



---

## El método de barreras múltiples para obtener agua potable

Resumen técnico  
Octubre de 2017

# Resumen técnico: El método de barreras múltiples para obtener agua potable

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>El método de barreras múltiples para obtener agua potable</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Protección de la fuente de agua</b>	<b>3</b>
3.1	Tipos de fuentes de agua	3
3.2	Causas de contaminación en la fuente	5
3.3	Barreras contra la contaminación de la fuente	6
<b>4</b>	<b>Transporte seguro</b>	<b>7</b>
4.1	Formas de transportar el agua	8
4.2	Causas de contaminación durante el transporte del agua	8
4.3	Barreras contra la contaminación durante el transporte del agua	9
<b>5</b>	<b>Tratamiento del agua</b>	<b>10</b>
5.1	Sedimentación	11
5.2	Filtración	11
5.3	Desinfección	12
<b>6</b>	<b>Manipulación y almacenamiento seguros del agua</b>	<b>13</b>
6.1	Métodos de almacenamiento del agua de consumo	13
6.2	Causas de contaminación durante el almacenamiento	13
6.3	Barreras contra la contaminación durante el almacenamiento	14
<b>7</b>	<b>Resumen</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>Definiciones</b>	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>Recursos adicionales</b>	<b>17</b>
<b>10</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>17</b>

*Este documento forma parte de un conjunto de recursos para aprender y capacitar sobre el tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro (TANDAS). Para acceder a otros recursos de CAWST sobre TANDAS, visite la página [cawst.org/resources](http://cawst.org/resources).*

## 1 Introducción

¿De dónde proviene el agua que consumimos y cómo llega desde la fuente hasta el vaso que usamos para beberla? En la mayoría de las comunidades, el agua atraviesa varias etapas desde la fuente hasta el vaso. A esta combinación de etapas desde la fuente hasta el vaso la llamamos **sistema de suministro de agua**. Los sistemas de suministro de agua pueden ser desde muy simples (río → balde → vaso del usuario) hasta complejos (con tecnologías e infraestructura, como sistemas de tratamiento, bombas y redes de tuberías de distribución).

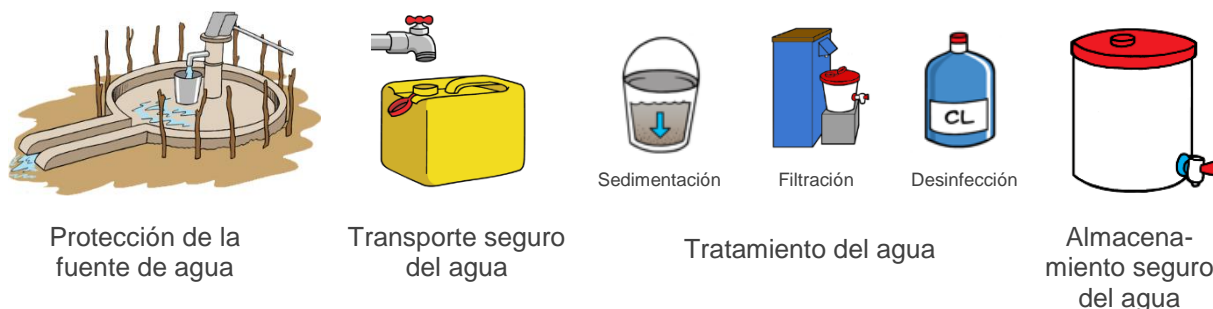
Todos los sistemas de suministro de agua tienen varios puntos en los cuales los contaminantes podrían ingresar en el agua y hacer que sea insegura. Usar un **método de barreras múltiples** es la mejor forma de asegurarse de que el agua sea segura cuando llega al vaso del usuario. El método de barreras múltiples usa una combinación de hábitos y tecnologías para eliminar y evitar los contaminantes que podrían afectar la seguridad del agua de consumo.

En este resumen técnico:

- Describiremos el método de barreras múltiples para obtener agua potable.
- Enumeraremos las causas más comunes de contaminación del agua en la fuente, durante el transporte y durante el almacenamiento.
- Describiremos las medidas que usted o la comunidad con la que trabaja pueden tomar para mejorar la seguridad del agua de consumo. Entre esas medidas, podemos mencionar: la protección de la fuente, el transporte seguro del agua, el tratamiento del agua a nivel domiciliario y la manipulación y el almacenamiento seguros del agua.

Las palabras clave de este documento aparecen con letras en negrita. Si usted está leyendo este material en una computadora, puede acceder a la definición de las palabras clave haciendo clic en ellas mientras presiona la tecla CTRL. Si usted está leyendo este material en una copia impresa, consulte la sección 8, "Definiciones".

## 2 El método de barreras múltiples para obtener agua potable



*El método de barreras múltiples para obtener agua*

El método de barreras múltiples usa una combinación de barreras (tecnologías y hábitos) para:

- Proteger la fuente de agua contra los contaminantes.
- Transportar el agua de forma segura hasta los hogares y dentro de ellos.
- Tratar el agua para eliminar o inactivar los contaminantes.
- Almacenar y manipular el agua de manera segura para evitar que se contamine antes y después del tratamiento.

A veces, estas barreras aparecen varias veces dentro de un sistema de suministro de agua determinado. Por ejemplo: el tratamiento puede realizarse en el **punto de distribución** (antes de transportar el agua a los hogares) y/o en el **punto de consumo** (en los hogares o en una institución). El transporte, la manipulación y el almacenamiento también pueden tener lugar varias veces, antes y después del tratamiento. En cada etapa del sistema de suministro de agua, se debería evaluar qué podría hacer que los contaminantes ingresen en el agua y tomar las medidas adecuadas para mantener el agua segura. A este proceso de evaluar amenazas y seleccionar barreras adecuadas lo llamamos **planificación de la seguridad del agua**. Para más información, consulte el documento de CAWST *Resumen técnico: Planes de seguridad del agua y el tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro*.


### 3 Protección de la fuente de agua

Proteger la fuente de agua implica encontrar la mejor fuente de agua posible para su familia o las familias a las que usted asiste y tomar las medidas necesarias para proteger dicha fuente contra los contaminantes.

#### 3.1 Tipos de fuentes de agua

Hay tres tipos de fuentes de agua de consumo: agua superficial, agua subterránea y agua de lluvia. Además, las fuentes de agua también se suelen clasificar como **mejoradas** (fuentes que están diseñadas para proteger el agua contra la contaminación fecal) o **no mejoradas**. En la siguiente tabla, se describen estos tipos de fuentes de agua de consumo y se dan ejemplos.

##### Fuentes de agua

Tipo de fuente	Descripción	Ejemplos de fuentes mejoradas	Ejemplos de fuentes no mejoradas
 <b>Agua superficial</b>	El agua superficial es el agua que se obtiene directamente de un arroyo, río, lago, estanque u otra fuente similar de la superficie terrestre. Con frecuencia, no es seguro beber el agua superficial sin tratamiento porque se contamina fácilmente.	Ninguno. Ninguna fuente de agua superficial es mejorada.	Ríos Arroyos Lagos Estanques



**Agua subterránea**

El agua subterránea es el agua que llena los espacios vacíos y las grietas que hay en las rocas y el suelo, debajo de la superficie terrestre. La calidad del agua subterránea varía de lugar en lugar, pero suele ser más segura que el agua superficial porque se mueve lentamente y se filtra a través de las rocas y el suelo.

Pozos perforados  
Pozos excavados protegidos  
Manantiales protegidos

Manantiales no protegidos  
Pozos excavados no protegidos



**Agua de lluvia**

El agua de lluvia es el agua que cae en la superficie terrestre en forma de lluvia. Algunas personas recolectan y almacenan el agua de lluvia usando un techo, una superficie en el suelo o una superficie rocosa de captación. La calidad del agua de lluvia recolectada usando un techo suele ser mejor que aquella captada por una superficie en el suelo o una superficie rocosa de captación.

Agua de lluvia (recolectada y almacenada de forma segura)

El agua de lluvia que fluye hacia una fuente de agua superficial abierta (lago, estanque, embalse)

A veces, las familias recolectan agua de grifos hogareños o comunitarios, en lugar de recolectarla directamente de la fuente. Todas las redes de agua corriente provienen de una fuente de agua subterránea, superficial o de lluvia. No se puede suponer en todos los casos que es seguro beber el agua de red: depende de la calidad de la fuente de agua, del grado de tratamiento que recibe el agua antes de su distribución (si lo hubiera) y el estado de la red de suministro.



## ¿Qué es un servicio de suministro de agua "gestionado de manera segura"?

Con los **Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)**, el acceso al agua potable se calculaba contando la cantidad de familias que tenían acceso a fuentes **mejoradas** de agua de consumo. Sin embargo, las personas se dieron cuenta rápidamente de que este indicador no trataba el tema de la seguridad del agua. Es común que las fuentes mejoradas de agua estén contaminadas con agentes patógenos fecales, en particular cuando el agua llega a las casas.

En la actualidad, con los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**, el acceso al agua se calcula en base al tipo de servicio, usando cinco categorías (OMS y UNICEF, 2017):

- Servicio de agua superficial: agua de consumo recolectada directamente de un río, represa, lago, estanque o canal.

- Servicio no mejorado: agua de consumo que proviene de un pozo excavado no protegido o de un manantial no protegido.
- Servicio limitado: agua de consumo que proviene de una fuente mejorada, siempre que para acceder a ella se tarde más de 30 minutos, lo cual incluye la espera en fila y el trayecto de ida y vuelta.
- Servicio básico: agua de consumo que proviene de una fuente mejorada, siempre que para acceder a ella no se tarde más de 30 minutos, lo cual incluye la espera en fila y el trayecto de ida y vuelta.
- **Servicio gestionado de forma segura:** agua de consumo que proviene de una fuente mejorada que está ubicada en el lugar de uso, disponible cuando se necesita y que no contiene contaminación fecal ni de sustancias químicas prioritarias.

Con la meta 6.1 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, se propone lograr "el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para el año 2030". Incrementar el acceso a los servicios de suministro de agua gestionados de manera segura requerirá un método de barreras múltiples, que incluya la protección de la fuente, el tratamiento y el transporte y almacenamiento seguros.

### 3.2 Causas de contaminación en la fuente

Distintos tipos de fuentes de agua tienen distintos riesgos de contaminación. En general, los contaminantes ingresan en las fuentes de agua debido a los siguientes motivos.

- Lugar mal seleccionado: la fuente de agua está demasiado cerca de una letrina, una granja, una casa, una fábrica u otra fuente de contaminación.
- Diseño o construcción deficientes: la fuente de agua no tiene revestimiento ni tapa (en el caso de los pozos), los tanques no están sellados (en el caso de los depósitos) o las conexiones de las tuberías están mal hechas (en el caso de las redes de suministro).
- Estructuras deterioradas o dañadas: hay rajaduras en tuberías, tanques, plataformas y tapas que permiten que los contaminantes ingresen en la fuente de agua.



*No usar una fuente que esté aguas abajo a 30 metros o menos de una letrina.*

- Prácticas deficientes de higiene y saneamiento: las personas usan baldes sucios para recolectar agua, defecan cerca de la fuente de agua o lavan los platos y la ropa en el mismo lugar en el que recolectan el agua.
- Uso insostenible de las tierras: las tierras que drenan hacia la fuente de agua son muy usadas en la minería, la industria o la agricultura, lo cual aumenta las probabilidades de que haya **erosión** y contaminación de la fuente.

## Evaluación de los riesgos en la fuente de agua

Consulte los formularios de inspección sanitaria de CAWST (disponibles en [www.resources.cawst.org](http://www.resources.cawst.org)) para acceder a listas de verificación detalladas que se pueden usar para evaluar los riesgos de contaminación en la fuente de agua. Hay formularios disponibles para: pozos perforados, pozos excavados, redes de agua



*Ejemplos de fuentes de agua que corren riesgo de contaminarse (de izquierda a derecha): pozo no protegido, agua superficial cerca de actividades humanas y agrícolas, pozo perforado que una plataforma agrietada, agua almacenada cerca de animales.*

### 3.3 Barreras contra la contaminación de la fuente

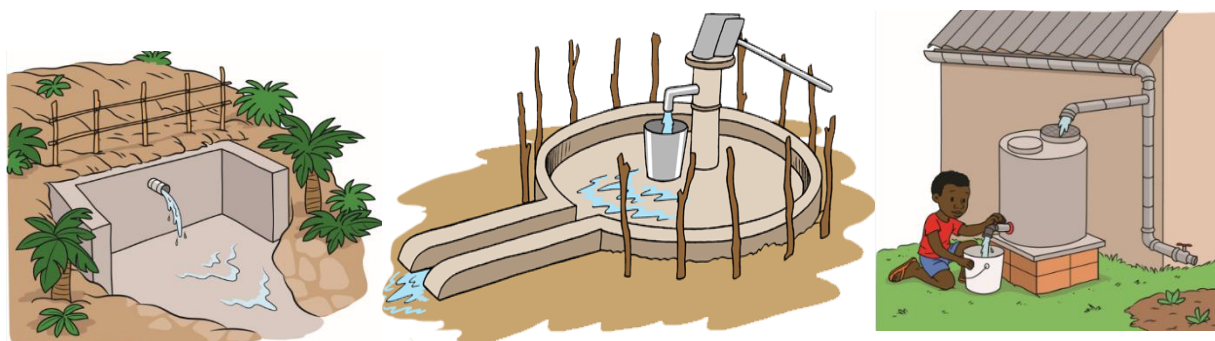
Se pueden usar muchas barreras distintas para proteger una fuente de agua. Entre ellas, podemos mencionar los cambios de hábitos (por ejemplo: dejar de defecar al aire libre) y la infraestructura (por ejemplo: colocar tapas en los pozos). Las barreras que se usen deberían abordar los riesgos más importantes que se hayan identificado durante una inspección sanitaria de la fuente de agua.

Algunas medidas que se pueden tomar para proteger una fuente de agua contra la contaminación:

- Ubicar las letrinas aguas abajo y al menos a 30 metros de la fuente de agua.
- Usar cercos y otras barreras físicas que mantengan alejados de la fuente de agua a los animales. Darles a los animales un lugar donde puedan beber agua y bañarse que esté aguas abajo en relación con la fuente.
- Tener áreas separadas para lavar la ropa y para dar de beber a los animales. Estas áreas deberían estar aguas abajo en relación con el lugar donde se recolecta el agua para beber.



- Mantener limpia y libre de excrementos y basura la zona que rodea a la fuente de agua.
- Tener un drenaje adecuado para evitar que se formen charcos de agua salpicada. Los charcos de agua atraen a los animales y permiten que los insectos se reproduzcan.
- Designar a una persona o a un comité que se encargue de cuidar la fuente de agua.
- Mantener y reparar todos los componentes construidos (bordes, tapas, drenajes) para sellar las fuentes subterráneas de agua y evitar el ingreso del agua superficial contaminada.
- Monitorear las actividades que ocurren alrededor de la fuente de agua y los cambios que ocurren en la calidad del agua. Llevar un registro detallado de todo eso.
- Cuando sea posible, eliminar o reducir los contaminantes industriales o agrícolas que podrían poner en riesgo a la fuente de agua.



*Ejemplos de fuentes de agua mejoradas que tienen barreras para reducir el riesgo de contaminación (de izquierda a derecha): manantial protegido, pozo perforado protegido y tanque de captación de agua protegido.*

## Construir fuentes de agua mejoradas

Al construir una fuente de agua nueva, se pueden agregar barreras para protegerla de la contaminación. Consulte las guías del Water Engineering and Development Centre (WEDC; Centro para el Agua, la Ingeniería y el Desarrollo) que están disponibles en <http://wedc.lboro.ac.uk/knowledge/index.html> para acceder a más detalles sobre cómo construir determinados componentes, por ejemplo: cámaras recolectoras para manantiales, revestimientos de pozos y plataformas impermeables.

## 4 Transporte seguro

El transporte seguro se refiere a las medidas que se toman para asegurarse de que el agua se mantenga segura a lo largo del trayecto que recorre desde la fuente hasta el punto de consumo. Mediante investigaciones, se halló que la contaminación bacteriológica del agua de consumo suele ocurrir durante el transporte y el almacenamiento (Wright, Gundry y Conroy,



2004). Si no se transporta de forma segura, el agua de las fuentes seguras puede transformarse fácilmente en insegura antes de llegar a los hogares.

## 4.1 Formas de transportar el agua

Hay muchas maneras de transportar el agua desde la fuente hasta el punto de consumo. Lo más común es transportar el agua mediante una red de tuberías o canales, o en recipientes acarreados por seres humanos, animales o vehículos. A veces, se usan varios métodos para transportar el agua desde la fuente hasta los hogares. Por ejemplo: en ocasiones, el agua comienza viajando a través de tuberías desde la fuente hasta un grifo comunitario y, luego, se transporta en baldes desde ese grifo público hasta los hogares.

## 4.2 Causas de contaminación durante el transporte del agua

### 4.2.1 Causas de contaminación en los recipientes

Las personas suelen transportar el agua desde la fuente hasta los hogares usando recipientes. A veces, transportan los baldes de forma manual y, en otros casos, usan animales o vehículos. En el camino, el agua se puede contaminar porque:

- Se usan cucharones o baldes sucios para extraer el agua de la fuente y verterla en los contenedores.
- No se han limpiado correctamente los recipientes usados para transportar el agua.
- Se dejan abiertos los recipientes durante el transporte, lo cual permite el ingreso de contaminantes.
- Se usan tapas, hojas o trapos sucios para cubrir los recipientes durante el transporte.
- Se deja que los animales beban de los mismos recipientes usados para transportar el agua de consumo humano.



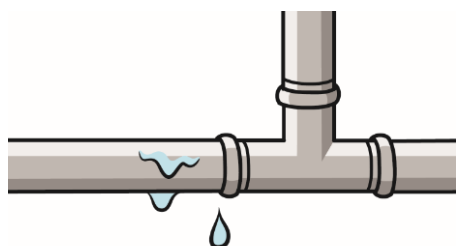
*Usar recipientes sucios o dejar que los animales beban el agua de los recipientes puede poner en riesgo la calidad del agua durante el transporte.*

### 4.2.2 Causas de contaminación en tuberías y canales

Los sistemas de suministro de agua corriente tienen muchas ventajas. Pueden reducir el tiempo que pasan las personas recolectando agua. Si se construyen y mantienen bien, también pueden proteger el agua contra la contaminación. Sin embargo, el agua de las tuberías y los canales se contamina porque:

- Las sustancias químicas o los metales pesados se filtran por las tuberías, las uniones o los compuestos usados en las soldaduras.

- El agua contaminada entra a las tuberías subterráneas porque tienen presión baja o variable.
- Las tuberías tienen pérdidas o grietas que no se reparan rápido.
- Las personas reparan, reemplazan o instalan partes de las tuberías e introducen contaminantes.
- Las tuberías tienen salidas sucias, que contaminan el agua cuando las personas la recolectan.
- Los canales están al aire libre, lo cual permite el ingreso de residuos y agua superficial contaminada.



*Las goteras y los canales desprotegidos son dos ejemplos de sistemas de transporte de agua que pueden permitir el ingreso de contaminantes a medida que el agua se mueve.*

## 4.3 Barreras contra la contaminación durante el transporte del agua

### 4.3.1 Barreras contra la contaminación durante el transporte con recipientes

Algunas medidas que protegen el agua durante el transporte con vehículos, animales o manual:

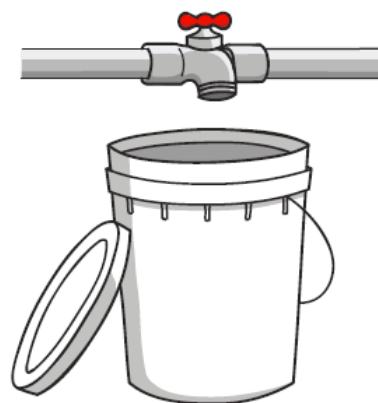
- Limpiar adecuadamente el recipiente antes de llenarlo con agua. Limpiar los baldes frecuentemente con jabón o lejía para asegurarse de que no haya microorganismos.
- Si la fuente no tiene un grifo ni una tubería de salida, usar un cucharón o un balde limpios para extraer el agua. Si la fuente tiene un grifo o una tubería de salida, asegurarse de que estén limpios antes de usarlos para llenar los recipientes.
- Usar tapas limpias para cubrir los baldes o recipientes durante el transporte. No usar ningún otro material (trapos, hojas, etc.) para cubrir los baldes.
- No permitir que los animales beban el agua que consumirán las personas. Usar otro recipiente distinto que esté señalado claramente para dar de beber a los animales.
- Cuando no se usen, guardar los recipientes usados para el transporte en un lugar seguro, fuera del alcance de los niños y de los animales.



### 4.3.2 Barreras contra la contaminación durante el transporte por tuberías y canales

Algunas medidas que protegen el agua de las tuberías y canales:

- Aclarar qué funciones y responsabilidades tiene cada persona que participa del monitoreo, registro de datos, mantenimiento y reparación.
- Reparar las goteras y rajaduras de inmediato.
- Asegurarse de que los canales no sean abiertos y estén protegidos para evitar el ingreso de contaminantes.
- Si el agua se trata antes de distribuirla, monitorear su calidad en el **punto de consumo** para asegurarse de que no haya contaminación durante la distribución.
- Si el agua se trata con cloro antes de distribuirla, monitorear su calidad para asegurarse de que haya una cantidad adecuada de **cloro residual libre** (cloro disponible para reaccionar con los agentes patógenos que ingresan en el agua entre la planta de tratamiento y el punto de consumo).



## 5 Tratamiento del agua

Mientras que la protección de la fuente, el transporte seguro y el almacenamiento seguro evitan que los contaminantes ingresen en el agua, el tratamiento elimina o inactiva los contaminantes. En esta sección, analizaremos cómo eliminar o inactivar los agentes patógenos con distintos tipos de tratamiento.

El tratamiento del agua puede realizarse en el punto de distribución o en el punto de consumo (doméstico o institucional). Hay tres tipos de barreras en el tratamiento del agua: la **sedimentación**, la **filtración** y la **desinfección**. La mayoría de las plantas de tratamiento de agua a gran escala combinan estas tres barreras para lograr mejores tasas de eliminación de contaminantes microbiológicos. En su casa y en las casas de las personas a quien asiste, usted también puede usar una combinación de estas barreras para hacer que el sistema de TANDAS sea más eficaz.

CAWST se centra en los sistemas de tratamiento de agua a nivel domiciliario. En esta sección, resumiremos a grandes rasgos algunos de los métodos domésticos que puede usar para sedimentar, filtrar y desinfectar el agua. Para obtener información detallada sobre las opciones descritas en este resumen técnico, consulte la base de conocimientos de TANDAS de CAWST (<https://www.hwts.info/>) y las hojas informativas sobre TANDAS de CAWST. Para obtener más información sobre cómo seleccionar opciones adecuadas de TANDAS, consulte el documento de CAWST *Resumen técnico: Selección de opciones de TANDAS*. Tenga en cuenta que los sistemas centralizados de tratamiento del agua también pueden ser adecuados para las comunidades con las que trabaja; esos sistemas usan los mismos procesos de sedimentación, filtración y desinfección, pero no están incluidos en este documento.

## 5.1 Sedimentación

La sedimentación es un proceso físico por el cual se reduce la **turbidez** (la "opacidad" o "suciedad") del agua. Implica dejar que las partículas del agua decanten en el fondo de un recipiente, quitar o verter el agua cristalina y dejar los sedimentos (arena, suciedad y otras partículas) en el recipiente. Este proceso se puede repetir dos o tres veces para hacer que el agua turbia sea mucho más cristalina.

Con la sedimentación, rara vez se pueden eliminar todos los agentes patógenos del agua de consumo. Sin embargo, dado que los agentes patógenos a veces se adhieren a las partículas del agua, la sedimentación sirve para eliminar algunos de ellos. Las tasas de eliminación pueden ser mayores que 90% para los **protozoos** y los **helmintos**, pero son variables para los virus y las bacterias (Sobsey, 2002). La sedimentación no es un método eficaz para combatir las sustancias químicas disueltas.



La sedimentación es un primer paso importante del tratamiento en los casos en que el agua es muy turbia ("opaca" o "sucia"). Algunos filtros se tapan con facilidad cuando el agua es turbia; sedimentar el agua en primer lugar puede mejorar el desempeño del filtro. Algunos métodos de desinfección, como la desinfección solar (SODIS) y la desinfección UV, también son más eficaces cuando la turbidez es baja.

A veces, las personas usan **coagulantes** (sustancias que hacen que las partículas se agrupen) para mejorar la eficiencia de la sedimentación. Algunos de los coagulantes químicos más comunes son: el sulfato de aluminio (alumbre), el hidroxiclورو de aluminio (también llamado "PAC" o "alumbre líquido"), alumbre de potasio y sales de hierro (sulfato férrico o cloruro férrico). También pueden usarse como coagulantes ciertos productos vegetales, por ejemplo: los extractos de semillas de moringa y la piel del tuna/nopal.

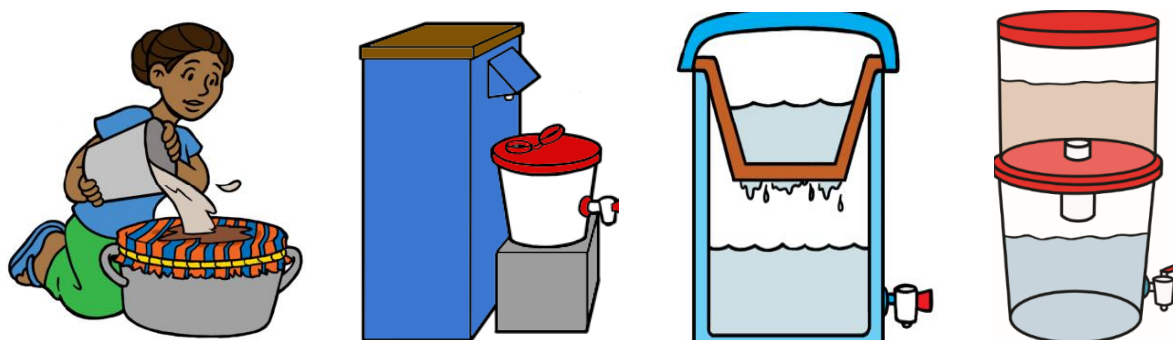


*El alumbre y la tuna/nopal se usan como coagulantes.*

## 5.2 Filtración

La filtración es un proceso físico en el cual el agua pasa a través de algún medio filtrante, como la arena, la cerámica, una tela o una membrana. Los poros del medio filtrante son suficientemente grandes para permitir que el agua pase, pero suficientemente pequeños para atrapar las partículas que están suspendidas en el agua.

La filtración puede usarse después de la sedimentación para reducir aún más la turbidez y eliminar los agentes patógenos. Los filtros de tela, los filtros de bioarena, los filtros cerámicos y los filtros de membrana son algunos ejemplos de filtros domésticos de agua. La mayoría de ellos están diseñados para eliminar los contaminantes microbiológicos, aunque algunos filtros también pueden eliminar ciertos tipos de sustancias químicas.

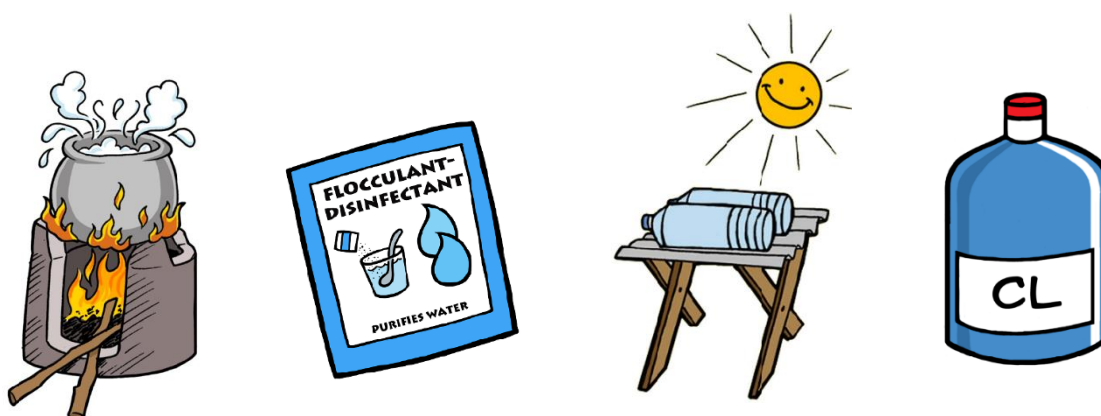


Filtros domésticos comunes (de izquierda a derecha): filtro de tela, filtro bioarena, filtro cerámico tipo olla y filtro de membrana.

El desempeño, la durabilidad, el tamaño y la capacidad de los filtros domésticos varían mucho. Para más información sobre la operación, el mantenimiento, la disponibilidad y la eficacia de los distintos filtros domésticos de agua, consulte la base de conocimientos sobre TANDAS de CAWST ([www.hwts.info](http://www.hwts.info)).

### 5.3 Desinfección

La desinfección es un proceso físico o químico que inactiva o mata los agentes patógenos del agua. Algunos métodos de desinfección doméstica son: el uso de cloro, la desinfección solar (SODIS), la luz ultravioleta, la pasteurización y el hervido. También se pueden hallar productos floculantes-desinfectantes, que incluyen una combinación de coagulante (para que las partículas se agrupen y decanten) y desinfectante (para inactivar los agentes patógenos restantes).



Métodos comunes de desinfección del agua en el punto de consumo (de izquierda a derecha): hervido, floculante-desinfectante, desinfección solar (SODIS) y cloro.

Hervir el agua es forma más común tratar el agua a nivel domiciliario (Rosa y Clasen, 2010). La desinfección con cloro también es muy común. Al aplicar productos de cloro para el tratamiento del agua a nivel domiciliario, es importante usar la dosis correcta y ser conscientes de la vida útil del producto de cloro. Para más información, consulte el documento de CAWST *Resumen técnico: Desinfección con cloro para el tratamiento del agua a nivel domiciliario*.

Muchos métodos de desinfección, entre ellos la cloración, la desinfección UV y SODIS, son mucho más eficaces si ya se usó la sedimentación o la filtración para reducir la turbidez del

agua. Esto se debe en parte a que los agentes patógenos pueden "escondarse" detrás de las partículas suspendidas, lo cual hace que al cloro o la luz UV les cueste más llegar a ellos.

La mayoría de los métodos de desinfección no son eficaces para eliminar los contaminantes químicos. El hervido puede aumentar la concentración de ciertas sustancias químicas a medida que el agua se evapora.

---

## 6 Manipulación y almacenamiento seguros del agua

La manipulación y el almacenamiento seguros del agua se refieren a las medidas que se toman antes y después del tratamiento para manipular y almacenar el agua de forma segura. La contaminación del agua de consumo durante el transporte y el almacenamiento constituye una preocupación significativa y común (Wright *et al.*, 2004). Usar recipientes limpios y bien diseñados ayuda a proteger el agua de consumo (Günther y Schipper, 2013; Wright *et al.*, 2004).

### 6.1 Métodos de almacenamiento del agua de consumo

A veces, el agua de consumo se almacena en reservorios o tanques grandes accesibles para los miembros de la comunidad. También se almacena en las casas, usando baldes, ollas y bidones. El almacenamiento del agua potable es particularmente importante después del tratamiento, para evitar que se vuelva a contaminar. Algunos filtros domésticos de agua (por ejemplo: ciertos tipos de filtros cerámicos y filtros de membrana) ya traen incorporados recipientes de almacenamiento seguro.

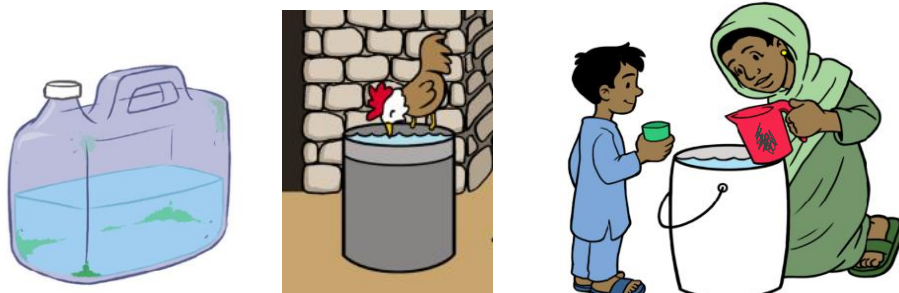
### 6.2 Causas de contaminación durante el almacenamiento

En general, los contaminantes ingresan en el agua almacenada debido a los siguientes motivos.

- Recipientes incorrectos: el recipiente o reservorio de almacenamiento está abierto (permite el ingreso de contaminantes), es transparente (permite que crezcan algas y otros organismos) y es difícil de limpiar.
- Recipientes sucios: el recipiente o reservorio de almacenamiento no se limpia con la frecuencia correcta.
- Recipientes dañados: las rajaduras de los tanques, los recipientes y las tapas permiten que los contaminantes ingresen en el agua almacenada.
- Prácticas deficientes de manipulación del agua: las personas usan las manos o tazas sucias para extraer el agua del recipiente, lo cual hace que los contaminantes ingresen en el agua. Las personas usan el mismo recipiente para recolectar agua sin tratar y para almacenar agua tratada.



- Lugar inseguro: el agua se almacena en un lugar donde los niños o animales pueden tropezarse con ella o contaminarla.



*Ejemplos de prácticas inseguras al manipular y almacenar el agua (de izquierda a derecha): recipiente transparente que es difícil de limpiar, recipiente abierto que corre riesgo de contaminarse por contacto con animales, jarra sucia usada para extraer agua de un recipiente de almacenamiento.*

### 6.3 Barreras contra la contaminación durante el almacenamiento

Medidas que pueden evitar la contaminación durante el almacenamiento y la manipulación del agua:

- Usar un recipiente apropiado para almacenar el agua de forma segura. No debería ser transparente y debería ser duradero, resistente y fácil de limpiar. Debería tener una tapa de cierre hermético y un grifo para servir el agua.
- Verter el agua del recipiente de almacenamiento en lugar de extraerla con una taza o cucharón. Los recipientes con grifo hacen que servir agua sea mucho más fácil.
- Usar distintos recipientes para almacenar el agua tratada y sin tratar.
- Usar el agua tratada entre 1-2 días después del tratamiento.
- Almacenar el agua tratada lejos del suelo en un lugar a la sombra, alejada de los animales y los niños.
- Asegurarse de que los tanques y los reservorios se monitoreen con frecuencia, se reparen y se tapen. Reparar cualquier gotera o rajadura de inmediato.
- Limpiar los recipientes o reservorios de almacenamiento frecuentemente con jabón o cloro.
- Considerar el uso de un desinfectante residual que proteja contra la recontaminación durante el almacenamiento. Algunos ejemplos comunes de desinfectantes residuales: cloro, yodo y plata.



*Usar un recipiente de almacenamiento seguro con tapa y grifo protege el agua de consumo.*





---

## 7 Resumen

Todos los sistemas de suministro de agua tienen varios puntos en los cuales los contaminantes podrían ingresar en el agua. Es importante que usted sea consciente de los riesgos potenciales que amenazan la seguridad del agua y las medidas que puede tomar para proteger el agua de consumo su comunidad o las comunidades a las que ayuda.

Usar un método de barreras múltiples es la mejor forma de asegurarse de que el agua sea segura cuando llega al vaso del usuario. El método de barreras múltiples usa una combinación de tecnologías y hábitos para:

- Proteger la fuente de agua contra los contaminantes.
- Transportar el agua de forma segura hasta los hogares y dentro de ellos.
- Tratar el agua para eliminar o inactivar los contaminantes (usando una combinación adecuada de sedimentación, filtración y desinfección).
- Almacenar y manipular el agua de manera segura para evitar que se contamine antes y después del tratamiento.

La protección de la fuente, el transporte seguro y el almacenamiento y la manipulación seguros son barreras de prevención que evitan que los contaminantes ingresen en el agua. La sedimentación, la filtración y la desinfección son barreras de tratamiento que eliminan o inactivan contaminantes. Usar una combinación adecuada de barreras de prevención y tratamiento protege la calidad del agua de consumo y la salud humana.

---

## 8 Definiciones

**Cloro residual libre (CRL):** exceso de cloro que no se consume ni se combina y permanece en el agua de consumo después del tiempo de contacto. El cloro residual libre ayuda a prevenir la recontaminación del agua tratada, ya que está disponible para matar agentes patógenos nuevos que ingresan en el agua.

**Coagulante:** un elemento (en general, una sal metálica) que se agrega al agua para hacer que las partículas que flotan se agrupen. Los coagulantes hacen que las partículas decanten más rápido.

**Desinfección:** proceso que inactiva o mata los agentes patógenos del agua. Es el último paso del proceso de tratamiento doméstico del agua, que se realiza después de la sedimentación y la filtración.

**Erosión:** desgaste gradual del suelo o las rocas causado por fuerzas de la naturaleza, como el agua, el viento o el hielo. Las fuentes de agua que están cercas de zonas con mucha erosión pueden verse más afectadas por la contaminación.

**Filtración:** proceso físico en el que el agua pasa a través de algún medio filtrante, como la arena, la cerámica, una tela o una membrana. En general, la filtración se hace después de la sedimentación para reducir aún más la turbidez y eliminar los agentes patógenos. El agua puede atravesar los poros de un filtro, pero las partículas quedan atrapadas en el medio filtrante.

**Fuente de agua mejorada:** un tipo de fuente de agua que tiene más probabilidades de proteger contra la contaminación externa, en particular contra la contaminación por heces. Algunos ejemplos de fuentes mejoradas son los pozos perforados, los manantiales protegidos y las redes de agua corriente. Esta definición fue muy importante para monitorear el avance logrado para alcanzar el ODM relacionado con el agua.

**Fuente de agua no mejorada:** fuente que no cumple con las características mencionadas en la definición de "fuente de agua mejorada". Ninguna fuente de agua superficial es mejorada.

**Helminetos:** también llamados "gusanos" o "duelas". Organismos multicelulares grandes que, en general, son perceptibles a simple vista en su fase adulta. Según su naturaleza, los helmintos se clasifican en: helmintos de vida libre o helmintos parasitarios. En su fase adulta, los helmintos no se pueden reproducir en los seres humanos.

**Método de barreras múltiples:** añadir tantas barreras (medidas de control) como sea posible para reducir la posibilidad de beber agua no segura. Cada barrera reduce gradualmente los riesgos para la salud.

**Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM):** ocho objetivos de desarrollo internacional con metas específicas para el año 2015. El séptimo objetivo proponía reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable y al saneamiento básico. A partir del 2016, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) reemplazaron a los ODM.

**Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):** también llamados "objetivos globales". Son una ampliación de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, que finalizaron en 2015. Son 17 en total, cada uno con metas específicas por lograr para el 2030. El objetivo 6 es garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

**Planificación de la seguridad del agua:** un enfoque preventivo de todo el sistema basado en los riesgos para garantizar que el agua permanezca segura desde la captación (fuente) hasta el consumidor (miembro de la familia).

**Protozoos:** organismos microscópicos unicelulares que, según su naturaleza, pueden ser parasitarios o de vida libre. En los seres humanos, son capaces de reproducirse, lo cual contribuye a que sobrevivan y permite el desarrollo de infecciones graves originadas por un único organismo.

**Tratamiento del agua en el punto de distribución:** tratar el agua en un lugar central (por ejemplo: una planta de tratamiento) antes de distribuirla —en general, por medio de una red de tuberías— hacia las casas o los vecindarios.

**Tratamiento del agua en el punto de consumo (PDC):** tratar el agua en el hogar o en la institución donde se usará el agua. También llamado "tratamiento del agua a nivel domiciliario".

**Servicio de suministro de agua gestionado de forma segura:** en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, se define a este servicio como aquel que está ubicado en el lugar de uso, disponible cuando se necesita y no contiene contaminación fecal ni de sustancias químicas prioritarias.

**Sedimentación:** proceso físico de tratamiento del agua usado para reducir la turbidez. La sedimentación puede ser algo tan simple como dejar que las partículas del agua decanten

en el fondo de un balde o tanque. Algunas veces, se agregan coagulantes para hacer que las partículas se agrupen y decanten más rápido.

**Sistema de suministro de agua:** la combinación de prácticas utilizadas dentro de la comunidad para la recolección, el transporte, el tratamiento y el almacenamiento del agua de consumo. Los sistemas de suministro de agua pueden ser muy diversos. La mayoría de las comunidades tiene una variedad de fuentes de agua, métodos de transporte, sistemas de tratamiento y prácticas de almacenamiento.

**Turbidez:** la "opacidad" o "suciedad" del agua. La turbidez es causada por partículas sólidas en suspensión, como la arena, el limo y la arcilla, que flotan en el agua. Las partículas dispersan la luz, lo que hace que el agua tenga un aspecto turbio y sucio. La turbidez se mide en unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

---

## 9 Recursos adicionales

**Base de conocimientos de CAWST sobre TANDAS.** Disponible en: [www.hwts.info](http://www.hwts.info).

- Una base de conocimientos sobre soluciones para el tratamiento del agua en el punto de consumo, que abarca desde tecnologías hasta buenas prácticas de implementación.

**Materiales de educación y capacitación de CAWST.** Disponibles en:

<https://resources.cawst.org>.

- Resúmenes técnicos, planes de lección, presentaciones, afiches, formularios de inspección sanitaria y otros recursos para aprender y capacitar sobre TANDAS.

**Organización Mundial de la Salud: Publicaciones y documentos relacionados con el tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro.** Disponibles (en inglés) en: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/water-quality/household/household-publications/en](http://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/household/household-publications/en).

- Recursos relacionados con políticas nacionales de TANDAS, el esquema de evaluación de tecnologías de tratamiento del agua a nivel domiciliario, las guías de la calidad del agua, la planificación en materia de seguridad del agua y otros.

**Organización Mundial de la Salud e International Water Association: Portal de seguridad del agua.** Disponible (en inglés) en: <http://www.wsportal.org/>.

- Red en línea, que incluye recursos, novedades y eventos, destinada a brindar asistencia en la implementación de planes de seguridad del agua.

---

## 10 Bibliografía

Bruni, M. y Spuhler, D. (s. f.). Water Source Protection. Disponible en:

<http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-sources/hardware/groundwater-sources/water-source-protection> (Fecha de consulta: 4 de mayo de 2017).

- Günther, I. y Schipper, Y. (2013). Pumps, germs and storage: the impact of improved water containers on water quality and health. *Health Economics*, 22(7), 757–774. <https://doi.org/10.1002/hec.2852>
- Rosa, G., y Clasen, T. (2010). Estimating the Scope of Household Water Treatment in Low- and Medium-Income Countries. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 82(2), 289–300. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2010.09-0382>
- Sobsey, M. D. (2002). Managing Water in the Home: Accelerated Health Gains from Improved Water Supply. Organización Mundial de la Salud. Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/trachoma/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/trachoma/en/)
- OMS y UNICEF. (2017). *Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baselines*. Ginebra. Disponible en: [https://data.unicef.org/wp-content/uploads/2017/07/JMP-2017-report-launch-version\\_0.pdf](https://data.unicef.org/wp-content/uploads/2017/07/JMP-2017-report-launch-version_0.pdf)
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Safely managed drinking water - thematic report on drinking water 2017*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud. Disponible en: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/177752>
- Wright, J., Gundry, S. y Conroy, R. (2004). Household drinking water in developing countries: a systematic review of microbiological contamination between source and point-of-use. *Tropical Medicine & International Health*, 9(1), 106–117. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3156.2003.01160.x>



Calgary, Canadá | [www.cawst.org](http://www.cawst.org) | [support@cawst.org](mailto:support@cawst.org)

Última actualización: octubre del 2017

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia [Creative Commons Atribución-Compartir Igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) (CC BY-SA 4.0). **Usted puede:**

---

**Compartir:** copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

**Adaptar:** editar, transformar y ampliar el material para cualquier fin, incluso comercial.



---

Bajo las siguientes condiciones:

**Atribución:** Usted debe darle crédito a CAWST de manera adecuada, proporcionando un enlace a la licencia e indicando si se han realizado cambios. Lo puede hacer de cualquier forma que sea razonable, pero no de una manera que sugiera que CAWST avala a su organización o el uso que le ha dado al documento. Acceda a una guía detallada aquí:

[resources.cawst.org/cc](http://resources.cawst.org/cc)



**Compartir Igual:** si usted edita, transforma o amplía esta obra, deberá distribuir el material nuevo usando [la misma licencia](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) que la obra original.

---

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.

CAWST y sus directores, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan ninguna garantía respecto de los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información proporcionada.