



## CAPÍTULO 3

---

### Medidas correctivas para mejorar la calidad del agua

---

Conocido el riesgo al que se encuentra expuesta la población afectada por una emergencia o desastre, debido a la imposibilidad de contar con agua para el consumo humano, las autoridades y responsables de la respuesta frente a la emergencia, deben buscar alternativas de dotación de agua segura que permitan proteger la salud de las personas.

Dependiendo de los resultados de la información procesada, se identifican las medidas correctivas inmediatas, así como las acciones preventivas para evitar problemas similares en el futuro. Estas medidas correctivas varían dependiendo de las alternativas técnicas de solución, área de intervención, costos, actores involucrados, etc.

A continuación se describen las medidas correctivas más frecuentes aplicadas en situaciones de emergencia o desastre.



#### Selección y tratamiento de fuentes alternas de agua

En situaciones de emergencia y desastre el suministro de agua para el consumo humano y la higiene personal es fundamental. Sin embargo, muchas veces, las fuentes disponibles de agua son limitadas.

En este sentido, las guías y normas de calidad de agua potable de los países deben ser flexibles para situaciones de emergencia y desastre, teniendo en consideración los riesgos y los beneficios para la salud, en el corto y largo plazo; es importante destacar que restringir la disponibilidad de agua para la higiene, como a menudo ocurre, puede ocasionar el incremento del riesgo de la transmisión de enfermedades<sup>13</sup>.

Con el propósito de asegurar la disponibilidad de agua en situaciones de emergencia y desastre, se debe prever la identificación de fuentes alternas de abastecimiento. Dependiendo del origen (superficial o subterráneo) y de los factores naturales o artificiales que afecten su calidad, la fuente de abastecimiento tiene influencia en la salud de los consumidores por lo que debe prestarse especial atención en cuanto a su protección, calidad y tratabilidad.

Para la toma de decisiones en la selección de una fuente alterna de agua, se deberá evaluar además la procedencia, producción y contaminación, así como verificar la necesidad de tratamiento. En general, las fuentes subterráneas son preferibles porque requieren menos tratamiento, especialmente si se trata de agua procedente de manantiales. (Ver cuadro N° 6)

La figura N° 5 muestra un árbol de decisiones que puede facilitar la selección de una fuente alterna de agua para abastecer por lo menos durante la primera etapa de la emergencia<sup>14</sup>.

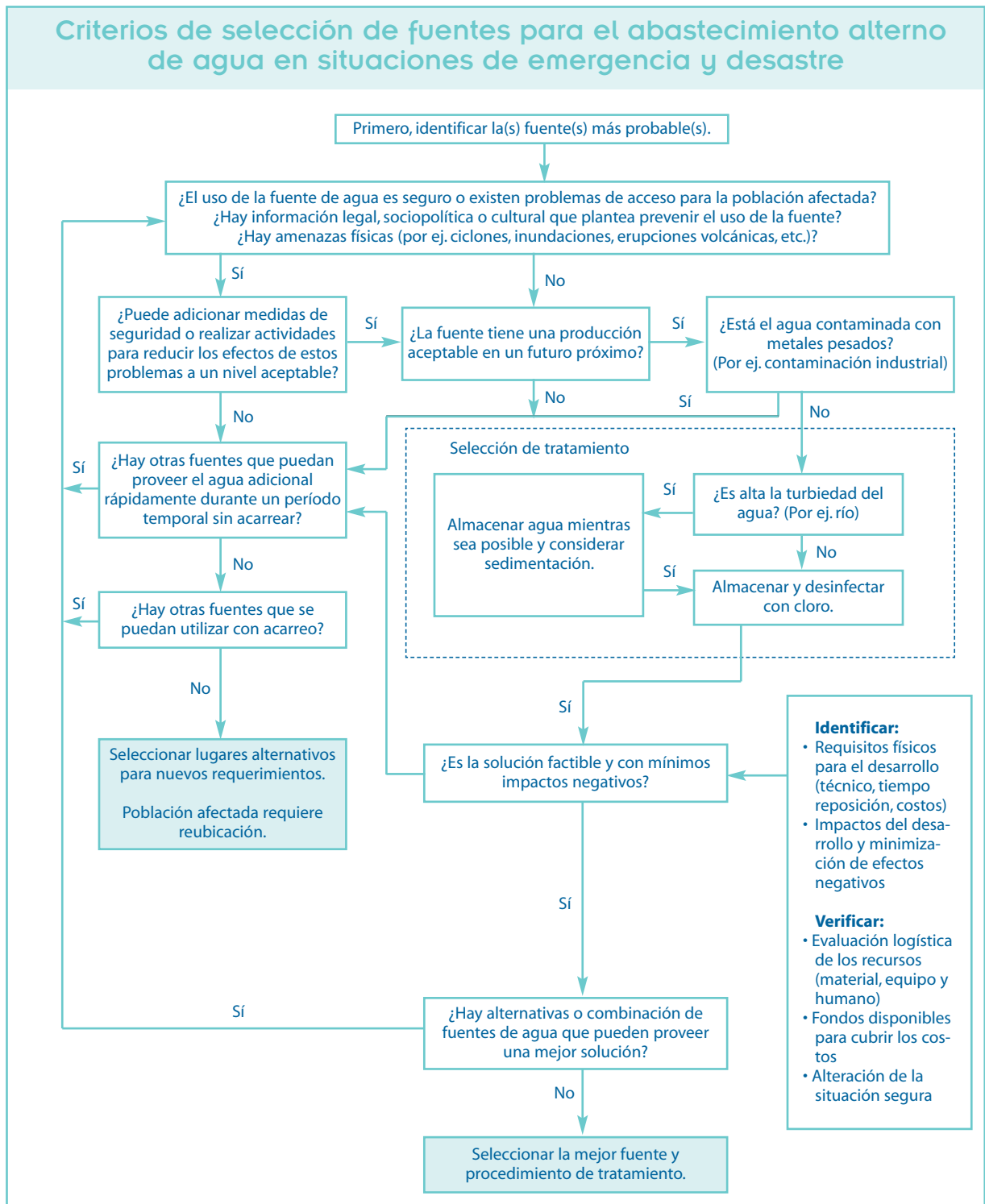
13 OMS, *Guías para la calidad del agua*, vol. 1-3, ed. 2004.

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwa/gdwq3/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwa/gdwq3/en/)

14 OMS, *Environmental health in emergencies and disasters*, cap. 7, 2002.

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/higiene/emergencias/em2002chap7.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/higiene/emergencias/em2002chap7.pdf)

Figura N° 5



En caso de que la fuente seleccionada requiera de tratamiento, éste debe hacerse en la medida mínima indispensable para tener la seguridad de que resulta aceptablemente potable, utilizando una tecnología apropiada y un método fiable. Es importante disponer de información básica de las fuentes de agua, proceso de tratamiento y los diferentes métodos de desinfección de agua.

Cuadro N° 6

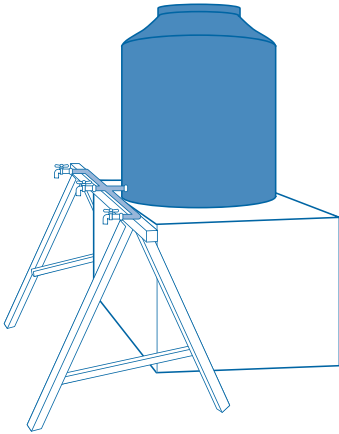
Tratamientos recomendados para diferentes fuentes de agua con el fin de minimizar el riesgo sanitario <sup>14</sup>	
Tipo de fuente	Tratamiento recomendado
<b>Agua subterránea</b>	
Pozos profundos protegidos, esencialmente libres de contaminación fecal	Desinfección
Pozos superficiales no protegidos, con probabilidad de contaminación fecal	Filtración y desinfección
<b>Aguas superficiales</b>	
Aguas embalsadas protegidas en tierras altas, esencialmente libres de contaminación fecal	Desinfección
Aguas embalsadas no protegidas en tierras altas, con probabilidad de contaminación fecal	Filtración y desinfección
Ríos no protegidos en tierras bajas, con probabilidad de contaminación fecal	Desinfección previa o almacenamiento, filtración y desinfección
Cuenca hidrográfica no protegida, contaminación fecal considerable	Desinfección previa o almacenamiento, filtración, tratamiento suplementario y desinfección
Cuenca hidrográfica no protegida, contaminación fecal manifiesta	No se recomienda su utilización para el abastecimiento de agua potable



## Limpieza y desinfección de tanques de distribución

Para el abastecimiento público de agua que utiliza tanques de distribución, se recomienda realizar el lavado y la desinfección periódica de los tanques.

15 OPS/OMS, Reiff, Fred, Vicente Witt, "Manual de desinfección. Guías para la selección y aplicación de tecnologías de desinfección de agua para consumo humano en pueblos pequeños y comunidades rurales en América Latina y el Caribe", Serie técnica N° 10 000, OPS/OMS 1995.



Se prepara una solución de quince gotas de hipoclorito de sodio (cloro) por cada litro de agua, para lavar y cepillar el interior y exterior de los recipientes. Se enjuaga bien el recipiente y se llena nuevamente con agua limpia.

Este tanque debe permanecer tapado. Se deben instalar grifos para acceder al agua, evitando la manipulación del líquido con depósitos que puedan estar sucios.

Para repartir esta solución se puede coordinar con la entidad proveedora de servicios de agua. Es importante involucrar en esta tarea a los líderes de la comunidad, para que se responsabilicen del cuidado del agua de consumo humano.



## Tratamiento del agua a nivel domiciliario

La eficiencia del tratamiento en la remoción de los compuestos que afectan la aceptabilidad del agua para consumo humano está influenciada por la calidad del agua cruda y, en especial, por su operación, mantenimiento y el control de los procesos de tratamiento y desinfección.

La distribución de agua a la población afectada culmina con la disposición del agua al interior de las viviendas, donde se debe implementar una serie de medidas para evitar su contaminación.

La elección del tratamiento se realiza en función de la calidad del agua que abastece a la comunidad, de la disponibilidad de energía eléctrica y del número de personas beneficiadas. Los resultados de la sistematización de la información ayudarán a definir el tipo de tratamiento que se debe brindar al agua al nivel domiciliario.

### Clarificación

Antes de la desinfección se debe remover la turbiedad, el color y otras impurezas precipitables que se encuentran en el agua. De nada sirve echar cloro en este tipo de agua.

Los procesos de clarificación más frecuentes son:

- Sedimentación, coagulación o floculación
- Tamizado
- Adsorción (carbón, arcilla, etc.)
- Filtración (Filtros cerámicos, lentos de arena, rápidos de arena)

## Desinfección

El agua desinfectada debe almacenarse solamente en envases limpios, cerrados y que no sean corrosivos, para minimizar los riesgos de contaminación.

Existen métodos físicos y químicos para la desinfección casera del agua.

**a. Métodos físicos:** ebullición, UV y Sodis<sup>16</sup>

**b. Métodos químicos:** cloración<sup>17</sup> (con hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio, etc.), iodación y ozono

Se resumen algunos métodos para el tratamiento doméstico de agua y se detallan sus ventajas y limitaciones en el contexto de las emergencias y desastres.

Cuadro N° 7

Métodos para el tratamiento doméstico del agua en situaciones de emergencia y desastre <sup>18</sup>				
Sistema	Proceso	Eliminación	Ventajas	Restricciones
<b>Clarificación</b>				
Sedimentación (almacenamiento)	Se almacena agua sin tratar en un primer recipiente.  Luego de 24 horas, con cuidado, se vacía el agua en un segundo recipiente.  Después de 24 horas, se echa el agua en un tercer recipiente.	Un 50% de la mayoría de bacterias muere.  Se elimina una parte importante de la turbidez.	Método sencillo.  A través del almacenamiento del agua y con la aplicación de algunos coagulantes como el sulfato de aluminio <sup>19</sup> se puede reducir su turbiedad.	Eliminación parcial de los organismos patógenos.  Para el consumo humano se recomienda hervir el agua o desinfectarla después de la clarificación.

16 Environmental and Public Health Organization. <http://enpho.org/sodis.html>

17 OPS, *Pautas para el desarrollo de estrategias en salud ante desplazamientos masivos: Guía para autoridades territoriales*, 2004. [http://www.disaster-info.net/desplazados/documentos/saneamiento01/1/04metodos\\_dedesinfeccion\\_delagua.htm](http://www.disaster-info.net/desplazados/documentos/saneamiento01/1/04metodos_dedesinfeccion_delagua.htm)

18 CDC: Centro para el control y la prevención de enfermedades, Departamento de salud y servicios humanos, *Manual del sistema de agua segura*. [http://www.cdc.gov/spanish/agua-segura/s-alt\\_water.htm#figure\\_19](http://www.cdc.gov/spanish/agua-segura/s-alt_water.htm#figure_19)

19 ACNUR, *Manual para situaciones de emergencia*, febrero 1988. <http://www.acnur.org/biblioteca/pdf/1664.pdf>

Sistema	Proceso	Eliminación	Ventajas	Restricciones
Tamizado	<p>Se utiliza un recipiente con capacidad para 20 litros y un pedazo de tela o paño fino.</p> <p>Se echa el agua a través de la tela monofilamento.</p>	<p>Alguna turbidez.</p> <p>Puede reducir la transmisión del nematodo de Guinea, pero no eliminarla.</p>	<p>Método simple para la prevención del <i>nematodo de Guinea</i> en las zonas en las que los <i>copépodos</i> albergan <i>V. cholerae</i>.</p>	<p>Eliminación limitada de otros patógenos.</p> <p>El agua está menos turbia, pero requiere ser desinfectada.</p>
"Adsorción" o filtros "catalíticos"	<p>El agua pasa a través de un filtro molido muy finamente, compuesto de zeolita o similar.</p> <p>Llenar la botella con agua sin tratar y aspirar en el tubo de la tapa, sacando el agua a través del filtro. El tamaño de los poros es de aproximadamente 2 micrones.</p>	<p>Sabor, olor, cloro y sólidos patógenos en suspensión, compuestos orgánicos volátiles y metales pesados.</p> <p>Esto elimina casi todas las impurezas.</p>	<p>Muy simples de utilizar. Los pequeños filtros se unen a la tapa de una botella de agua.</p>	<p>Los filtros son fáciles de cegar por los sólidos en suspensión.</p> <p>Tienen una vida limitada ya que son capaces de filtrar un máximo de 750 litros de agua.</p> <p>Son relativamente costosos.</p>
Filtros cerámicos (Ver anexo N° 4)	<p>El agua pasa (por gravedad o sifón) del exterior al interior a través de un cilindro de cerámica, no vidriado (llamado a menudo "vela").</p>	<p>Sólidos en suspensión y organismos patógenos, incluyendo virus, que no pueden pasar a través de un poro de 0.2 micrones.</p>	<p>Existen filtros simples y robustos.</p>	<p>Los sólidos en suspensión se eliminan frotando la vela, lo que elimina el mate.</p> <p>Las velas pueden ser relativamente costosas.</p>

Sistema	Proceso	Eliminación	Ventajas	Restricciones
Filtros lentos de arena	Se utiliza una arena relativamente fina y una tasa lenta de filtración para eliminar las impurezas por sedimentación, adsorción, tamizado, y procesos químicos y biológicos.	Reduce sustancialmente elementos patógenos (los métodos microbiológicos son el mecanismo principal de eliminación).	Puede emplearse a nivel individual o colectivo.  Reducción de patógenos pero no eliminación completa. Materiales localmente disponibles.	Solo apropiado para agua sin tratar con una turbidez inferior a 20 NTU.  Requiere un mantenimiento cuidadoso.
Filtros de arena rápidos	Uso de arena más gruesa y una tasa más elevada de flujo que los filtros lentos para eliminar las impurezas mediante la sedimentación, adsorción, tamizado, procesos químicos y microbiológicos.	Sólidos en suspensión especialmente después de la coagulación y la floculación.	Relativamente pequeños y compactos.	No es eficaz para eliminar patógenos.  Necesita un sistema para retrolavado.
<b>Desinfección</b>				
Ebullición	El agua debe ser hervida vigorosamente durante un minuto desde que empieza la ebullición, si la localidad está ubicada en el nivel del mar. Se debe dejar hervir durante un minuto más por cada 1000 m de altitud.	Mata a casi todos los patógenos transmitidos por el agua.	La Agencia de Protección Ambiental <sup>20</sup> indica que es el mejor método para desinfectar de manera eficaz pequeñas cantidades de agua.  En situaciones de emergencia se puede hervir el agua como medida temporal.	Utilización de combustible.  Es una labor que demanda mucho tiempo.  El consumo de leña conduce a la deforestación.  Efectivo como tratamiento casero, no es un método factible para abastecimientos públicos de agua.

20 [www.epa.gov/safewater/agua/desinfeccion.html](http://www.epa.gov/safewater/agua/desinfeccion.html)



Sistema	Proceso	Eliminación	Ventajas	Restricciones
UV	Es un método para la desinfección del agua que hace uso de luz y rayos ultravioletas, generados por lámparas, para destruir elementos patógenos del agua.	Con este tratamiento se produce la muerte de los gérmenes patógenos, pero no la eliminación de la materia orgánica, ya que en este caso no se dispone de un agente oxidante.	Método efectivo de desinfección para aguas claras.	Las lámparas son difíciles de obtener y requieren energía eléctrica.  Su efectividad es reducida cuando el agua es turbia o contiene nitrato, sulfato y hierro.  No produce residuos que protejan el agua contra una nueva contaminación <sup>21</sup> .
Sodis (Ver anexo N° 5)	Desinfección por radiación ultravioleta y calor, mediante exposición a plena luz solar, durante 6 horas en botella de plástico transparente.	Destruye la mayoría de los patógenos transmitidos por el agua.	Utiliza botellas de plástico que son fáciles de manejar, cómodas para almacenar y transportar.  El sistema es sostenible y no requiere productos fungibles, excepto las botellas.	Requiere condiciones climatológicas con una cantidad mínima de luz solar.  Solo es apropiado para utilizar agua con turbidez inferior a 30 NTU.  No es conveniente para grandes volúmenes de agua.
Cloración mediante cloro líquido (hipoclorito de sodio) (Ver anexo N° 6)	Desinfección con cloro localmente disponible (solución de hipoclorito de sodio o adquirida como blanqueador). Se emplea un recipiente con grifo y cuello estrecho.  Promoción de la higiene.	Inactiva o destruye casi todos los patógenos transmitidos por el agua.  Oxida las sustancias orgánicas.	La producción del desinfectante por medio de procesos electroquímicos es una alternativa que cada día tiene mayor aceptación.  Se puede aplicar en grandes volúmenes de agua.	El suministro local de hipoclorito debe ser continuo.

21 CDC, *Manual del sistema de agua segura*. [http://www.cdc.gov/spanish/agua-segura/s1\\_toc.htm](http://www.cdc.gov/spanish/agua-segura/s1_toc.htm)

Sistema	Proceso	Eliminación	Ventajas	Restricciones
Cloración mediante hipoclorito de calcio granular (HTH)	Se prepara una solución madre con una concentración de cloro, para incorporar la dosis correspondiente para este fin <sup>22</sup> .	Destruye casi todos los patógenos transmitidos por el agua.	Tiene un contenido de cloro en polvo altamente concentrado, que va desde el 65% hasta el 70% de cloro disponible.	En la mayoría de países, el HTH debe importarse y el almacenamiento puede ser difícil, especialmente en condiciones húmedas o cálidas.
Comprimidos de cloro	Desinfección con comprimidos de hipoclorito de calcio (o ácido tricloroisocianúrico <sup>23</sup> ) que se disuelve en el agua	Activa o destruye casi todos los patógenos transmitidos por el agua.  Oxida las sustancias orgánicas	Relativamente fáciles de distribuir y utilizar, en particular, en situaciones de emergencia.  Tiene efecto residual.	No se dispone a nivel local.  Resulta costoso para uso a largo plazo.  El cloro disponible en el comprimido puede perder su potencia con los años.
Iodación	Luego del cloro, el yodo es el reactivo más corriente para desinfectar agua.	Produce la muerte de elementos patógenos.	Tiene propiedades como desinfectante.  La elevada volatilidad del yodo en soluciones acuosas es favorable en situaciones de desastre.	Se requieren dosis adecuadas para alcanzar una desinfección satisfactoria.  No es efectivo cuando el agua presenta color o turbidez.
Cal clorada, dióxido de cloro, NADDC y ozono	No son comunes en situaciones normales, menos aún ante desastres.			

22 <http://www.disaster-info.net/edan/publicacion/word/EdanBookAnexo8.doc>

23 Los comprimidos de ácido tricloroisocianúrico no están aprobados por la OMS para uso en agua potable.