se emplee para tal fin.

Los tanques grandes se lavan con agua limpia que tenga una concentración no menor de 50 ppm de cloro, con una bomba operada con un motor de combustión interna, o eléctrico si hubiere la facilidad de obtener la conexión. Se llena el tanque hasta unos 50 cm de altura con agua con la concentración de cloro anotada.

La bomba succiona y lanza el agua sistemáticamente contra las paredes, techo y columnas. Terminada la operación se vacía el tanque, barriendo todo el sedimento hacia la descarga del tanque.

Se inyecta agua limpia para ayudar en la limpieza; se llena el tanque con agua con una concentración de 50 ppm de cloro y se le mantiene lleno por 24 horas; Luego se bota el agua y se pone el tanque en operación.

#### *Desinfección de cañerías maestras de agua.*

Cuando se coloca o repara una sección de una cañería maestra de agua, es imposible evitar la contaminación de la superficie interna con la tierra, el lodo o el agua que hay en la zanja mientras se coloca la tubería en su lugar. También se puede producir la contaminación por accidente, negligencia o mala intensión; esos riesgos se reducen con vigilancia adecuada durante las horas en que no se trabaja y con la obturación de los extremos abiertos después de terminar las labores del día. Sin embargo, debe considerarse que la tubería está contaminada a pesar de que se adopten todas las precauciones para prevenir la entrada de sustancias extrañas. En consecuencia, debe desinfectarse la tubería maestra antes de ponerla en servicio.

#### *Limpieza y desinfección de redes de distribución.*

Al ocurrir una rotura en una tubería de distribución, tan pronto como sea posible, debe aislarse el tramo cerrando válvulas, especialmente cuando la rotura se da simultáneamente en tuberías de agua potable y de alcantarillado sanitario, y se hace inminente la contaminación de la primera con aguas de la segunda. Para efectuar la reparación, es conveniente - en primera instancia - desalojar el agua, descubrir y reparar la tubería. Se debe limpiar cuidadosamente la tubería aguas arriba y abajo del daño, con agua clorada a 50 ppm; Las tuberías y accesorios de reparación también deben limpiarse con agua clorada.

Una vez hecha la reparación y ésta es la parte más importante, debe purgarse y lavarse la red sistemáticamente por los hidrantes, de tal forma que el agua fluya por todos los tramos posibles

contaminados hacia un hidrante. Dado que el agua contaminada puede entrar a los domicilios a través de las conexiones domiciliarias, es aconsejable advertir a éstos que purguen la conexión dentro del domicilio.

---

### *Información al público.*

Durante las fases de alarma y alerta transmitidas al público por Defensa Civil u otros organismos, es conveniente informar al público sobre la conveniencia de almacenar agua potable en pilas, ollas y baldes y llenar sus tanques de reserva, así como disminuir el consumo. Así, si se presenta una emergencia, el requerimiento mínimo posterior al impacto estaría garantizado al menos durante las primeras horas o días y puede que algo más.

Debe darse al público información veraz a las preguntas de cuándo se restablecerá el servicio y dónde puede conseguirse agua.

La información debe darse a partir de boletines que emite la Comisión de Emergencia o el jefe de operaciones de turno encargado del suministro de agua y rehabilitación del sistema.

Debe requerirse del público - en aquellas zonas donde no se haya interrumpido el servicio - que restrinja el uso del agua, para que pueda ser utilizada en otros sectores.

La empresa debe informar al público que durante la emergencia no puede garantizar la calidad del agua y que ésta debe hervirse.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS CUARTA PARTE

1. THE JOURNAL OF TRAUMA, Vol. 14, N 1, Earthquake Disaster in Nicaragua.
2. BOLETIN de la Oficina Sanitaria Panamericana, Volumen LXXXI, N 3, Setiembre 1976, El Terremoto de Guatemala: Evaluación Epidemiológica de las Operaciones de Socorro.
3. OPS/OMS. Preparación para Casos de Desastre en las Averías. Boletín N 9, octubre 1981. 4. PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES, UNDRO, NACIONES UNIDAS: Volumen 4: Aspectos Meteorológicos.
5. NATIONAL GEOGRAPHIC. Volumen 158, N 3. September 1980. Hurricane. Page 346. 6. PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES, UNDRO, NACIONES UNIDAS: Volumen 3: Aspectos Sismológicos.
7. PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES, UNDRO, NACIONES UNIDAS: Volumen 5: Aspectos Relativos al Aprovechamiento de la Tierra.
8. PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES, UNDRO, NACIONES UNIDAS: Volumen 1. Aspectos Vulcanológicos.
9. UNDRO NEWS.
10. WADE, J. "Organization of a Master Disaster Plan. Journal AWWA, February 1959.
11. HOOKER, D. "A Regional Response to Water Supply Emergencies". Journal AWWA, May 1981.
12. NEDERMAN, J. "Establishing Emergency Operating Procedures for Water Systems". Journal AWWA. June 1954.
13. CRAFT, T.F. "Planning for Water Quality Emergencies". Journal AWWA, March 1970.
14. HURST, W. "Winnipeg's Flood Emergency Organization". Journal AWWA, December 1950.
15. EAST BAY MUNICIPAL UTILITY DISTRICT (EBMUD, CALIFORNIA). Emergency Operations Plan. 1974.
16. ASSAR, M. Guía de Saneamiento en Desastres Naturales. OMS, Ginebra. 1971.
17. AyA. Normas de Presentación, Diseño y Construcción para Urbanizaciones y Fraccionamientos. Manual D-1. San José, Costa Rica. 1978.
18. MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. Agua para las Comunidades Rurales. Programa Nacional de Pozos Razos en el Medio Rural de la República de Honduras. Informe preparado por el Ing. José A. Chico Romero, Consultor OPS/OMS. Honduras. 1975.
19. FES-AID. Serie Saneamiento N 1: Beba usted Agua Potable. México.
20. CEPIS/DIAPA. Tratamiento Doméstico del Agua. Taller Regional sobre Abastecimiento de Agua a las Areas Urbanas Marginadas. Lima. 1981.
21. CEPIS/DIAPA. Algunas Soluciones para Tratamiento de Agua en las Areas Urbanas Marginadas. Ing. Lidia Cánepa de Vargas. Lima. 1981.
22. CEPIS/DIAPA. Algunas Soluciones para Tratamiento de Agua en el Medio Rural. Ing. Lidia Cánepa de Vargas. Lima 1981.