



Secretaría de Salud.



Dirección General de Vigilancia de la Salud.  
Departamento de Emergencias Nacionales en  
Salud.

Organización Panamericana de la Salud.

2010

# VIGILANCIA Y CALIDAD DE AGUA EN SITUACIONES DE EMERGENCIA Y DESASTRES



Tegucigalpa, Honduras, C.A.

Esta Guía Técnica fue desarrollada mediante la participación de Técnicos de la Secretaría de Salud, de diferentes departamentos y áreas de especialidad, culminó con una revisión final, realizada en Siguatepeque, noviembre de 2009, en el cual destacamos la valiosa colaboración de los participantes:

Ing. Miguel Omar Montoya	Lic. Rigoberto Bonilla Flores
Ing. Porfirio Díaz Mejía	TSA Wilberto Montalván
Ing. Rosalía Argentina Montoya Ortega	TSA Hernán Melchor Rubí Acosta
TSA José Ramón Cruz Castellanos	TSA Walker R. Umaña
TSA Oscar Yovany García Rodas	TSA Jimmy Francy Madrid Urmeneta
TSA Elmer Rufino Romero Archila	TSA José Roque Díaz Salinas

Equipo Técnico del Departamento de Emergencias Nacionales de la Secretaría de Salud y de la Organización Panamericana de la Salud, para el desarrollo y posterior difusión de las Guías.

<i>DENS</i>	<i>OPS</i>
Dr. Godofredo Andino Sánchez	Lic. Andrés Aguiriano Duarte
Dr. Rolando Durón Durán	Ing. Miguel Omar Montoya
Dr. Jacobo Ignacio Argüello	Ing. Vera Lucía Núñez Raudales
TSA José Ramón Cruz Castellanos	Daysi Núñez

Impresión: julio de 2010

Para cualquier sugerencia o comentario, favor escribir un correo a: [denshn@yahoo.com](mailto:denshn@yahoo.com)

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	5
PROPÓSITO .....	5
I. ESTADOS DEL AGUA .....	6
II. FUENTES DE AGUA .....	6
III. CONTAMINACIÓN DEL AGUA. ....	7
IV. ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR AGUA CONTAMINADA .....	8
V. CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA EN SITUACIONES DE DESASTRE....	9
VI. PREVENCIÓN Y PREPARACIÓN. ....	10
VII. AGUA Y COMUNIDAD. ¿QUÉ PUEDE HACER LA COMUNIDAD? .....	12
VIII. TRATAMIENTO DEL AGUA .....	13
A. HERVIR EL AGUA .....	13
B. FILTRACIÓN .....	14
C. DESINFECCIÓN DOMÉSTICA DEL AGUA A TRAVÉS DE LA CLORACIÓN .....	15
BIBLIOGRAFÍA .....	19
ANEXOS .....	20



## **INTRODUCCIÓN**

Uno de los servicios públicos generalmente afectados producto de las amenazas naturales y provocadas por el ser humano que generan situaciones de emergencias es el suministro de agua, elemento esencial para la vida y la casi totalidad de las actividades humanas, por tanto, su apropiado manejo ayudará a evitar o disminuir enfermedades de transmisión hídrica que frecuentemente se incrementan en situaciones de emergencias y desastres.

## **PROPÓSITO**

La presente guía permitirá a las autoridades, personal técnico, al personal voluntario de la Secretaria de Salud y la población general disponer de las herramientas necesarias para ejecutar actividades de prevención, mitigación y respuesta en el manejo y suministro de agua en situaciones de emergencias y desastres.

# EL AGUA

---

## I. ESTADOS DEL AGUA

El agua se encuentra en la naturaleza en varias formas o estados:

- **Líquido**, como la que se encuentra en ríos, lagos, mares y fuentes subterráneas.
- **Sólido**, cuando se le encuentra en forma de nieve o hielo, y
- **Gaseoso**, en forma de vapor, por ejemplo en las nubes.

Para asegurar la disponibilidad de agua en cantidad y calidad y además, dar condiciones agradables a la vida, la conservación de los árboles representa un papel muy importante.

**Recuerda.**

*Si no cuidamos el MEDIO AMBIENTE, el agua puede llegar a CONTAMINARSE y ESCASEAR*

## II. FUENTES DE AGUA

Son los lugares de donde se recolecta el agua, pudiendo ser:

- **Subterráneas**: son las que se encuentran en el subsuelo o debajo de la superficie, para su aprovechamiento se utilizan galerías de infiltración, pozos y cajas de captación de manantiales.
- **Superficiales**: son las que corren o escurren por la superficie de la tierra, como los ríos, quebradas, lagos y correderos de invierno, para su aprovechamiento, se usan represas de derivación, boca tomas directas, represas de almacenamiento y cajas de derivación lateral entre otras.
- **Meteoricas, atmosféricas o aguas lluvias** para su aprovechamiento se le capta a través de las cubiertas de los techos de las casas, canales y se le almacena en depósitos, tanto en situaciones normales y principalmente en situaciones de escasez de las dos primeras, es fundamental para preservar la vida y las actividades humanas.

**Recordar:**

Una acción importante de **preparativos ante emergencias** es la identificación y cuantificación de todas las fuentes disponibles en las diferentes comunidades, principalmente las más vulnerables, con información de su ubicación, calidad de las aguas y los riesgos a que están expuestas ante las amenazas que tienen las mayores probabilidades de afectarlas, lo anterior tanto para protegerlas y preservarlas **en el antes**, como de aprovecharlas eventualmente **en el después** de las emergencias y desastres.

En la medida de lo posible, todas las fuentes que podrían ser usadas en casos de emergencias deben referenciarse en los mapas de riesgos comunitarios.

Si la población es evacuada y concentrada en albergues temporales, una de las prioridades será el aprovisionamiento de agua segura ya que de no ser así, ante la necesidad de agua, se corre el riesgo que las personas consuman agua de calidad desconocida. Lo anterior también aplica para las poblaciones de las comunidades en donde el sistema normal de suministro de agua ha quedado interrumpido a consecuencia de la situación de emergencia.

### III. CONTAMINACIÓN DEL AGUA.

El agua es fuente de vida y además es el solvente universal, esto quiere decir, que por un lado en ella pueden desarrollarse elementos vivos (parásitos, bacterias y virus) que causan daño a la salud, y por otro, introducirse sustancias químicas que de igual forma ponen en riesgo la salud de las personas y animales, por ejemplo, sustancias que ya sean de forma natural o accidental se incorporan al agua volviéndolas no aptas para el consumo humano.

Se dice que el agua está contaminada cuando sus propiedades naturales se ven alteradas, la contaminación puede darse afectando la calidad de la misma en los siguientes aspectos:

- **Físicos:** Cuando hay presencia de turbiedad, color, sabor, olor y temperatura detectables por nuestros sentidos que la hacen diferente a sus características naturales.
- **Químicos:** Al ser el agua el solvente universal, pueden disolverse en ella las diferentes sustancias con las que entra en contacto, muchas de ellas son naturales en los suelos y otras pueden incorporarse producto de accidentes, como plaguicidas, agroquímicos, etc., estos riesgos tienen probabilidades de ocurrir en

caso de inundaciones que **afecten** áreas en donde se encuentren almacenados este tipo de productos, contaminando fuentes superficiales y subterráneas.

- **Bacteriológicos:** Al ser el agua fuente de vida se desarrollan en ella bacterias, virus, parásitos, presentes en los diferentes elementos que entran en contacto con la misma, por ejemplo, contaminaciones (heces fecales, residuos sólidos, etc.) de los terrenos por donde corre el agua, depósitos en donde este almacenada, utensilios de cocina y manipulación de las personas.

### **Recuerda.**

La vigilancia de la calidad del agua es prioritaria, principalmente en situaciones de emergencia, en donde se ven afectadas las fuentes de suministro normal y la población podría recurrir a fuentes de calidad desconocida.

El manejo inadecuado del agua en el domicilio representa riesgos a la salud, para reducirlos o eliminarlos, las personas deben practicar buenos hábitos de higiene personal.

Durante las inundaciones, pueden ocurrir derrames de combustible y otras sustancias químicas. Si el agua que usted consume huele a combustible o tiene un olor a sustancias químicas, comunicar de inmediato a la oficina de la Secretaría de Salud más próxima a su localidad, quienes realizarán el análisis químico del agua antes de aprobar su uso.

## **IV. ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR AGUA CONTAMINADA**

Cuando se consume agua que tiene alterados sus parámetros físicos, químicos o bacteriológicos, se puede contraer enfermedades como Ascariasis, Cólera, Criptosporidios, Diarreas, Fluorosis, Arsenicosis, Giardiasis, Hepatitis, Leptospirosis, Metahemoglobinemia, Anemia, Malnutrición, Oncocercosis, Poliomieltis, Esquistomiasis, Parasitosis y otras.

En situaciones de aglomeración de personas, como sucede en las condiciones de los albergues, estas enfermedades se pueden propagar rápidamente y hasta causar epidemias si no se toman oportunamente medidas de salud pública.

### **Recuerda:**

Las tasas de morbilidad (enfermedad) y mortalidad (muerte), están directamente relacionadas con enfermedades infecciosas, muchas de las cuales dependen de la calidad



del agua, y demás servicios de saneamiento (disposición de excretas, manejo de residuos sólidos, control de vectores, etc.)

## **V. CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA EN SITUACIONES DE DESASTRE**

El control y vigilancia debe realizarse en:

- a) Puntos de muestreo previamente establecidos en las captaciones (fuentes de agua), tanques de almacenaje, red de distribución y principalmente en las conexiones domiciliarias (puntos de consumo de las casas más alejadas de los centros de distribución).
  
- b) En los puntos de distribución, como ser zonas de llenado de abastecimientos de cisternas, puntos de entrega de agua a través de pozos, carros cisternas, llaves públicas, etc.
  
- c) En puntos críticos, como ser Unidades de Salud, albergues, mercados, cárceles, etc.

Los equipos locales de salud deben coordinar con la comunidad e instituciones para que en forma prioritaria se asegure la distribución de agua segura en cantidades suficientes para las necesidades básicas de la población.

Para la vigilancia de la calidad del agua, el funcionario responsable de la Secretaría de Salud, deberá contar como mínimo con un equipo de campo (kit comparador de cloro) para la medición de cloro residual al efecto de garantizar que el agua contiene en todas sus muestras un valor residual de cloro de 0.5 mg/l.

En caso de utilizar otro tipo de insumos de desinfección aprobados por la autoridad competente deberán de seguirse las instrucciones del fabricante bajo la supervisión de la secretaria de salud para el uso adecuado.

## VI. PREVENCIÓN Y PREPARACIÓN.

Los desastres con mucha frecuencia afectan parcial o totalmente las estructuras de los sistemas de abastecimiento de agua, en sus componentes de obras de captación, líneas de conducción, unidades de tratamiento, tanques de almacenamiento, línea y redes de distribución y conexiones domiciliarias.

“Los daños más frecuentes y de mayor cuantía ocurren en las obras de toma, líneas de conducción, redes de distribución y conexiones domiciliarias, que dejan los acueductos fuera de operación en períodos que pueden oscilar desde unos días hasta meses.”

Otra de las infraestructuras que resultan bastante dañadas en emergencias ocasionadas por inundaciones son los pozos y estaciones de bombeo, deteriorando además de la estructura física la calidad de agua que se ve seriamente afectada por contaminación con excretas, residuos sólidos y en algunos casos con materiales peligrosos.

Por eso **en el antes** es importante hacer un diagnóstico de los sistemas de abastecimiento de agua, identificar sus debilidades (vulnerabilidades) para mitigarlas o eliminarlas ante los efectos de un desastre. Los preparativos implican la necesidad de identificar las fuentes alternas para dar respuesta en caso de la afectación de las estructuras de abastecimiento.

Los preparativos comprenden también el entrenamiento y la capacitación de los voluntarios de salud y la población en general, en las medidas que se deben tomar **en el antes, en el durante y en el después** de una situación de emergencia o desastre.

A continuación, algunas de las acciones prioritarias:

1. Identificación de fuentes alternas de aprovisionamiento de agua cuando el acueducto (sistema de agua) queda fuera de servicio.
2. Calidad de la prestación del servicio. Asegurar que la calidad, cantidad y continuidad del servicio prestado es suficientemente bueno para que no represente riesgo a la salud de las personas por la falta de agua segura para el consumo humano y demás actividades personales, familiares y comunitarias.

3. Transporte. Planificar la movilización y distribución de los volúmenes de agua en función del tamaño de las poblaciones, así como el control de las condiciones higiénicas que deben cumplir las unidades autorizadas para transportarla
4. Almacenamiento. Planificar la recepción en los centros de almacenaje o acopio, por un lado orientadas a eficientar la descarga de los carros-tanques o cisternas (reducción de pérdidas de tiempos) y por otro en proveer las condiciones de almacenamiento apropiadas para conservar la calidad y asegurar la disponibilidad de agua.  
Garantizar que los recipientes utilizados para almacenar agua estén correctamente desinfectados, para reducir los riesgos de contaminación.
5. Desinfección. Aplicación de los procedimientos y las tecnologías apropiadas para dar al agua las condiciones de seguridad en el consumo humano, la preparación de los alimentos y la satisfacción de otras necesidades de las personas.
6. Distribución. Se debe programar horarios de entrega de agua a las personas afectadas procurando que reciban un servicio de calidad igual o mejor que el establecido en los parámetros nacionales, o en su defecto, los internacionales para las situaciones de emergencia.

**Recuerda:**

La vigilancia de la calidad del agua, que por Ley es competencia de la Secretaría de Salud, debe ser permanente, ya que el suministro de AGUA SEGURA es una de las mejores medidas de la protección de la salud de la población.

Cuando el acueducto ha sido dañado y está en forma parcial o total fuera de operación, será necesario desinfectar el agua a nivel domiciliario, en los albergues, en las unidades de salud y en los demás establecimientos prioritarios.

La desinfección se puede conseguir de varias formas, entre ellas: hirviendo el agua, aplicándole cloro o mediante desinfección solar (SODIS), teniendo en cuenta los procedimientos apropiados y requisitos establecidos en cada una de estas opciones.

## VII. AGUA Y COMUNIDAD. ¿QUÉ PUEDE HACER LA COMUNIDAD?

Durante la ocurrencia de una emergencia o desastre es la propia población, apoyada por sus autoridades locales, la que tiene que hacerle frente a los efectos negativos que representan riesgos sobre sus vidas, sus bienes y su salud personal y colectiva; por ser los elementos de primera respuesta, es importante que **antes del desastre** la comunidad esté organizada y capacitada para actuar por sí misma reduciendo los posibles impactos negativos, ya que la ayuda de los organismos de socorro y de las instituciones de servicio público puede tardar muchas horas o incluso días en llegar.

Entre las actividades que puede desarrollar o apoyar la comunidad organizada están:

1. Identificar las fuentes alternas para el suministro de agua (inventario de manantiales, ríos, quebradas, pozos), determinando también las propiedades de calidad del agua (caracterización) de cada una, y en función de ello, la protección y conservación de las fuentes.
2. Rehabilitar los sistemas de agua (limpieza de fuentes, reparaciones de las líneas de conducción, etc.), incorporándose en los equipos de trabajos.
3. Distribución de agua, organizando sus barrios y colonias para la recepción del agua que se les envíe por parte de las autoridades, organismos de socorro o en el peor de los casos compren de manera colectiva a abastecedores privados.  
Determinar de manera coordinada con las autoridades u organismos de ayuda, las cantidades de agua necesaria para el tamaño de la población, los lugares en donde se ubicarán las cisternas, el número de viajes necesarios, los horarios de llegada de las cisternas, el volumen de agua a asignar por familia, etc.), estos aspectos sólo se pueden manejar cuando ha existido una organización previa y facilitan la distribución equitativa evitando conflictos propios de estas situaciones de alteración ante la escasez.
4. Participar apoyando el tratamiento del agua, tanto en el manejo seguro del agua a nivel del domicilio, como en forma colectiva cuando se le haya preparado para ello
5. Capacitar y difundir a la población las medidas necesarias para mantener la calidad del agua, la higiene y el saneamiento.

6. Vigilar el uso racional del agua.

**Recuerda:**

Mantener siempre tapados y protegidos los recipientes donde almacenamos el agua, evita que se introduzcan elementos que la puedan contaminar como insectos, polvo, animales, excrementos, plaguicidas o venenos, etc.

Hasta que se tiene certeza que el agua del suministro de la ciudad o de pozo que fueron inundados no representa un peligro, usar agua embotellada, otro suministro de agua potable o tratarla en su propio domicilio.

## **VIII. TRATAMIENTO DEL AGUA**

Aunque el agua parezca estar limpia, no podemos estar seguros que sea agua apta para el consumo humano, ya que los **microbios** u organismos que la contaminan desde el punto de vista biológico no se ven a simple vista sólo a través de un microscopio.

El agua puede **CONTAMINARSE** desde que la recolectamos hasta que la consumimos.

Como medida de prevención se recomienda tratar o desinfectar el agua que vamos a beber, o para lavar los alimentos que se consumirán crudos (sin cocinar), lo cual significa eliminar los microbios o agentes que la contaminan.

Las formas más comunes para el tratamiento o desinfección del agua para beber y preparar los alimentos son los siguientes:

### **A. HERVIR EL AGUA**

Es un método efectivo para la destrucción de los microorganismos causantes de enfermedades, siempre que se le use de la siguiente manera:

1. Usar utensilios que estén limpios (ollas, para hervirla y trasvasarla, etc.)
2. Si el agua esta turbia, antes de hervirla primero dejarla reposar y vaciar la parte clarificada con el cuidado de no dejar pasar los sedimentos que están en el fondo del recipiente que nos sirvió para clarificarla, el líquido extraído de esa forma pasar a hervirlo

3. Si el agua esta turbia pero no tiene gran cantidad de sedimentos, la filtración haciéndola pasar a través de una manta limpia (colarla) puede ser suficiente para retener las impurezas físicas no bacteriológicas, por eso debe pasar a hervirla.
4. Si el agua no presenta los problemas antes mencionados, colocarla de una vez en el recipiente, taparla y dejar que hierva en estado de ebullición (cuando salen las burbujas) unos 5 minutos.
5. Dejarla que se enfríe en el mismo recipiente que se hirvió, manteniéndola tapada.
6. Almacenarla en recipientes con tapadera, en lo posible en un balde que tenga una llave para extraerla sin necesidad de manipularla con riesgos de volverla a contaminar.

## B. FILTRACIÓN

Es un método que se recomienda para eliminar las impurezas físicas del agua (sucios flotantes, lodo, sedimentos, etc.), **no sustituye la desinfección**, es un paso previo para clarificar el agua y volver más segura la desinfección, ya que cuando el agua no es suficientemente clara además de gastar mayores cantidades de cloro la desinfección es ineficiente.

Para la filtración casera de pequeñas cantidades de agua, se pueden usar desde el método más sencillo y económico que consiste en hacer pasar el agua por telas y mantas que deben estar bien limpias, ser de tejido muy fino, es decir, con poros muy pequeños, al efecto de retener la mayor cantidad de sedimentos posibles.

Existen otros métodos de filtración utilizando medios filtrantes como arena o combinaciones de arena y grava fina. Una de las unidades más efectivas para la remoción de turbiedad y parásitos, se puede fabricar muy fácilmente a nivel domiciliario haciendo uso de dos recipientes de 5 galones cada uno, colocados uno encima del otro y unidos a través de una tubería de  $\frac{1}{2}$  pulgada de diámetro.

El recipiente superior estará lleno de arena de río, que antes de colocar se debe lavar muy bien y desinfectar. La arena se coloca hasta una altura de  $\frac{3}{4}$  del balde o sea el 75% de la altura del recipiente, a nivel de fondo sale la tubería de  $\frac{1}{2}$  pulgada formando un sifón para ingresar por la parte superior del recipiente inferior. El balde o recipiente

inferior sirve de almacenamiento y tendrá en su fondo una llave de ½ pulgada para controlar la salida de agua tratada.

Como la sola filtración no es suficiente debe aplicarse una dosis de 20 gotas de hipoclorito de sodio al balde inferior cuando este se encuentre lleno de agua y usarse toda el agua hasta vaciarlo. Luego repetir el ciclo, filtrar hasta llenar el recipiente inferior, clorar, consumir y así sucesivamente.



Es importante recalcar que después de filtrar el agua siempre será necesario, hervirla, clorarla o desinfectarla con tratamiento solar (SODIS).

Se debe utilizar el método más adecuado o disponible en el momento.

### C. DESINFECCIÓN DOMÉSTICA DEL AGUA A TRAVÉS DE LA CLORACIÓN

Adaptado del libro "Agua y Saneamiento: Opciones Prácticas para Vivir Mejor". Henry Hernández. OPS/OMS

El cloro se encuentra en varias presentaciones:

- **Hipoclorito de sodio:** Es un líquido transparente de color amarillo ámbar. Se suministra en recipientes plásticos o bolsas que se expenden en centros comerciales y pulperías, con una concentración activa de 5.25%.
- **Hipoclorito de calcio:** Es un producto seco, granulado o en polvo, de color blanco. Se comercializa en recipientes metálicos o plásticos con concentraciones entre el 30 y el 65% de cloro activo.

**Cloro activo, es la cantidad de cloro que realmente va a desinfectar el agua**

- **Cloro gaseoso:** Es un gas amarillo verdoso utilizado generalmente en las plantas de tratamiento de los acueductos para ciudades de tamaños de poblaciones medianas y grandes.
- La Secretaria de Salud regulara las diferentes otras presentaciones de cloro que cumplen con las condiciones necesarias para la desinfección del agua.

**Procedimiento para el uso de hipoclorito de calcio.**

Se necesitan los siguientes materiales:

- Agua.
- Una botella de un litro (1000 cc) con tapón de caucho o plástico.
- Un frasco pequeño de preferencia de color oscuro para almacenar el cloro.
- Una cucharita azucarera.
- Gotero.
- Embudo pequeño.

**Pasos a seguir**

1. Lave muy bien los materiales a utilizar
2. Rotule el frasco pequeño con la leyenda 'Polvo desinfectante, cloro'.

**Nota.** *Cuando se desee la preparación de un litro de solución madre con hipoclorito de calcio al 65 % de cloro activo se usarán 4 cucharaditas al ras*

3. Llene un litro de 1000 CC con agua.
4. Aplique 4 cucharaditas de hipoclorito de calcio al 65% de cloro activo.
5. Tape la botella y agítela suavemente durante tres (3) minutos.
6. Deje reposar la solución preparada de cloro durante media hora.
7. Sin agitar la botella que contiene la solución madre de cloro, tome tres gotas con la solución y aplíquela en el recipiente de un litro.



8. dejar reposar la solución preparada durante 30 minutos (media hora), después de ese tiempo el agua está lista para el consumo.

Cuando se use solución madre de hipoclorito de calcio preparada con un químico del 65 % de efectividad, se debe agregar 3 gotas de la solución por cada litro de agua, cuando se aplique a un galón se deben aplicar 12 gotas, y cuando se aplique a una cubeta de 5 galones se deben aplicar 60 gotas, que equivalen a una cucharadita

<b>Cloro en polvo o granulado al 65 %</b>	
<b>1 litro de agua</b>	<b>3 gotas</b>
<b>1 galón de agua</b>	<b>12 gotas</b>
<b>5 galones o tambo de agua</b>	<b>60 gotas</b>

#### **Observaciones generales**

- Dependiendo de la concentración en que se encuentre el cloro en el mercado, a continuación se muestra una tabla con las cantidades necesarias que deben emplearse para preparar la solución desinfectante en la botella de un litro (1000 CC).

<b>% cloro activo</b>	<b>30 %</b>	<b>35 %</b>	<b>40 %</b>	<b>65 %</b>
Número de cucharaditas que deben colocarse en la botella de 1000 CC.	10	8	6	4

- Mantenga la solución madre fuera del alcance de los niños.
- Evite el contacto con los ojos y el contacto prolongado con la piel.

- La solución madre de cloro preparada en la botella debe ser utilizada antes de 30 días, si después de ese tiempo sobra solución, elimínela, ya que ha perdido concentración y no es efectiva para la destrucción de los organismos patógenos.
- Almacene el cloro en lugar fresco, en recipientes herméticos, donde no penetre la luz y alejada de las fuentes de calor (fogones, calentadores, etc.).
- Las dosis seguras de cloro residual oscilan entre 0.2 y 1.0 mg/litro.

**Cloro residual:**

Cantidad de cloro que está presente en el agua después de haber transcurrido un periodo de 30 minutos de contacto de la solución desinfectante con el agua a desinfectar.

Cuando se use solución de hipoclorito de sodio con una concentración de 5.25 %, se debe agregar 1 gota de la solución por cada litro de agua, cuando se aplique a un galón se deben aplicar 4 gotas, y cuando se aplique a una cubeta de 5 galones se deben aplicar 20 gotas

Cloro comercial al 5.25 %	
1 litro de agua	1 gota
1 galón de agua	4 gotas
5 galones o tambo de agua	20 gotas

- El empleo de mayores cantidades no es económico y puede ser perjudicial para la salud. En situaciones de emergencia, el cloro residual puede ser mayor.
- Para determinar el cloro residual se utilizan comparadores colorimétricos, que son aparatos sencillos en los cuales se compara el color desarrollado en la muestra de agua que se está analizando y el patrón de la escala colorimétrica del aparato.

## BIBLIOGRAFÍA

- M. ASSAR, Guía de Saneamiento en Desastres Naturales. OPS/OMS. 1971
- Administración Sanitaria de Emergencias con Posterioridad a los Desastres. Publicación Científica No. 407. OPS/OMS, Año 1981.
- Salud Ambiental con Posterioridad a los Desastres Naturales. Publicación Científica No. 420, OPS/OMS, Año 1982.
- Los Desastres Naturales y la Protección de la Salud. Publicación Científica No. 575. OPS/OMS, Año 2000.
- Hernández Henry, consultor Salud y Ambiente de OPS / OMS Guías Básicas de Agua y Saneamiento 4ta. Edición, año 2002.

## ANEXOS

### **Pasos para la limpieza y la desinfección de los pozos artesanales después de un desastre natural**

**(Extracto de la Nota técnica No. 1, para emergencias de la OMS.)**

**Paso 1:** inventario de los pozos existentes.

**Paso 2:** rehabilitación y limpieza de los pozos.

**Paso 3:** desinfección de los pozos.

**Paso 4:** remoción del agua de los pozos.

**Paso 5:** control de los niveles de cloro.

#### **Paso 1. Inventario de los pozos existentes**

El desastre pudo haber contaminado o dañado un extenso número de pozos. El primer paso debe ser la selección de los pozos que hay que reparar primero. Las siguientes acciones pueden ayudar a hacer la selección.

- Reúnase con los líderes de la comunidad y pídeles que hagan un breve recuento de los pozos y de los sectores de la comunidad a los que les suministran agua.
- Seleccione los pozos que se usan más comúnmente para proveerse de agua potable.
- Evalúe el tipo y la extensión del daño causado a la parte superior del pozo.
- Estime la cantidad de lodo y escombros que se encuentran en el pozo.
- Pruebe la bomba para saber si aún está en funcionamiento o para determinar las reparaciones que requiere.
- Estime los recursos que se necesitan para las reparaciones (personal, equipo, tiempo y materiales).
- Seleccione los pozos más usados y que se puedan reparar primero con mayor facilidad.

#### **Paso 2. Rehabilitación y limpieza de los pozos**

La desinfección de un pozo sin antes eliminar la fuente de contaminación, sólo brinda una protección temporal del consumo y puede representar un riesgo para la salud. La rehabilitación puede incluir lo siguiente:

1. Reparación o reemplazo del mecanismo de bombeo.
2. Remoción del agua contaminada y de los escombros del pozo con baldes o con bombas.
3. Sellamiento de la parte superior del pozo con una cubierta sanitaria de arcilla construida a su alrededor
4. Construcción de un terraplén con drenaje y un brocal para evitar que el agua de la superficie, los insectos y los roedores entren al pozo.
5. Recubrir el pozo para reducir la contaminación bajo la superficie.

### **Control de la turbiedad y del pH**

Después de la limpieza y de la reparación, se debe permitir que el nivel del agua del pozo regrese a su nivel normal. Se debe medir la turbiedad y el pH para saber si la cloración del agua será efectiva.

Si la turbiedad del agua del pozo es mayor de 5 unidades después de las etapas de limpieza y rehabilitación, se debe sacar nuevamente toda el agua del pozo y restregar el recubrimiento del pozo desde afuera (usando un cepillo de mango largo) usando una solución hecha con hipoclorito de sodio disuelta en agua. Se debe permitir que el pozo se llene nuevamente de agua y se deben evaluar de nuevo los niveles de turbiedad, para confirmar que sean los recomendados.

**Recordar. Nunca se debe tratar con cloro el agua turbia porque las partículas en suspensión, posiblemente, proteja a los microorganismos.**

Si es necesario ingresar al pozo, utilizar protección disponible, y proveer una buena circulación de aire dentro del pozo para que extraiga el cloro en forma de gas.

### **Paso 3. Desinfección del pozo**

Existen varias formas de hacerlo, y la más común es el tratamiento con cloro, dado que queda un nivel residual del desinfectante en el agua.

El cloro tiene las ventajas de tener una amplia disponibilidad, ser sencillo de medir y de usar, y disolverse fácilmente en el agua. Sus desventajas incluyen ser una sustancia peligrosa (que se debe manejar con cuidado) y no ser efectivo contra todos los agentes patógenos (por ejemplo, quistes y virus, los cuales requieren mayores concentraciones de cloro).

El compuesto de cloro que más se usa es el hipoclorito de calcio, (HTH) en polvo o granulado. También se usa el hipoclorito de sodio en forma de blanqueador líquido o en polvo. Cada compuesto de cloro tiene una cantidad diferente de cloro utilizable que depende del tiempo que el producto haya estado almacenado o expuesto a la atmósfera y la forma como se haya hecho.

Parámetros físico-químicos del agua, importantes dentro de la desinfección:

Parámetro	OMS	¿Por qué?	Acción correctiva
pH	6-8	Se requiere un pH de 6,8 a 7,2 para reducir el nivel de cloro que se necesita.	Si el pH es menor de 6, se debe añadir cal hidratada (hidróxido de calcio).
Turbiedad	Menor de 5 Unidades (límite de emergencia, 20 Unidades)	Una turbiedad alta (>5 NTU) requiere más cloro para oxidar la materia orgánica.	Desocupar el pozo de agua y volver a blanquear el recubrimiento del pozo con una solución de cloro

GDWQ: *Guidelines for Drinking-Water Quality* (Guías para la calidad del agua de consumo)

OMS: Organización Mundial de la Salud

NTU: *Nephelometric Turbidity Units* (unidades nefelométricas de turbiedad)

Es de suma importancia que se debe de dotar de Kits de comparación de cloro, medición de turbiedad y pH y sus respectivos reactivos.

El mejor tipo de cloro en una emergencia es el HTH, pues normalmente contiene de 50% a 70% de cloro.

A continuación se describen los métodos para calcular las dosis apropiadas cuando se usa cloro HTH granulado.

La cantidad de cloro requerida depende del volumen de agua en el pozo. Se añade 1 litro de solución de cloro al 0,2% por cada 100 litros de agua que encuentren en el pozo. Se revuelve muy bien el agua del pozo con un palo largo y, luego, se deja que el agua repose por 30 minutos como mínimo.

Cálculo de la dosis de cloro para desinfectar un pozo con hipoclorito de calcio (HTH)

**Equipo:**

- Balde de 20 litros
- Cloro HTH granulado o en polvo

**Método:**

- Calcular el volumen del agua en el pozo con la fórmula:

**Fórmula:**

$$V = (\pi D^2 / 4) * h$$

V = volumen de agua en el pozo (m<sup>3</sup>)

D = diámetro del pozo (m)

H = profundidad del agua (m)

$$\pi = 3,142$$

**Procedimiento:**

- Llenar el balde con agua clara del pozo
- Añadir 50 g de HTH y revolver hasta que se disuelva

Por cada metro cúbico (m<sup>3</sup>) de agua en el pozo, se añaden 10 litros (medio balde) de la solución de cloro.

**Paso 4. Extracción del agua del pozo**

Después del periodo de contacto, se saca toda el agua del pozo usando una bomba o un balde. Cuando el pozo se haya vuelto a llenar por su propia agua, se esperan otros 30 minutos y se mide la concentración de cloro mediante un kit de comparación. Si la concentración de cloro residual es menor de 0,5 mg/L, el pozo es seguro para su uso. Si la concentración es mayor de 0,5 mg/L, hay que sacar nuevamente toda el agua del pozo y repetir el proceso.

No permita que nadie use el pozo durante el proceso de limpieza. El agua contiene una gran concentración de cloro, que le confiere mal sabor y olor, y además, puede ser peligrosa.

**TABLA SOBRE EL MANEJO ADECUADO DEL CLORO PARA DESINFECCIÓN EN SITUACIONES DE EMERGENCIA**

N°	Depósito	Capacidad	Agua para Beber		Desinfección de Frutas y Verduras. (Tiempo de Tratamiento 5 minutos)		Lavado de Recipientes y Utensilios		Desinfección de Servicios Sanitarios, Baños, Pisos, Paredes, etc.	
			"H.T.H."	Cloro comercial.	"H.T.H."	Cloro comercial.	"H.T.H."	Cloro comercial.	"H.T.H."	Cloro comercial.
1	Bote	1 Litro	3 gotas	1 gota	20 gotas (1 mL)	4 gotas	20 gotas (1 mL)	4 gotas	100 gotas (5 mL)	18 gotas (1 mL)
2	Galón	4 Litros	11 gotas (0.5 mL)	4 gotas	76 gotas	16 gotas	76 gotas (3.5 mL)	16 gotas	379 gotas (19 mL)	72 gotas (3.5 mL)
3	Balde	19 Litros	57 Gotas (3 mL)	19 gotas (1 mL)	379 gotas (19 mL)	72 gotas (3.5 mL)	379 gotas (19 mL)	72 gotas (3.5 mL)	1893 gotas (95 mL)	(18 mL)
4	Barril	220 Litros	660 gotas (33 mL)	220 gotas (11 mL)	4,400 gotas (210 mL)	(42 mL)	4,200 gotas (210 mL)	(42 mL)	22,000 gotas (1100 mL)	(210 mL)

**H.T.H.** = Hipoclorito de Calcio al 65% solución madre, se prepara 16 gramos disueltas en 1 litro de agua, dejando esta, reposar ½ hora; para hacer uso de esta.

**Cloro comercial** = Hipoclorito de Sodio al 5.25% solución lista para ser usada (Cloro Magia Blanca)

(16 gramos=cuatro cucharaditas de hipoclorito de calcio al 65%)

**Dirección General de Vigilancia de la Salud, Departamento de Emergencias Nacionales.**

**Colaboración de Lic. Alonso Miralda, Región Sanitaria Metropolitana del Distrito Central. 2007-09-10**



## **Desinfección de Pozos después de una Emergencia**

**(Adaptado de nota técnica del Centro para el Control y la Prevención de las Enfermedades. CDC)**

---

### **Precauciones de seguridad**

1. Antes de comenzar cualquier acción, inspeccione cuidadosamente el área alrededor del pozo para despejar cualquier peligro eléctrico o físico. Estos peligros pueden ser líneas del tendido eléctrico caídas al suelo o en el agua, objetos de metal, vidrio o escombros de madera, huecos al descubierto y superficies resbalosas.
2. Use zapatos o botas con suela de caucho para protegerse contra las descargas eléctricas.
3. Desconecte la energía en el área del pozo antes de despejar los escombros del lugar. Inspeccione todas las conexiones eléctricas para detectar fallas en el aislamiento o presencia de humedad. Reconecte la energía únicamente si todas las conexiones están secas y parecen no estar dañadas para que no se dé la oportunidad de golpes eléctricos.
4. No encienda ningún equipo eléctrico si hay un olor persistente a combustible como gasolina proveniente de la entrada del pozo. Permita que el pozo se ventile. Si el olor persiste, comuníquese con la oficina de la secretaría de Salud de su localidad, mientras tanto no continúe con el proceso de desinfección del pozo sino hasta que se haya eliminado la causa de la contaminación detectada.
5. Antes de comenzar el trabajo en el pozo, despeje todos los escombros a su alrededor para evitar que le caigan desperdicios.
6. Cuando se despejen escombros de pozos de diámetro grande use las herramientas e implementos apropiados para extraerlos. No entre en el pozo. En el interior del pozo se pueden acumular gases y vapores, lo cual crea situaciones de peligro.

Siga estas precauciones adicionales mientras hace los preparativos para desinfectar los pozos;

- Las soluciones de cloro pueden causar quemaduras químicas. Use guantes de caucho, gafas protectoras y delantales o ropa impermeable cuando trabaje con soluciones de cloro.
- Cuando mezcle y maneje soluciones de cloro, trabaje en áreas bien ventiladas y evite inhalar los vapores que se desprenden de las mismas. Cuando trabaje en espacios cerrados, use ventiladores mecánicos para que circule aire fresco.
- Advierta a los usuarios que no consuman ni se bañen con esa agua hasta completar todos los procedimientos de desinfección del pozo y éste haya sido limpiado por completo.

A continuación se dan instrucciones generales para desinfectar pozos que pueden haber quedado contaminados por microorganismos peligrosos en inundaciones u otros desastres naturales.

### **Pasos para desinfectar pozos perforados o excavados**

Se recomienda este proceso después de inundaciones y cuando los resultados de las pruebas de un pozo confirman la presencia de bacterias. Es un método efectivo para eliminar la contaminación de gérmenes, pero si existen problemas causados por la construcción defectuosa del pozo o debido a

la contaminación del agua subterránea, la cloración es solo una solución temporal. Si persiste la contaminación, es posible que se necesite investigar más para determinar el problema.

El proceso de desinfección puede tardar desde unas cuantas horas a unos cuantos días para completarse. Asegúrese de almacenar suficiente agua para satisfacer las necesidades de su hogar antes de comenzar este proceso.

### **Procedimiento de desinfección**

#### **Paso 1:**

Restregar y enjuagar cualquier material extraño del borde del pozo o de la tubería de revestimiento.

- **Pozos perforados y excavados:** Retirar la cubierta del pozo y limpiar minuciosamente el interior del mismo para extraer todos los desperdicios. Si hay sedimentos de lodo y arena, retirar la bomba y hacerle una limpieza a fondo antes de usarla.
  
- **Pozos excavados:** Retire la cubierta y limpie minuciosamente el interior del pozo para extraer todos los desperdicios que estén flotando. Si las paredes del pozo tienen algún recubrimiento, frótelas con un cepillo y una solución fuerte de cloro y agua. Use baldes o bombas para vaciar el agua contaminada y los desperdicios del pozo. Si hay lodo y arena, retire la bomba y hágale una limpieza a fondo antes de usarla. Enjuagar bien las paredes del pozo vertiendo agua a lo largo de su borde. Vaciar nuevamente el agua contaminada con la que se enjuagó el pozo y luego permitir que éste vuelva a llenarse.

*Precaución:* En las áreas sin energía eléctrica, es posible que se necesite un generador portátil para operar bombas y equipos.

#### **Paso 2:**

Extraiga agua del pozo manualmente o con una bomba hasta que el agua esté clara. Si tiene un pozo de bajo rendimiento, vacíe el agua más despacio. No bombee el agua contaminada a ningún tanque ya existente. En su lugar, desconecte la tubería entre el tanque y la bomba para facilitar las tareas de limpieza.

#### **Paso 3:**

Usar la tabla que se encuentra al final de esta Guía para calcular la cantidad de hipoclorito de calcio o de sodio, según el que se esté usando, que se debe usar según las características del pozo

Para determinar la cantidad exacta, encuentre el diámetro correspondiente del pozo en la columna izquierda. Luego haga corresponder la cantidad de cloro que se necesita según la cantidad de tiempo que va a permanecer la concentración en el pozo. Multiplique la cantidad de cloro que se necesita por cada 3 metros (diez pies) de agua en el pozo.

Por ejemplo, un pozo de 8 pulgadas de diámetro requiere 3½ onzas fluidas de hipoclorito de sodio para un tiempo de retención de 8 horas a 50 partes por millón por cada 3 metros (10 pies) de agua.

Si el agua en el pozo tiene una profundidad de 30 pies, multiplique  $3\frac{1}{2}$  onzas fluidas por 3 para determinar la cantidad de cloro requerido, o sea:  $3\frac{1}{2} \times 3 = 11.5$  onzas fluidas.

En un balde limpio de 5 galones agregue esta cantidad total de cloro al agua en él contenida, o mezcle la cantidad de la solución de hipoclorito en los 5 galones de agua.

Si no sabe con certeza cuál es la profundidad de su pozo, hable con los vecinos para ver si están al tanto de la profundidad de sus pozos. Por lo general, la profundidad de los pozos es similar en los vecindarios. Si todavía no puede determinar la profundidad de su pozo, bájese en la opinión más fundamentada, entonces aumente las cantidades recomendadas de cloro en un 50%.

**Paso 4:**

Vierta la solución de cloro en el pozo haciendo movimientos circulares para asegurar el contacto en todos los lados del revestimiento interior del pozo o de la tubería de revestimiento del mismo. Cuando lo anterior no es posible, vierta la solución en el centro del hueco del pozo.

**Paso 5:**

En el caso de pozos conectados a un sistema de abastecimiento a viviendas, abra todas las llaves en el interior y en el exterior de la vivienda y bombee agua hasta que note un fuerte olor a cloro en cada llave. Si no percibe el olor al cloro después de dejar correr el agua en todas las llaves durante 15 minutos, aumente la cantidad de cloro en la mitad de la cantidad original usada y repita estos procedimientos.

Detenga la bomba y permita que la solución de cloro permanezca en el pozo y el sistema de tuberías. Es preferible que la solución permanezca en el pozo durante 8 horas o de un día para otro, si es posible. No deje cloro en los pozos por más de 24 horas debido a que esto puede afectar algunas piezas de la bomba.

**Paso 6:**

Después de que el desinfectante se haya asentado en el pozo por el período de tiempo recomendado, encienda la bomba, y mediante mangueras o tuberías dirija el agua a un área alejada del pozo.

El agua en el pozo contiene concentraciones altas de cloro que pueden ser peligrosas para las plantas, tanques sépticos y corrientes de agua. Vacíe el agua en un área donde no se haga daño a las plantas o corrientes de agua. Continúe corriendo el agua hasta que desaparezca el olor a cloro, luego abra las llaves localizadas en el interior de la vivienda para drenar el cloro que queda en las tuberías.

El agua de los pozos que fueron desconectados del sistema de tuberías simplemente puede ser bombeada o extraída con baldes hasta que desaparezca el olor a cloro.

**Toma de muestras después de la desinfección**

Hasta que se realice el análisis del agua, toda agua destinada al consumo humano debe ser hervida, o se debe usar una fuente de agua segura alterna.

Espere al menos 2 días después de la desinfección para asegurarse que el cloro ha salido por completo del sistema. Luego obtenga una muestra de agua para determinar la presencia de coliformes totales y fecales y confirmar si el agua es apta para beber.

Si los resultados del análisis de la muestra indican que no están presentes ambas coliformes, el agua puede considerarse apta para beber desde el punto de vista microbiológico. Haga el seguimiento con dos muestras adicionales, una en las siguientes 2 a 4 semanas y otra en 3 a 4 meses.

Para verificar si el agua a su disposición es apta a largo plazo, continúe monitoreando la calidad del agua al menos dos veces al año o con más frecuencia si sospecha algún cambio en la calidad del agua.

Si los resultados del análisis de la muestra indican la presencia de coliformes totales y fecales, repita el proceso de desinfección del pozo y vuelva a hacer un análisis de muestras. Si las pruebas continúan detectando la presencia de bacterias, realizar estudios especializados para investigar la causa de la contaminación.

**Tabla. Cantidad de cloro requerido por cada 3.1 metros (10 pies) de agua en el pozo\***

Diámetro del ademe del pozo en pulgadas	Cantidad de 5.25% de hipoclorito de sodio (Cloro/ blanqueador )			Cantidad de 65% de hipoclorito de calcio (Gránulos de cloro/blanqueador)		
	<i>Tiempo de desinfección según la concentración de desinfectante</i>					
	100 ppm por 2 horas	50 ppm por 8 horas	25 ppm por 24 hrs.	100 ppm por 2 hrs.	50 ppm por 8 hrs.	25 ppm por 24 hrs.
<b>1½</b>	⅛ de onza fluida o 3.7 mL	¾ de cucharadita o 3.7 mL	1/3 de cucharadita o 3 mL	No es práctico usar gránulos de cloro para estas tuberías de recubrimiento de diámetro pequeño		
<b>2</b>	½ onza fluida o 14.79 mL	¼ de onza fluida o 7.39 mL	⅛ de onza fluida o 3.7 mL			
<b>3</b>	1 onza fluida o 29.57 mL	½ onza fluida o 14.79 mL	¼ de onza fluida o 7.39 mL			
<b>4</b>	1½ onzas fluidas o 44.36 mL	¾ de onza fluida o 22.18 mL	⅜ de onza fluida o 11.09 mL			
<b>6</b>	4 onzas fluidas o 118.29 mL	2 onzas fluidas o 59.15 mL	1 onza fluida o 29.57 mL	¼ de onza o 7.09 grs.	⅓ de onza o 3.54 grs.	1/16 de onza o 1.77 grs.
<b>8</b>	7 onzas fluidas o 118.29 mL	3½ onzas fluidas o 103.51 mL	1¾ onzas fluidas o 51.75 mL	½ onza o 14.17 grs.	¼ de onza o 7.09 grs.	⅛ de onza o 3.54 grs.
<b>10</b>	10 onzas fluidas o	5 onzas fluidas o	2 onzas fluidas o	¾ de onza o	⅝ de onza o	3/16 de onza o

	295.74 mL	146.87 mL	59.15 mL	21.26 grs.	10.63 grs.	5.32 grs.
<b>12</b>	2 tazas o 473.18 mL	1 taza o 236.59 mL	½ taza o 118.29	1 onza o 28.35 grs.	½ onza o 14.17 grs.	¼ onza o 7.09 grs.
<b>18</b>	4½ tazas o 1.06 L	2¼ tazas o 532.32 ml	1⅝ tazas o 266.16 mL	2½ onzas o 70.87 grs.	1¼ onzas o 35.44 grs.	¾ onza o 21.26 grs.
<b>24</b>	7½ tazas o 1.77 L	3¾ tazas o 887.21 ml	1⅞ tazas o 443.60 mL	4½ onzas o 127.57 grs.	2¼ onzas o 63.79 grs.	1½ onzas o 31.89 grs.
<b>36</b>	17½ tazas o 4.14 L	8¾ tazas o 7.01 L	4⅞ tazas o 1.04 L	10 onzas o 283.5 grs.	5 onzas o 141.75 grs.	2½ onzas o 70.87 grs.
<b>Notas: 1 cucharada llena del 65% de cloro=½ onza; 8 onzas=1 taza. Abreviaciones: L=litro; mL=mililitro; ppm=partes por millón</b>						

## Limpieza y desinfección de los tanques de almacenamiento de agua

(Adaptación de la Nota técnica No. 3, para emergencias de la OMS)

---

### Introducción

Con frecuencia se requiere proveer un suministro básico de agua durante una emergencia, esto puede suceder porque el suministro normal se ha dañado o destruido, o porque las personas se reúnen en un lugar en donde no existe el suministro de agua (por ejemplo, en un albergue).

Generalmente, la forma más rápida de proveer el suministro de agua es transportarla en camiones cisterna desde una fuente cercana y almacenar el agua en tanques o represas. No obstante, es inusual que los camiones cisterna y los depósitos de agua se puedan conseguir fácilmente en estas situaciones. La solución más común es contratar vehículos y tanques que se hayan usado para otros propósitos, los cuales se deben limpiar y desinfectar antes de poder usarlos.

### Pasos para la limpieza y desinfección de un camión cisterna de agua

#### Paso 1. Limpieza del tanque

El tanque se debe limpiar para garantizar que el agua almacenada en él no se contamine con suciedad o restos de la sustancia que el tanque contenía anteriormente. **Se van a requerir grandes cantidades de agua limpia para limpiar y tratar los tanques de almacenamiento y los camiones cisterna, antes de que se puedan usar para guardar agua.**

Esto se puede lograr al seguir los siguientes tres pasos.

#### **A. Drenar o vaciar el tanque**

Abra la válvula o llave de salida y drene todo el líquido restante. Recoja los líquidos eliminados para que se puedan desechar con seguridad. La mayoría de los camiones cisterna tienen la válvula de salida en la parte de atrás, razón por la cual se deben estacionar en una pendiente para que todos los líquidos se puedan descargar fácilmente. El proceso de vaciado de los líquidos restantes de los tanques portátiles depende de la forma y el diseño del tanque.

#### **B. Limpiar y restregar todas las superficies internas**

Utilice una mezcla de detergente y agua para limpiar todas las superficies internas del tanque. Esto se puede hacer con un cepillo firme o con un chorro de agua a alta presión. Si el tanque contenía sustancias volátiles, como el aceite, o líquidos orgánicos, como la leche, no intente ingresar al

tanque pues los gases despididos por los líquidos pueden ser peligrosos. La colocación del cepillo en la punta de un palo largo posibilita la limpieza del tanque sin tener que entrar en él.

Tenga especial cuidado en la limpieza de las esquinas y de las uniones para que no quede ni la más mínima cantidad del líquido original. Hasta los residuos más mínimos de algunos líquidos le pueden dar mal sabor al agua y las personas rehusarán consumirla.

Deje abierta la válvula de salida mientras se limpia el tanque y recoja los desperdicios líquidos, para desecharlos en forma segura.

**C. Limpie todas las superficies internas** para eliminar todos los restos de detergente. Esto se hace más fácilmente con una manguera o con un chorro de agua a alta presión, pero si no se cuenta con ello, se puede llenar el tanque con agua y dejarlo reposar por unas cuantas horas. Drene el agua del tanque y recójala para desecharla en forma segura, como se hizo anteriormente. Continúe vaciando el tanque hasta que no haya vestigios de detergente en el agua.

**La limpieza del tanque del camión cisterna se debe hacer en un área al aire libre lejos de las casas, para evitar posibles problemas de salud.**

#### Paso 2. Desinfección del tanque

- Para desinfectar el tanque de forma eficiente, llénelo con agua limpia solamente hasta la cuarta parte de su capacidad. Es importante no llenar mucho el tanque, pues se disminuye la concentración de la solución de cloro y se limita la eficacia de la limpieza. Para calcular la cuarta parte del tanque, se usa un palo con marcas graduadas que indiquen el nivel del agua. Las marcas se deben hacer en el palo en intervalos de 10 cm., empezando en 0 cm. en la base del tanque.
- Prepare una solución concentrada de cloro para desinfectar el tanque. La mejor fuente de cloro es el HTH granulado o en polvo, pues contiene de 50% a 65% de cloro. A continuación se resumen los métodos para calcular la dosis apropiada de cloro para desinfectar un tanque con HTH granulado.

#### **Desinfección con cloro de un tanque**

- Calcule el volumen total del tanque.
- Llene un balde de 20 litros con agua limpia.
- Añada 50 g de cloro HTH al agua y revuelva hasta que se disuelva.
- Añada 10 litros (medio balde) de solución de cloro al agua del tanque por cada metro cúbico (m<sup>3</sup>) del volumen del tanque. Recuerde que 1m<sup>3</sup> = 1.000 L.



**Ejemplo:**

Si requiere desinfectar el tanque de un camión cisterna que tiene 8.04 m<sup>3</sup> de capacidad, entonces, añada un poco más de 4 baldes de 20 litros de solución de cloro al llenar el tanque de agua limpia.

- Vierta la solución lentamente dentro del tanque, revolviendo mientras se hace, y, luego, llene el tanque a su capacidad máxima con agua limpia.
- Dejar reposar el cloro en el tanque por 24 horas para asegurarse de su completa desinfección. Si el tanque tiene tapa, que es lo recomendable, ésta debe colocarse.
- Si el tanque se necesita para uso urgente, duplique la cantidad de cloro en el tanque. Esto reduce el tiempo de reposo de 24 a 8 horas.
- Vacíe completamente el tanque y deseche apropiadamente el agua, pues contiene una alta concentración de cloro.
- Recuerde que debe limpiar y desinfectar también los tubos o las mangueras conectados al tanque. Se debe usar el mismo procedimiento previamente descrito.

**Paso 3. Evaluación del cloro**

- Llene nuevamente el tanque con agua limpia y déjela reposar por 30 minutos. El cloro residual del tanque se determina mediante un equipo de campo de comparación colorimétrica.
- Si la concentración de cloro residual es de 0,5 mg/L o menos, el tanque es seguro para el almacenamiento de agua. Si la concentración es mayor de 0,5 mg/L, vacíe nuevamente el tanque y llénelo con agua limpia. Determine nuevamente que la concentración de cloro sea de 0,5 mg/L o menos.

**Recomendaciones Generales****Sobre la disposición de los desechos**

- Se debe tener especial cuidado cuando se desechan los líquidos de los contenedores. Una descarga súbita de agua puede causar erosión localizada o inundaciones.
- Asegúrese de que el agua se canalice hacia una corriente de agua natural, como un río, una quebrada o un lago.
- Si el camión cisterna se ha utilizado para transportar otros líquidos, se deben observar las medidas necesarias para prevenir la contaminación del ambiente.

- Una opción para el desecho seguro es recoger los residuos líquidos en un estanque temporal y, luego, mezclar el líquido con arena. La mezcla se puede transportar a un lugar adecuado, como un relleno sanitario, para ser desechada.
- Si hay grandes cantidades de residuos líquidos, se requiere un camión cisterna con tanque de vacío, para sacar el líquido y para desecharlo de manera segura.

#### Sobre aspectos de salud y seguridad

- Trabajar dentro de un camión cisterna de agua puede ser difícil y peligroso. Las personas que van a hacer la limpieza de los tanques deben saber que algunos líquidos transportados en los tanques que no se han destinado exclusivamente para el transporte de agua pueden despedir gases peligrosos que pueden permanecer en él aunque se haya extraído el líquido. También se pueden caídas en superficies resbalosas.
- Siempre se debe introducir aire fresco en el tanque durante algún tiempo, antes de permitirle a alguien entrar al tanque cisterna. La persona que lo va a limpiar debe usar traje de protección, que incluye guantes, botas, casco y gafas.
- Asegúrese de que alguien permanezca afuera, cerca de la boca de entrada a la cisterna, durante todo el tiempo que se trabaje dentro del tanque, en caso de que se produzca un accidente. La disponibilidad de máscaras para gases y ventiladores portátiles es una ventaja.



**Organización  
Panamericana  
de la Salud**



Oficina Regional de la  
Organización Mundial de la Salud