

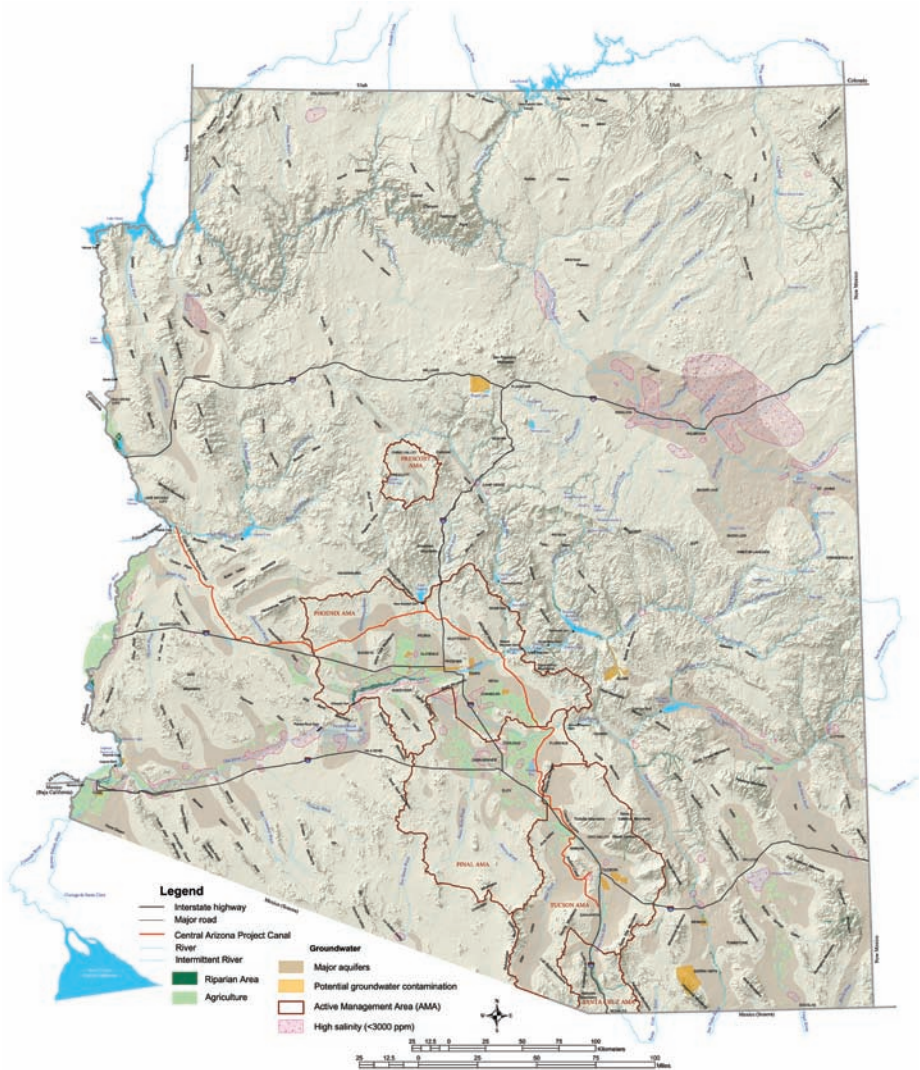


# ¿Conoces tu Agua Arizona?

**Una Guía para el Consumidor sobre las Fuentes de Agua, la Calidad del Agua, las Reglamentaciones y las Opciones de Tratamiento del Agua en los Hogares.**



College of Agriculture  
and Life Sciences



Mapa de Arizona. Fuente: Cartel del mapa de las fuentes de agua en Arizona, 2002, Centro de Investigatciones de los Recursos del Agua, (Water Resources Research Center) CALS, University of Arizona.



# ¿Conoces tu Agua Arizona?

Una Guía para el Consumidor sobre las Fuentes de Agua, la Calidad del Agua, las Reglamentaciones y las Opciones de Tratamiento del Agua en los Hogares.

## **Autores:**

**Dr. Janick F. Artiola**, Departamento de Suelos, Agua y Ciencias Ambientales, Universidad de Arizona.

**Dr. Kathryn L. Farell-Poe**, Departamento de Agricultura e Ingeniería de Biosistemas, Universidad de Arizona.

**MC. Jacqueline C. Moxley**, Centro de Investigaciones de los Recursos del Agua (Water Resources Research Center) Universidad de Arizona.

## **Traductores:**

**MC. Rocío Estrella**, Centro Binacional Estados Unidos- México para Ciencias Ambientales y Toxicología (U.S.-Mexico Binational Center for Environmental Sciences and Toxicology), Facultad de Farmacología, Universidad de Arizona.

**Dr. Janick F. Artiola**, Departamento de Suelos, Agua y Ciencias Ambientales, Universidad de Arizona.

2004, 2006, 2007

## **Reconocimientos:**

**Deseamos dar sinceras gracias a todos aquellos que de alguna u otra forma contribuyeron a la elaboración de este pequeño libro.**

### **Nuestros Revisores/Editores:**

Joe Gelt, Centro de Investigaciones de los Recursos del Agua (Water Resources Research Center) Universidad de Arizona.

Mitch Basefski, Tucson Water.

Chuck Gerba, Departamento de Suelos, Agua y Ciencia Ambiental, Universidad de Arizona

Sheri Musil, Departamento de Suelos, Agua y Ciencia Ambiental, Universidad de Arizona

Mary Black, Centro para la Sostenibilidad de Áreas de Hidrología Semi-Árida y Áreas Ribereñas (Center for Sustainability of Semi-Arid Hydrology and Riparian Areas), Universidad de Arizona.

### **También agradecemos los comentarios de:**

Sharon Hoelscher Day, Extensión Cooperativa del Condado de Maricopa (Maricopa County Cooperative Extension), Universidad de Arizona.

Gary Woodard, Centro para la Sostenibilidad de Áreas de Hidrología Semi-Árida y Áreas Ribereñas (Center for Sustainability of Semi-Arid Hydrology and Riparian Areas), Universidad de Arizona.

### **Apoyo con el diseño y las graficas:**

Robert Casler y Maria-del-Carmen Aranguren de la Unidad de Comunicaciones y Tecnologías Educativas (The Educational Communications and Technologies Unit) Escuela de Agricultura y Ciencias de la Vida (College of Agriculture and Life Sciences) Universidad de Arizona.

**Esta publicación fue posible mediante los fondos provistos por el Fondo para Tecnología e Iniciativas de Investigación dentro del Programa de Sostenibilidad del Agua de la Universidad de Arizona.**

Este libro esta dirigido a los residentes del estado de Arizona en los Estados Unidos que desean estar más familiarizados con los temas relacionados con el agua en Arizona. Los temas que se incluyen son:

- Un breve repaso de la historia y las fuentes de agua en Arizona.
- Un repaso sobre la naturaleza del agua, el ciclo del agua, los conceptos de la calidad del agua, y un glosario de términos universales, incluyendo un repaso de los minerales comunes y los contaminantes que se pueden encontrar en las fuentes de agua en Arizona.
- Una descripción de las reglamentaciones del agua potable, incluyendo los Estándares Nacionales Primarios y Secundarios para el Agua Potable.
- Una discusión detallada de las tecnologías de tratamiento del agua en los hogares y guías para la selección de tratamiento del agua de uso domestico, en base a la calidad del agua y preferencia del usuario.

Puede usted encontrar una versión electrónica descargable de este libro en el portal de Internet de sostenibilidad del agua [www.uawater.arizona.edu/pubs/pubs.html](http://www.uawater.arizona.edu/pubs/pubs.html) en formato de Adobe Acrobat Reader (PDF). En este portal también puede dirigirse al enlace de una versión interactiva del capitulo de Análisis del Agua de Uso Doméstico para ayudar a determinar la opción de tratamiento de agua apropiado para el uso domestico.

© 2004, 2006, 2007 Consejo de Regentes del Estado de Arizona



Foto de la portada: Janick F. Artiola

# Tabla de Contenidos

Introducción.....	6
-------------------	---

## I. Historia y Fuentes de Agua

1.1 Historia del Uso del Agua en Arizona.....	9
1.2 Fuentes de Agua.....	16

## 2. Propiedades del Agua

2.1 Minerales en el Agua.....	25
2.2 Contaminantes en el Agua.....	29

## 3. Calidad del Agua y Reglamentaciones

3.1 Parámetros de Calidad del Agua Mayores y Estándares Nacionales Secundarios para el Agua Potable (NSDWS) .....	32
3.2 Estándares Nacionales Primarios para el Agua Potable (NPDWS) .....	35

## 4. Tratamientos del Agua

4.1 Análisis del Agua de Uso Domestico .....	39
4.2 Las Partículas y la Microfiltración .....	42
4.3 Filtros de Carbón Activado .....	46
4.4 Osmosis Inversa .....	49
4.5 Destilación.....	53
4.6 Suavización del Agua por Intercambio Iónico ....	56

5. Glosario .....	85
-------------------	----

## 6. Apéndice

6.1 Referencias .....	98
6.2 Portales de Internet .....	100

# Tabla de Contenidos

Introducción

1.3	Pozos Domésticos .....	21
1.4	Agua Embotellada .....	23

1  
Historia y Fuentes de Agua

2

Propiedades del Agua

3

Calidad del Agua y Reglamentaciones

4.7	Desinfección del Agua para Beber .....	60
4.8	Otros Métodos de Tratamiento del Agua.....	66
4.9	Estafas Relacionadas con el Agua .....	68
4.10	Selección de un Aparato para Tratar el Agua....	71
4.11	Preguntas que se Deben Hacer Antes de Comprar un Equipo de Tratamiento del Agua ...	80

4

Tratamientos del Agua

5

Glosario

6.3	Tablas de Estándares de la Calidad del Agua ...	105
-----	---	-----

6

Apéndice

# Introducción

Diariamente nuestras vidas dependen del acceso al agua dulce. Estamos acostumbrados a tener **agua potable** cuando queremos. Pero, Los Arizonenses, así como los demás residentes de los Estados Unidos, también usan grandes cantidades de agua dulce para producir comida y otros productos básicos para la vida moderna.

## Datos sobre el Uso del Agua:

Los Arizonenses usan cerca de 130 galones (~500 litros) de agua potable por persona diariamente. Cada adulto bebe cerca de ½ galón (~2 litros) de agua potable por día y consume cerca de un galón (~4 litros) de agua para cocinar cada día. Por lo tanto, la mayoría del agua potable que se provee a las casas se consume en la disposición de desechos (uso de sanitarios), lavar (duchas, fregaderos, lavar platos, y lavar ropa) y para el riego de patios y jardines. Además, cada persona en los Estados Unidos consume a diario cerca de 1400 galones (~ 5300 litros) de agua dulce para sostener la producción de alimentos, electricidad y para muchas otras actividades industriales.

El medio ambiente, el ciclo del agua y las actividades humanas determinan la calidad del agua. Los tratamientos del agua y los sistemas de distribución modernos permiten a las comunidades controlar los niveles de **contaminantes** en el agua. En Arizona, los pozos, presas y canales también proveen y distribuyen agua dulce a zonas **áridas** que carecen naturalmente de esta.

**Los sistemas de agua públicos** son proveedores sumamente regulados de agua potable. A pesar de la evolución de los estándares de calidad de agua federales y las leyes del derecho a saber del público, las ventas de agua embotellada continúan creciendo. Los consumidores con frecuencia mencionan problemas

como la salud, la calidad del agua y la conveniencia como justificación para usar el agua embotellada, a pesar de que el agua embotellada es a menudo más cara que la gasolina. El agua embotellada tiene la percepción de ser de mayor calidad que el agua del **grifo** (la llave), aunque no siempre lo sea.

Hoy en día, los usuarios en sus casas tienen acceso a una variedad de sistemas de tratamiento del agua que les ayudan a controlar los niveles de **minerales** y contaminantes en el agua del grifo. Casi la mitad de las casas en los Estados Unidos cuentan con algún tipo de aparato o sistema para tratamiento del agua. La desconfianza en los sistemas de distribución de agua pública, la incertidumbre sobre los estándares de calidad del agua, las preocupaciones concernientes a problemas de salud en general, y/o la falta de conocimiento acerca



de los sistemas de tratamiento de agua domésticos han contribuido al incremento en la demanda de sistemas domésticos. Sin embargo, escoger un sistema de tratamiento de agua de uso doméstico es difícil y complejo, y el proceso se hace todavía más difícil cuando se cuenta con información errónea o incompleta acerca de la calidad del agua, las opciones de tratamiento y sus costos.

Los dueños de pozos privados también necesitan proporcionar agua buena para beber a sus familias y tienen que tomar decisiones acerca de cuál será el tratamiento más adecuado que se le dará al agua de sus pozos para cumplir con sus necesidades. Sin embargo, la información referente a su fuente de agua en particulares es normalmente limitada y difícil de obtener.

Con todos estos problemas y opciones disponibles, los consumidores deben ser conscientes y mantenerse informados sobre la calidad de las fuentes de agua en Arizona. Los consumidores deben saber que minerales, contaminantes, **sustancias químicas, y organismos patógenos** se encuentran o se pueden encontrar en sus fuentes de agua y cuáles son sus niveles aceptables. Las decisiones acerca de las opciones de tratamiento del agua doméstica deben ser hechas en base a información correcta y adecuada, tomando en cuenta los estándares de agua potable aceptados y con expectativas reales acerca de los costos y los rendimientos de estos sistemas.

**No Somos los Únicos:** Los animales terrestres, plantas, y otros organismos vivos también necesitan del agua dulce para prosperar. Además, también sabemos que el **agua superficial** y el **agua subterránea** están frecuentemente conectadas y son interdependientes. Por tanto, el **sobrebombeo** del agua subterránea con frecuencia disminuye los recursos de agua superficiales con un impacto negativo al medio ambiente de los alrededores.

Las plantas modernas de tratamiento de **aguas residuales** controlan la cantidad de contaminantes que descargamos al medio ambiente. Pero contaminantes residuales, que pueden afectar de forma adversa a nuestro medio ambiente, no pueden ser removidos por completo del **agua reclamada**. Por esto, el agua dulce no puede ser regenerada sin que esto implique un costo enorme.

Lo que nosotros hacemos en nuestras casas, en el trabajo, y en el exterior (afuera) para mantener nuestra existencia, las demandas que nosotros hacemos de los recursos limitados y decrecientes del agua de Arizona tienen un impacto directo en nuestro medio ambiente. Por lo cual, debemos alcanzar el uso sostenible del agua que incluya las necesidades de los ecosistemas únicos de Arizona, si es que queremos preservarlos para las generaciones futuras.

PHOTO: Janick Artiola



*Sabino Canyon con agua en el río y una vegetación saludables de álamos, Tucson, AZ.*

PHOTO: Janick Artiola

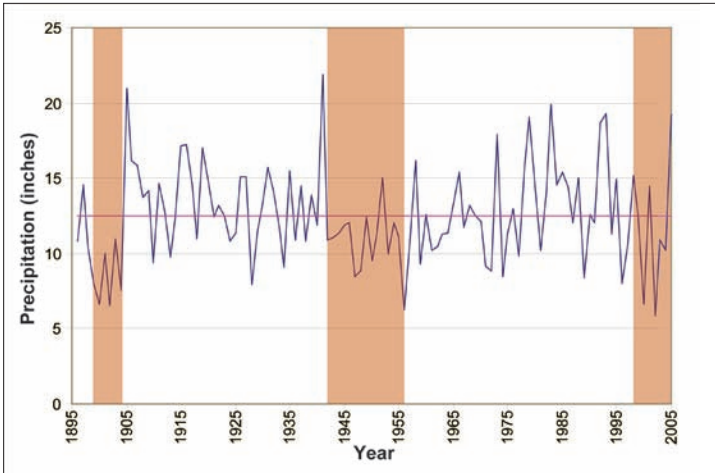


*Álamos muertos en el Río Santa Cruz y Sabino Canyon debido al bombeo excesivo del acuífero.*

# 1.1 Historia del Uso del Agua en Arizona

Arizona es un estado árido donde la cantidad de precipitación varía mucho de un año a otro y de una región a otra, fluctuando de 2 pulgadas (5 cm.) por año en el desierto del oeste hasta 25 pulgadas (61 cm.) por año (lluvia y nieve) en las regiones montañosas. La precipitación en la región de Arizona ha sido medida desde 1896. Los patrones de precipitación históricos en el suroeste han sido reconstruidos a partir de los registros de los anillos de los troncos de los árboles desde 1000 D.C. hasta 1896. Estos registros muestran numerosos períodos secos y lluviosos en los últimos mil años. Pero solo unos cuantos años han sido tan secos o más que el periodo de sequía que comenzó a finales de la década de 1990.

**Datos sobre el agua:** La precipitación pluvial (lluvia) promedio en Tucson es de 11 pulgadas (28 cm.) al año, en Phoenix es de 7.5 pulgadas (19 cm.), en Yuma es de 3 pulgadas (7.6 cm.), y en Flagstaff es de 22 pulgadas (56 cm.) al año.



Gráfica de la precipitación pluvial en Arizona, entre 1896 y 2005, que muestra largos periodos de sequía en las áreas sombreadas. La línea roja horizontal muestra la precipitación pluvial promedio de 12.5 pulgadas (31.8cm) por año en el estado de Arizona.

## Antecedentes Históricos

La búsqueda de fuentes adecuadas de agua ha sido una lucha constante en el desierto del suroeste. La historia del uso del agua en Arizona esta definida de mejor manera como el manejo de las fuentes de agua durante los periodos húmedos como los secos. Existe evidencia del control humano de los recursos del agua que datan de mas de tres mil años. Hoy en día todavía se pueden observar las ruinas del sistema

de canales por gravedad más extenso del mundo (construido por los Hohokam) a lo largo del Río Gila y en el Valle del Río Salado (Salt River) y el Valle Santa Cruz . Estos complejos sistemas de canales proporcionaban agua a comunidades Hohokam establecidas y a sus producciones agrícolas, hasta que los Hohokam misteriosamente desaparecieron (alrededor del año 1450 D.C.).

Unos cuantos asentamientos indígenas, dependientes del cultivo por regadío, continuaron en el sur de Arizona. Los españoles llegaron al final de 1600 estando familiarizados con las tecnologías de irrigación, que ellos mismos habían adoptado de la presencia de los moros en España antes de 1500. Se excavaron pozos, se construyeron represas y diques, y más tierras fueron utilizadas para la producción agrícola. En aquellos tiempos, Tucson se encontraba ubicado en el extremo norte de los asentamientos españoles. Los conflictos con las poblaciones indígenas y la Guerra de Independencia Mexicana hicieron más lento el crecimiento y la expansión en esta área.



*Canales construidos por los Hohokam. Fuente: Asociación de Parques y Monumentos del Suroeste (Southwest Parks and Monuments Association).*

## **Siglos Diecinueve y Veinte**

En 1825, exploradores americanos, tramperos, y colonos empezaron a llegar al territorio. Los colonos en el Valle del Río Salado (Salt River) volvieron a utilizar los canales de los Hohokam hasta que se comenzaron grandes proyectos de desviación a principios de 1900. Sin embargo, una sequía prolongada a finales de 1800 había aumentado ya la presión para

que el gobierno de los Estados Unidos desarrollara grandes proyectos de captación (almacenamiento) de agua que pudiera proporcionar un suministro estable de agua que hiciera posible el desarrollo económico, particularmente agrícola y minero. Se construyeron grandes sistemas de **presas** a lo largo del estado en los Ríos Salado (Salt River), Verde, Gila, y Agua Fría aparte de las presas en el Río Colorado. A mediados del siglo veinte, casi toda el agua superficial natural en Arizona se había desarrollado.

Más al sur, en el área de Tucson, los ríos se secaron a medida que los molinos de viento, bombas con motores a vapor, y pozos mas profundos aceleraron el bombeo del agua subterránea a tal grado que, a principios de 1990, los ríos locales ya no fluían.



*La presa Roosevelt terminada de construir en 1911. Fuente: Proyecto del Centro de Arizona (Central Arizona Project (CAP)).*

**El Pacto del Río Colorado:** A principios de 1900, los siete estados de la Cuenca del Río Colorado se negociaron la distribución de las aguas del Río Colorado. El Pacto de 1922 dividió la cuenca del Río Colorado entre los estados de la parte baja (Arizona, California, y Nevada), y los estados de la parte alta (Nuevo México, Wyoming, Colorado y Utah), adjudicando 936 millones de metros cúbicos (7.5 million **acre feet**) a cada parte de la cuenca.

**Datos sobre el agua:** La distribución del agua en el Pacto del Río Colorado se hizo en una época durante la cual la precipitación anual fue muy por encima del promedio presente. Arizona fue el último estado en aprobar el Pacto del Río Colorado en 1944.



Hoy en día, en la parte baja de la cuenca, Arizona tiene derecho a 349 millones de metros cúbicos (2.8 million acre feet) de agua del Río Colorado por año, California tiene derecho a 549 millones de metros cúbicos (4.4 million acre feet) por año, y Nevada cuenta con una cuota de 41 millones de metros cúbicos (325,851 acre feet por año). En Arizona una familia de cuatro personas utiliza aproximadamente 125 metros cúbicos (1 acre feet) de agua potable en un año.

La demanda de agua aumentó durante la década de 1940, requiriendo un abastecimiento estable de agua especialmente en Tucson que, para aquel entonces ya dependía exclusivamente del suministro de agua subterránea.

**Datos Sobre el Agua:** Después de 22 años de cabildeo (lobbying), el gobierno federal aprobó el Proyecto del Centro de Arizona (CAP) en 1968. Es uno de los logros más significativos en la historia del agua de Arizona.

### **Proyecto del Centro de Arizona (Central Arizona Project (CAP)):**

La construcción del canal del Proyecto del Río Colorado para llevar agua al sur de Arizona comenzó en 1968 y se completó al sur de Tucson en 1993 extendiéndose desde el

lago Yavapai hasta el sur de Tucson. El transporte de las aguas del Río Colorado fue una gran iniciativa para proporcionar agua a las partes centro y sur de Arizona. Este proyecto fue inicialmente concebido con fines agrícolas. Sin embargo, cuando este proyecto se terminó el agua del CAP ya fue más necesitada para aumentar el suministro urbano de una población creciente que para las actividades agrícolas e industriales.

El Proyecto del Centro de Arizona (CAP), que se estima costó más de 4 billones de dólares, eleva agua hasta 880 metros sobre el nivel del mar (2,900 feet) a través de catorce plantas de bombeo para transportar agua a 534 kilómetros (334 millas) de distancia del Río Colorado.

**Datos sobre el Agua:** En Arizona, el ADWR ha establecido cinco Áreas de Manejo Activas (Active Management Areas (AMAs)) para manejar y llevar cuenta de la disponibilidad de los recursos del agua hasta el año 2025. Estas áreas incluyen Phoenix y Tucson (ver el Portal de Internet del ADWR).

### **Decreto para el Manejo del Agua Subterránea de Arizona (Arizona Groundwater Management Act):**

Durante el siglo 20, el agua subterránea siguió siendo usada más rápidamente que la recarga natural en los acuíferos. Esto creó un bombeo excesivo (**sobrebombeo**- overpumping) de aguas particularmente debajo de las crecientes áreas urbanas. El sobrebombeo puede causar



*El canal del Proyecto del Centro de Arizona (CAP) en forma de zigzag. Fuente: Proyecto del Centro de Arizona (CAP).*

escasez del suministro e incrementar los costos de perforación de pozos. El bombeo del agua también produce **hundimientos de tierra**, y disminuye progresivamente la calidad del agua. El bombeo excesivo también ha causado la desaparición del 90% de las áreas ribereñas en Arizona. En 1980, se promulgó el Decreto para el Manejo del Agua Subterránea de Arizona y se formó el Departamento de Recursos del Agua de Arizona (Arizona Department of Water Resources (ADWR)). Este Decreto fue diseñado junto con la agencia estatal que fue fundada para manejar los recursos hidráulicos de una forma más efectiva y para asegurar un suministro estable de agua en el futuro.

**Decreto de Calidad Ambiental de Arizona (Arizona Environmental**

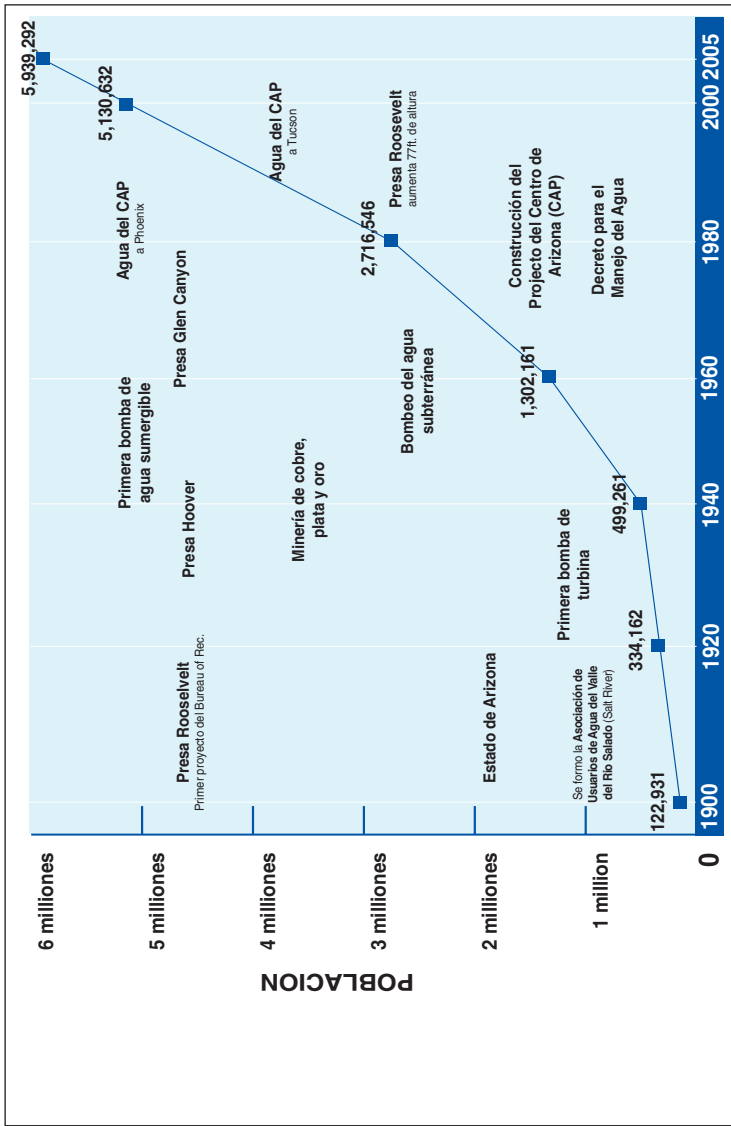
**Datos sobre el Agua:** El ADEQ proporciona administración estatal de programas federales y asegura la conformidad de parte del estado con los programas federales de la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency (EPA)). Los programas estatales para los cuales existen mandatos federales legislativos o reglamentarios deben cumplir con los estándares mínimos de la EPA. El ADEQ regula los sistemas de agua pública que sirven a cuando menos 15 conexiones o 25 personas.

**Quality Act):** En la década de 1980, se encontró contaminación en múltiples fuentes de aguas subterráneas. El público se alarmó ante la posible contaminación y los efectos que esto podría tener en la calidad de vida. Un número de pozos fueron cerrados en las áreas metropolitanas de Phoenix y Tucson. En 1986, se formó el Departamento de Calidad Ambiental del Estado de Arizona (Arizona Department of Environmental Quality (ADEQ)) bajo el Decreto de Calidad Ambiental de Arizona con el fin de establecer un programa

extenso de protección del agua subterránea y poder administrar todos los programas de protección ambiental de Arizona.

### **Decreto del Agua Potable Segura (Safe Drinking Water Act (SDWA))**

En 1974, el congreso de los Estados Unidos pasó el Decreto del Agua Potable Segura que fija estándares de los niveles máximos de los contaminantes (NMC o MCL- maximum contaminant level) para el agua potable. Se han hecho cambios al Decreto desde que este se pasó, incrementando los estándares de calidad del agua potable. Un buen ejemplo es la nueva regla para el control de niveles de arsénico, que tiene un impacto significativo en Arizona. Esto se debe a que el agua subterránea puede tener niveles excesivos de arsénico a causa de las formaciones geológicas locales a través de las cuales fluye el agua. Todos los proveedores de agua tienen que cumplir con estos nuevos estándares. Esto implica que los proveedores deben de incurrir con los costos asociados de la tecnología necesaria para tratar el agua y reducir los niveles de arsénico en sus fuentes de agua.



Cronograma del agua y crecimiento de la población entre 1800 y 2005. Fuente: Póster del Mapa del Agua en Arizona, 2002, Centro de Investigación de los Recursos del Agua (Water Resources Research Center, CALS, Universidad de Arizona).

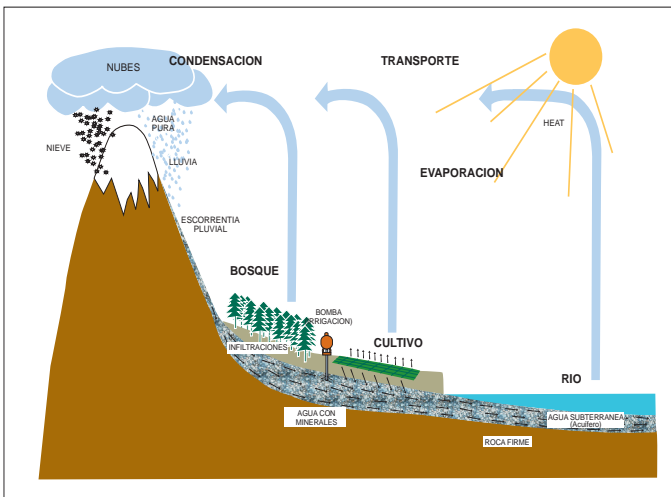
Partes de este texto han sido adaptadas de Kupel 2003, y de las páginas de la Internet de ADWR y CLIMAS (ver la Sección 6.2). Actualizadas en el 2006.

## 1.2 Fuentes de Agua

**Datos sobre el Agua:** El agua cubre el 70% de la superficie de la tierra y todas las formas de vida, incluyendo los humanos, dependemos de ella para nuestra supervivencia. Sin embargo, cerca del 97% del agua del mundo se encuentra en los océanos la cual es considerada altamente salina. El hielo de los polos terrestres almacenan el 2% del agua del mundo. Cerca del 0.6% del agua del mundo es agua dulce que fue depositada bajo la superficie (agua subterránea) de forma natural hace miles o millones de años. La atmósfera y el medio ambiente del suelo cuentan con cerca de 0.06% del agua del mundo. Solo aproximadamente 0.01% del agua del mundo se encuentra en lagos, ríos y arroyos.

El agua subterránea esta considerada como una fuente no renovable de agua dulce ya que el bombeo esta muy por encima de la recarga en la mayoría de las zonas acuíferas explotadas. Las fuentes superficiales de agua dulce, como los ríos y lagos, son consideradas como **fuentes renovables de agua dulce**. Hoy en día los científicos están de acuerdo en que la cantidad de agua que circula anualmente en el mundo (de la superficie de la tierra a la atmósfera y de regreso a la tierra) ha permanecido bastante constante durante tiempos recientes (los últimos 100 años). Por lo que, en promedio, se puede decir que los ríos y lagos producen la misma cantidad de agua dulce hoy que hace 100 años. Sin embargo, durante el mismo periodo de tiempo la población del mundo se ha incrementado

en más de 6 veces, aumentando a su vez la demanda de los recursos de agua dulce.

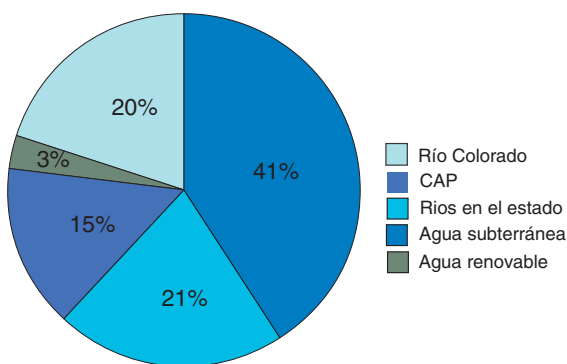


*El Ciclo del Agua.*

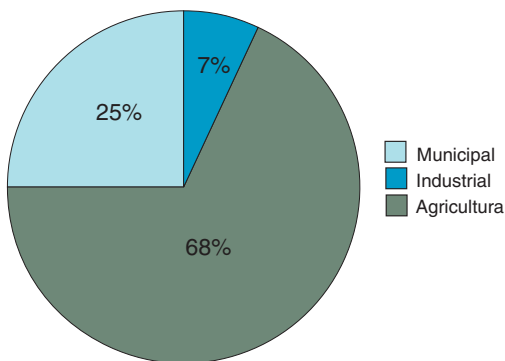


## Fuentes de Agua de Arizona

Una gran parte del crecimiento de las zonas áridas como el suroeste de los Estados Unidos se sostiene mediante el uso del agua subterránea no renovable, y los depósitos de captación (presas) de agua renovable construidos en los ríos que todavía fluyen. Hoy en día, el 41% de las necesidades de agua del estado de Arizona provienen de las fuentes de agua subterránea del mismo estado. Arizona también cuenta con una porción de 349 millones de metros cúbicos de agua del Río Colorado que todavía no utiliza en su totalidad (ver Sección 1.1). El agua del CAP representa cerca del 15% del agua utilizada en el estado. Las fuentes de agua superficiales del mismo estado (ríos y lagos de Arizona, excluyendo al Río Colorado) proporcionan cerca de 20% del agua usada anualmente y el **agua depurada** que se recicla representa un 3% del uso que irá incrementando en el futuro. La agricultura sigue siendo el uso primario de los recursos de agua del estado de Arizona.



## Fuentes de Agua



## Usos del Agua

Fuentes de agua y sus diferentes usos en Arizona. Fuente: Póster del Mapa del Agua en Arizona, 2002, Centro de Investigación de los Recursos del Agua (Water Resources Research Center, CALS, Universidad de Arizona).

## Fuentes Locales de Agua

**Phoenix** y las ciudades colindantes de Chandler, Mesa, Tempe, Glendale, Scottsdale, y Peoria – cuentan con diversas fuentes renovables de agua dulce. Estas incluyen algunas corrientes de agua superficiales mayores: los Ríos Salado (Salt River), Gila, Verde, y Agua Fría y recientemente, el canal del CAP. Las presas localizadas en estos ríos, que fluyen de las montañas al norte y el este de Phoenix, forman grandes depósitos de captación de agua que proporcionan una fuente de abastecimiento constante de agua renovable durante el año. Sin embargo, es muy poco probable que estos recursos de agua superficiales aumenten en el futuro cercano. Phoenix y sus comunidades colindantes también suplementan sus necesidades utilizando algunos de sus grandes recursos acuíferos. Pero la mayor parte del agua subterránea a lo largo de los ríos Salado (Salt River) y Gila es muy salina (> 3000 mg/L Sólidos Disueltos Totales- SDT). La ciudad de Phoenix, que distribuye agua potable a 1.3 millones de personas, reporto el uso de solo un 8% de agua subterránea para sus necesidades durante el año 2002.

**Tucson** no cuenta con ningún suministro de agua superficial (ríos). Estas fuentes fueron agotadas rápidamente durante la primera parte del siglo veinte, en su mayor parte debido al bombeo excesivo del agua subterránea local. Desde entonces, el crecimiento del área se ha sostenido por el uso del agua subterránea cuyo nivel sigue disminuyendo. Se estima que solamente el 15% de agua que se extrae de los acuíferos locales es reemplazada anualmente mediante **recarga** natural. Por lo que en menos de 50 años, los niveles del agua subterránea han bajado más de 60 metros (200 feet) en la cuenca de Tucson (centro). Nadie sabe cual es la cantidad exacta de agua que se encuentra en el acuífero de la cuenca de Tucson. Sin embargo, sabemos que una vez que esta agua es extraída, la mayor parte no se vuelve a recargar. También, los costos de bombeo y el contenido de minerales (SDT) incrementan con la profundidad del acuífero. La llegada reciente del agua del CAP (ver sección 1.1) ha disminuido el bombeo del agua subterránea en la cuenca de Tucson. Sin embargo, el agua del CAP es un recurso renovable que no se espera aumente en un futuro cercano.

**Yuma** obtiene agua potable para sus 100,000 residentes del Río Colorado. El agua subterránea, aunque disponible, solo se usa en casos de emergencia. La mayor parte del agua utilizada del Río Colorado en Yuma se utiliza en su extensa superficie agrícola.

**Flagstaff** cuenta con diversas fuentes de agua pero limitadas. Las principales fuentes de agua provienen del Lago Mary (localizado al suroeste), también de los pozos de las cuencas internas, y de los

manantiales (localizados el norte). Estas fuentes son alimentadas por el deshielo, que puede variar mucho de un año al otro. Flagstaff también cuenta con agua subterránea pero a una profundidad de 300 a 600 metros (1000 a 2000 pies), lo que hace que esta fuente de agua sea muy cara de obtener.

## Reutilización de Agua

Cerca del 40% del agua que se distribuye a los hogares es tratada en plantas de depuración (tratamiento) de aguas residuales y puede ser utilizada para irrigación o para recargar los acuíferos. Pero, el agua depurada (reclamada o reciclada) tiene normalmente un contenido de

**Datos sobre el Agua:** El agua depurada se está convirtiendo en un recurso muy valuable de agua renovable que, por ejemplo, en el año 2002 ya representó cerca del 3% del agua total utilizada en Arizona.

SDT de aproximadamente 1.5 veces más alta que el agua de la fuente original. Por ejemplo, si la fuente de agua original tiene 300 mg/L de SDT, el agua reciclada va a tener 450 mg/L de SDT. También, los tratamientos de agua residuales eliminan la mayor parte de los microbios patógenos (ver sección 4.7), pero no eliminan todos los residuos (trazas) de las sustancias químicas orgánicas (ver también contaminantes). La depuración completa de este excedente de sales y sustancias químicas orgánicas residuales incrementaría enormemente el costo de tratamiento del agua residual (ver Sección 4.4 y 4.5). El agua depurada se considera de suficiente calidad para ser utilizada en irrigación y recarga. Sin embargo, debemos de continuar observando el impacto de las aguas depuradas al medio ambiente para preservar la calidad de los recursos de agua naturales.

## Perspectiva

El planeta tierra cuenta con una cantidad casi ilimitada de agua, pero solo una fracción muy pequeña del agua en la tierra es agua dulce y renovable. Los recursos de agua subterránea no renovables en su gran mayoría están siendo agotados en Arizona y en muchas otras partes del mundo. Muchos países del mundo (incluyendo los Estados Unidos) tienen conflictos internos con sus países vecinos debidos tanto a las presiones de una población creciente como a los recursos muy limitados de agua dulce.

En un futuro cercano, el manejo y el uso sensato de los recursos de agua locales van a ser críticos para el crecimiento y la preservación de nuestras vidas y el medio ambiente de nuestro planeta.



*Agua, agua por doquier pero solo una gota es agua dulce*

Partes de este texto, han sido adaptadas de Leeden et al. 1990, WRRC 2002, y la Pagina Web (Portal de Internet) de la Ciudad de Phoenix. 2003.

## 1.3 Pozos Domésticos

La calidad y seguridad de estas fuentes de agua potables no están bajo el control de normas o estándares de ninguna agencia federal o estatal. Por lo tanto, los dueños de pozos privados deben analizar la calidad del agua de sus pozos para asegurarse de que esta cumpla con los estándares de calidad del agua potable. También, los dueños de pozos de vez en cuando necesitan seleccionar y mantener un sistema confiable de tratamiento de agua (ver Sección 4.10). Si su pozo está ubicado en una fuente de agua subterránea extensa, tal vez se pueda encontrar información general sobre la calidad del agua del pozo a través de los vecinos o los servicios de agua públicos locales. También deben tomarse en cuenta que las condiciones geológicas locales y actividades en la superficie como las fosas sépticas pueden tener un efecto sobre la calidad del agua subterránea.

**Datos sobre el Agua:** Existen en Arizona más de 93,000 pozos de agua privados que son mantenidos por los particulares y que proporcionan agua subterránea para beber, para uso doméstico y para irrigación a más de 300,000 Arizonenses.

### Como Analizar el Agua de su Pozo

El agua de los pozos domésticos debe de ser analizada anualmente con el análisis de bacterias coliformes, que indica la presencia de microbios patógenos. Se sugiere analizar el agua más a menudo si se observan cambios visuales en la calidad del agua o si ocurren cambios de salud inexplicables. La siguiente tabla proporciona un calendario y lista de análisis a realizar. Cuando los resultados de los análisis son positivos para los microbios patógenos, los dueños del pozo pueden utilizar una solución de cloro concentrada (**súper cloración** - cloración por shock o de golpe) para desinfectar el forro o tubo protector del pozo y el sistema de tuberías de la casa. La súper cloración no eliminará la contaminación si esta se encuentra en el agua misma del acuífero. En ese caso, el dueño debe buscar una fuente alternativa de agua o instalar un sistema de desinfección de agua doméstico (ver Sección 4.7).

Cuando el pozo produce agua de baja calidad, es importante investigar las posibles causas o fuentes de contaminación. La Tabla 4 (Sección 6.3) proporciona una lista de síntomas del agua, posibles causas y tratamientos recomendados. Si las causas no pueden ser eliminadas, se debe de buscar una fuente alternativa de agua doméstica. Si no, considere seriamente la instalación de un nuevo sistema o la modificación del sistema de tratamiento del agua (ver Sección 4.10) para controlar el color, la materia suspendida, los sólidos disueltos totales (SDT), y/o los contaminantes inorgánicos como nitratos y arsénico.



## Calendario Sugerido para los Análisis del Agua\*

### Análisis Iniciales\*\*

Dureza, sodio, cloruro, fluoruro, sulfatos, hierro, manganeso, arsénico, mercurio, plomo, además de todos los análisis que se enlistan a continuación.

### Análisis Anuales (como mínimo)

Bacterias coliformes totales, SDT, pH, nitratos.

### Inspección Mensual Visual

Busque y tome nota de cambios en:

Turbidez (nubosidad, partículas)

Color, sabor, olor \*\*\*

Cambios de salud (problemas gastrointestinales recurrentes en los niños y/o las personas que estén de visita)\*\*\*\*

\* Ver la Tabla 4 (Sección 6.3) para obtener una lista más comprensiva de los síntomas de calidad pobre del agua, análisis y posibles causas.

\*\* Puede ser que no se requieran estos análisis cada año por que estas sustancias químicas normalmente ocurren de forma natural y no cambian con el tiempo.

\*\*\* Considere uno o mas de los análisis enlistados anteriormente (ver también la Sección 4.10).

\*\*\*\* Los exámenes o análisis anuales deben ser hechos a la brevedad posible.

Los particulares no deben intentar tratar o utilizar como agua potable las fuentes que hayan sido contaminadas con sustancias químicas industriales como solventes, pesticidas, y productos de gasolina a niveles por encima de los Estándares Nacionales Primarios para el Agua Potable (National Primary Drinking Water Standards (NPDWS); ver Sección 6.3).

Los dueños de pozos particulares deben visitar el portal de Internet del Departamento de Recursos del Agua de Arizona (ADWR) para obtener información sobre las normas de diseños y construcción de pozos para los residentes de Arizona.

[www.water.az.gov/adwr/Content/Publications/files/well\\_owners\\_guide.pdf](http://www.water.az.gov/adwr/Content/Publications/files/well_owners_guide.pdf)

Porciones de este texto han sido proporcionadas y adaptadas de los portales de Internet de ADWR y USGS, y USEPA 1997.

PHOTO: James Russell



Una vieja casa de rancho con un molino de viento

## 1.4 Agua Embotellada

Se encuentran en el mercado numerosos tipos y fuentes de agua embotellada. El agua embotellada común incluye, entre otras, el **agua mineral** (con más de 250 mg/L SDT), **agua purificada** (que ha sido tratada para disminuir los niveles de SDT), y agua mineral natural gasificada o con gas carbónico añadido (**agua carbónica** o **carbonatada**, gaseosa, soda). Para obtener una lista mas completa de las diferentes clases de agua embotellada ver el portal de Internet de la Fundación Nacional Sanitaria (National Sanitation Foundation (NSF)).

**Datos sobre el Agua:** Las ventas anuales de agua embotellada en los Estados Unidos exceden hoy en día los 8 billones de galones.

El agua embotellada se adhiere a las normas de empaque de productos alimenticios promulgadas por la Administración de Drogas y Alimentos (Food and Drug Administration (FDA)) y por el gobierno estatal. Los miembros de la Asociación Internacional de Agua Embotellada (International Bottled Water Association (IBWA)) requieren también que se sigan las normas establecidos por esta asociación. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (U.S. Environmental Protection Agency (USEPA)) no esta directamente involucrada en la regulación del agua embotellada. Sin embargo, si los proveedores de agua embotellada usan el agua de un sistema de agua publico, los proveedores deben cumplir con los estándares de la USEPA. Si se usan fuentes de agua privadas, como pozos o manantiales, el agua embotellada puede ser filtrada, aunque el nivel de minerales y contaminantes puede variar. Usualmente se requiere desinfección del agua, mientras que el embotellamiento (empaquetamiento) se hace de acuerdo a las normas establecidas por la FDA.

### Water Quality

Grandes encuestas realizadas en los Estados Unidos y en el mundo entero han demostrado que, en general, el agua embotellada no es más segura que el agua del grifo. La incertitud sobre la pureza del agua embotellada ha provocado que la Organización Mundial de la Salud (OMS) (World Health Organization (WHO)) trabaje en el desarrollo de un código internacional para la calidad del agua embotellada. Este requerirá que se revele la fuente, contenido mineral, y tratamiento en la etiqueta de cada botella de agua.

**Datos sobre el Agua:** Las regulaciones limitadas y el etiquetamiento inadecuado del agua embotellada (ver pagina siguiente) con frecuencia dificultan la determinación de la fuente, el contenido mineral exacto, y el tratamiento del agua embotellada.

Una ventaja que tiene el agua embotellada es su portabilidad y el hecho de que, a diferencia del agua del grifo (llave), esta no requiere ningún desinfectante químico residual durante su almacenamiento o distribución al consumidor (ver Sección 4.6). Por lo cual, el agua embotellada no suele tener olor o sabor desagradable a cloro.

El agua embotellada debe ser consumida rápidamente, y no ser almacenada durante mucho tiempo, ya que las botellas de plástico pueden degradarse con el tiempo y pueden contaminar el agua con residuos de plástico.



*Agua embotellada etiquetada de acuerdo con los requisitos de la USDA y etiquetas del agua embotellada no procedente de los Estados Unidos.*

Porciones de este texto han sido proporcionadas y adaptadas de los portales de Internet de ADWR y USGS, y USEPA 1997.

## 2.1 Minerales en el Agua

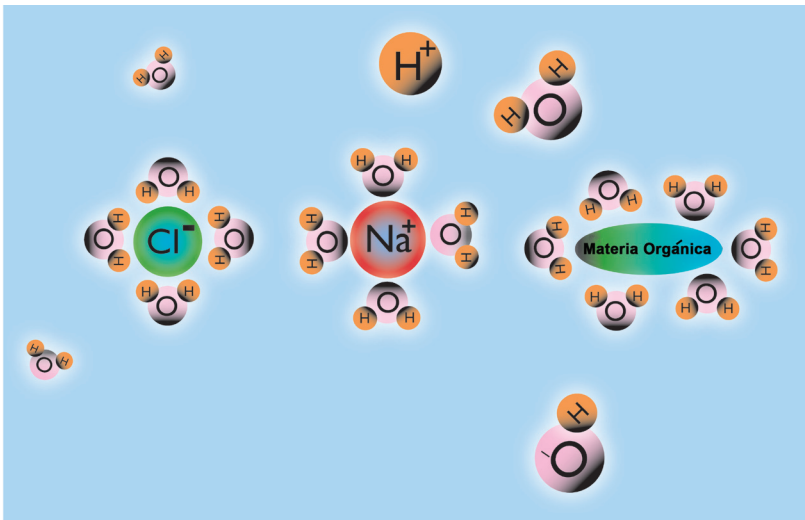
En la naturaleza el agua ocurre en tres estados: líquido, gas (vapor), y sólido (hielo), y se transforma de un estado a otro. El agua sólida, en particular el hielo polar, ayuda a proteger el medio ambiente acuático de cambios abruptos de temperatura. El vapor de agua es esencialmente agua pura en forma de gas. El agua, en su forma líquida, recoge sustancias químicas (minerales y partículas de materia) como resultado de la filtración a través del suelo en el que se encuentra. Cuando el agua regresa a su estado gaseoso al evaporarse, deja atrás los residuos sólidos que adquirió en su estado líquido.

### Como Interactúan el Agua y la Materia

La Figura muestra como el agua disuelve la **sal de mesa** común al separar sus iones de sodio (+) y cloruro (-) (ver **disolución**). Dentro del estado líquido del agua, estos iones se mantienen separados mediante la acción de unas moléculas cuya tarea es la de balancear las propiedades positivas (+) o negativas (-) de cada elemento o molécula.

**Datos sobre el Agua:** Se refiere al agua como al solvente universal debido a sus propiedades únicas que le permiten rodear y separar (disolver) todo tipo de materias químicas dentro de su estructura.

2



Representación de las moléculas de agua interactuando con otras moléculas.

Otros minerales pueden disolverse en el agua de manera similar pero en cantidades variables. Cuando el agua líquida entra en contacto con la tierra y se escurre en su superficie (escurrimiento superficial), también puede acarrear con ella partes sólidas visibles (partículas como limo, arcilla, y trozos de plantas) que pueden permanecer en suspensión en el agua. Los gases de la atmósfera y de los contaminantes gaseosos también pueden disolverse y entran en suspensión (en forma de burbujas) en el agua. Por ejemplo, el dióxido de carbono se disuelve en agua y baja el nivel del **pH** al formar ácido carbónico (ver agua carbonada, Sección 1.4).

## Elementos Mayoritarios o Minerales Comunes Encontrados en el Agua

**Datos sobre el Agua:** los minerales compuestos de iones de sodio y cloruro tienen una gran afinidad por el agua (**solubilidad**) y son rápidamente lavados del suelo. Por esto, la mayor parte de los minerales disueltos del agua de mar se originaron en la tierra y son en su mayoría lo que conocemos como la sal de mesa.

Además de la sal de mesa, el agua dulce también contiene otros minerales comunes como yeso, calcita, y dolomita (fuentes principales de calcio, magnesio, y sulfato respectivamente) e iones de carbonatos. Estos iones, junto con el potasio y la sal de mesa, comúnmente representan cerca del 95% (en peso) del total de las sales disueltas (SDT) encontradas en las aguas naturales. La cantidad y proporción de estos

minerales afectan el sabor del agua y se utilizan con frecuencia para identificar el origen de la fuente de agua. La Figura a lado muestra con detalle la composición mineral del agua subterránea de Tucson y el agua del CAP. Revisando rápidamente esta figura se puede ver que el agua del CAP comparada con el agua subterránea de Tucson, tiene no solamente niveles de minerales disueltos más elevados (área grande) sino también diferentes proporciones de minerales.

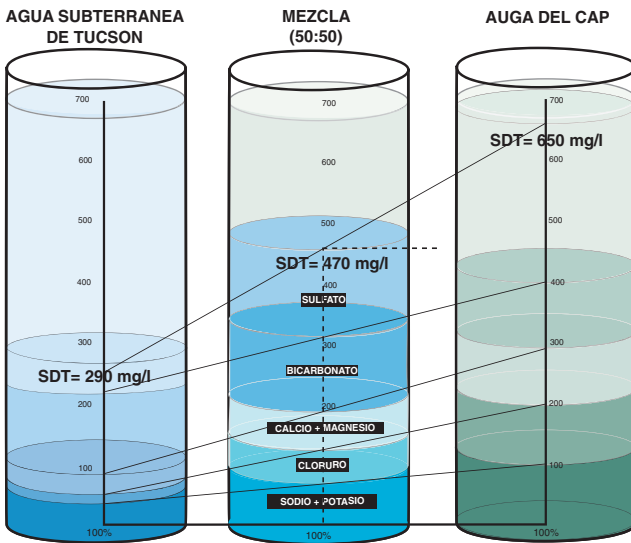
## Elementos Traza en el Agua

Muchos otros elementos químicos que componen los minerales también se encuentran en el agua en pequeñas cantidades (traza). Estos incluyen elementos necesarios para nuestra salud como el cobre, el zinc, y el hierro (ver Sección 3.1) y elementos con efectos tóxicos como el arsénico, el mercurio, y el gas radon (ver Sección 3.2). El agua que entra en contacto con minerales ricos en cualquiera de estos elementos químicos puede contener cantidades elevadas y potencialmente tóxicas de los mismos.



## Contaminantes en el Agua

El agua natural también puede ser contaminada con niveles excesivos de minerales o contaminantes debido a diversas actividades humanas. Estas incluyen la descarga agrícola e industrial de contaminantes; la descarga incorrecta de desechos municipales y animales en la atmósfera, suelo, y agua superficial y subterránea; y el transporte y actividades de recreo que también contaminan la atmósfera, la tierra y el agua. El tipo y cantidad de contaminantes que pueden ser tolerados en las aguas potables públicas son fijados por la USEPA (ver Tabla 1 y 2, Sección 6.3). Puede referirse al resumen de las normas de calidad del agua potable en la Sección 3.



CONTENIDO MINERAL DE LAS FUENTES DE AGUA (Grafica Acumulativa)

Composición mineral del agua subterránea de Tucson, del agua del Proyecto del Centro de Arizona (Central Arizona Project (CAP)) y de una mezcla del 50:50 de estas dos aguas.

## Sólidos Disueltos Totales (SDT) en el Agua de Arizona

La composición mineral de las fuentes de agua en Arizona varía dependiendo de su origen (fuente). En general, la composición química de las fuentes de agua subterránea es más constante de estación a estación (tiempo) pero puede variar bastante de región a región (lugar). En cambio la calidad de las fuentes de agua de superficie tiende a variar tanto como con las temporadas del año como en las diferentes zonas de Arizona.

**Phoenix**, y otras ciudades colindantes como Mesa y Gilbert, hacen uso de varias fuentes de agua superficiales, incluyendo agua subterránea cuando es necesario. Estas fuentes proporcionan agua de grifo con

valores de SDT que exceden 500 mg/L (en promedio) y que varían más de  $\pm 250$  mg/L durante el año. La mezcla de estas fuentes de agua es dura (**agua dura** con un contenido de calcio y magnesio alto o muy alto) (ver Tabla 2, Sección 6.3).

Los SDT del agua subterránea de **Tucson**, tienen un promedio de 290 mg/L y varían alrededor de  $\pm 100$  mg/L dependiendo del lugar donde se encuentre el pozo dentro la cuenca de Tucson. El agua del CAP tiene SDT más altos que el agua subterránea de Tucson. Por lo tanto, se espera que la concentración mineral en el agua del grifo aumente a medida que se alimenta mas agua del CAP al sistema de distribución. Se estima que los SDT y composición mineral de una mezcla del 50-50 del agua subterránea de Tucson y del agua del CAP sería de alrededor de 450 mg/L (ver Figura anterior). Por lo cual esta mezcla produce un agua clasificada como moderadamente dura a dura (ver Tabla 2, Sección 6.3).

**Flagstaff**, en promedio, tiene cerca de 200 mg/L de SDT en sus diversas fuentes (de aguas superficiales múltiples y agua subterránea), aunque los valores pueden variar más de  $\pm 100$  mg/L dependiendo de la fuente. Como en otras ciudades de Arizona, la dureza del agua de la ciudad de Flagstaff varia de moderadamente dura a muy dura (ver Tabla 2, Sección 6.3).

Los residentes de **Yuma** obtienen el agua potable directamente del Río Colorado la cual no es desalinada antes de su distribución. En esta localidad, el Río Colorado tiene un promedio aproximado de SDT de 800 mg/L que varia entre  $\pm 50$  mg/L durante el año. La dureza del agua en Yuma es clasificada como muy dura (ver Tabla 2, Sección 6.3).

## 2.2 Contaminantes en el Agua

Los contaminantes se dividen en tres categorías: aquellos de origen natural, aquellos de origen natural pero incrementados por las actividades humanas, y aquellos creados (síntesis química) por los humanos e introducidos al medio ambiente. Los minerales más comunes también son los contaminantes más comunes encontrados en el agua (ver Sección 2.1). Las fuentes de agua también contienen elementos tóxicos no deseados (pero de origen natural) como el arsénico. Cuando se encuentra arsénico en una fuente de agua potable a concentraciones arriba de los Estándares Nacionales Primarios para el Agua Potable (NPDWS), el agua esta “contaminada” con arsénico (ver Sección 3.2).

### Contaminación de las Fuentes de Agua

Las fuentes de agua también pueden contaminarse con niveles excesivos de elementos químicos comunes como el sodio a través de diversas actividades naturales y humanas. Aunque esta agua no es peligrosa para el medio ambiente, tampoco es buena para beber o para el riego de cultivos. En este caso, el agua es considerada contaminada con sodio y otras sales, y está clasificada como salina (ver **agua salina** en el Glosario). Note que algunas fuentes de agua salinas pueden ser aceptables para el ganado y para regar plantas que toleran altos niveles de sales las cuales son comunes en Arizona.

**Datos Sobre el Agua:** Las fuentes más comunes de polución del agua son la lluvia (que limpia la polución del aire), las filtraciones, el escurrimiento de áreas urbanas y agrícolas, y la descarga de aguas contaminadas y aguas residuales al medio ambiente.

Los contaminantes hechos por los humanos incluyen: compuestos químicos sintéticos orgánicos como los pesticidas agrícolas, solventes industriales, aditivos para combustibles, plásticos, y muchos otros. Desafortunadamente, muchos de estos compuestos químicos ya son ubicuos (presentes en todos lados) en nuestro medio ambiente debido al uso extenso de estos en nuestra sociedad moderna (ver Figura en la proxima pagina). También, los patógenos microbianos que se originan de los residuos humanos y animales impactan severamente la calidad de los recursos del agua. Los problemas graves de salud y la degradación del medio ambiente ocurren a menudo cuando los desechos y aguas residuales sin tratamiento se vierten al medio ambiente.

### Fijando Límites para los Contaminantes

Hoy en día pocas fuentes superficiales y subterráneas de agua en el mundo permanecen sin ser afectadas por la contaminación. Podemos preguntarnos ¿esta toda el agua del mundo contaminada?

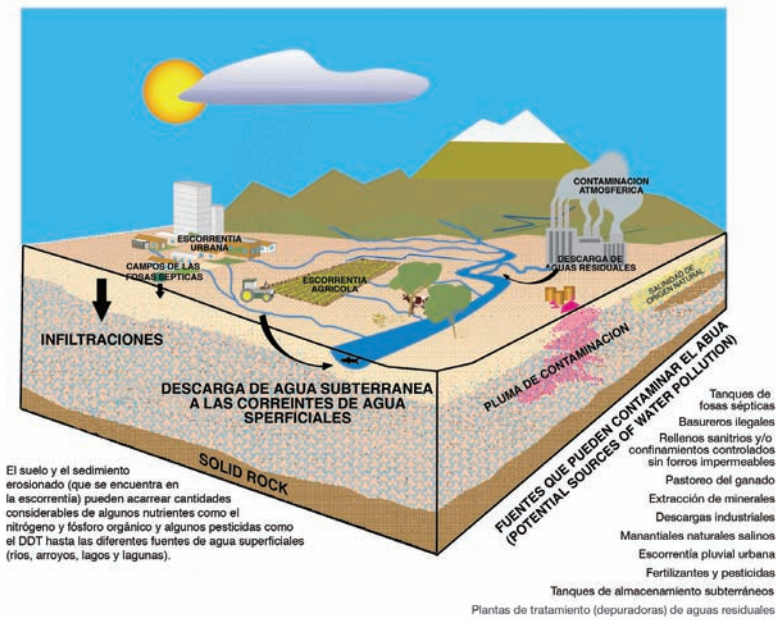
La respuesta es “no” dentro de ciertos límites. Los NPDWS y los Estándares Nacionales Secundarios para el Agua Potable (NSDWS) están diseñados para regular los contaminantes en las fuentes de agua puesto que no es razonable esperar tener una cantidad ilimitada de agua sin un solo contaminante (ver Sección 3.1 y 3.2). Por lo cual, el agua potable puede contener una cantidad mínima y aceptable (por consenso social) de contaminantes.

## Contaminantes Comunes en las Fuentes de Agua de Arizona

Entre los contaminantes comunes en el agua y las fuentes de agua probables de Arizona se incluyen los SDT (niveles naturales pero excesivos de sodio, cloruro, sulfatos, y calcio), altos niveles naturales de calcio y magnesio (dureza del agua), los nitratos, las bacterias coliformes totales (que provienen de residuos animales, infiltraciones de los sistemas de fosas sépticas, y las actividades agrícolas), el arsénico, radon, plomo (que también son de ocurrencia natural), los pesticidas, combustibles (como la gasolina), y los solventes (que provienen de las actividades industriales, de la agricultura y de los tanques con fugas). A excepción de los SDT, todos los niveles de estos contaminantes están controlados por los servicios públicos de distribución de agua potable mediante los Estándares Nacionales Primarios para el Agua Potable (NPDWS) (ver Sección 3.2).

## Nuevos Contaminantes

La USEPA esta siempre evaluando los llamados **contaminantes “emergentes”** que quizás en un futuro próximo necesiten ser regulados en nuestros sistemas públicos de distribución de agua. Estos incluyen el ion de **perclorato**, un componente del combustible de los cohetes y explosivos y también de origen natural que ha sido detectado tanto en fuentes de agua subterránea como de agua superficial en varios estados de los Estados Unidos, incluyendo el agua del Río Colorado. También se han detectado subproductos químicos nocivos, que se producen durante el proceso de la desinfección del agua. Estas y otras sustancias químicas pueden tener efectos adversos sobre las glándulas endocrinas. Aunque la USEPA todavía no ha establecido o aprobado ningunos estándares nacionales para muchos contaminantes recientemente identificados, cada estado puede adoptar reglas adicionales más estrictas para la calidad del agua potable, como en el reciente caso del perclorato en el estado de California. Entre los microbios patógenos “emergentes” (nuevos) del agua se encuentra una bacteria llamada *Mycobacterium avium*.



Fuentes de contaminación del agua en el medio ambiente. Adaptación de: El Póster del Mapa del Agua en Arizona, 2002, Centro de Investigación de los Recursos del Agua (Water Resources Research Center), CALS, Universidad de Arizona.

### 3.1 Parámetros de Calidad del Agua Mayores y Estándares Nacionales Secundarios para el Agua Potable (NSDWS)

**Datos sobre el Agua:** Los Estándares Nacionales Secundarios para el Agua Potable son importantes para mantener la percepción de calidad y sanidad del agua en el usuario. Estos estándares proporcionan una guía que los servicios de distribución de agua deben seguir para controlar los efectos estéticos (sabor y olor), cosméticos (decoloración de la piel y dientes), y también para minimizar problemas técnicos de distribución del agua.

La calidad del agua en general se mide por diferentes parámetros. Los valores recomendados para los principales parámetros de la calidad del agua se dan en la lista de NSDWS de la USEPA (ver Tabla 1, Sección 6.3). Estos Estándares Secundarios, denotados como niveles de concentración máxima (MCLs – Maximum Concentration Levels), no son obligatorios (no se hacen cumplir). Por lo cual, no se requiere que los sistemas de agua públicos reduzcan necesariamente estas sustancias químicas por debajo de los niveles recomendados por la EPA. Pero

sin embargo, los servicios de distribución de agua controlan, cuando es necesario, los niveles de estas sustancias químicas en el agua para prevenir quejas de parte de los clientes con respecto al olor y sabor del agua.

Los Estándares Secundarios (NSDWS) también implican la aceptación de una cierta cantidad de contaminantes, incluyendo los minerales de las fuentes de agua dulce y fuentes de agua potables. La mayor parte de los minerales que se encuentran en el agua dulce, son elementos mayoritarios (también llamados nutrientes) necesarios para mantener la vida. Muchos de estos elementos químicos son idénticos a los que se toman con los suplementos vitamínicos comunes; por ejemplo, el calcio, magnesio, potasio, zinc, cobre, hierro, y otros (ver Sección 2.1). Debe mencionarse, sin embargo, que el tomar agua del grifo a diario no proporciona necesariamente los niveles recomendados de la mayoría de estos nutrientes al cuerpo humano. Por ejemplo, el beber 64 onzas (cerca de 2L) de agua al día que contenga 50 mg/L de calcio solo proporcionara una décima parte de la cantidad diaria recomendada por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos para un adulto entre los 19-50 años de edad.



## Sólidos Disueltos Totales (SDT)

Esta prueba (medición) cuantifica con un solo valor la mayoría de los elementos mayoritarios (minerales) que se encuentran disueltos en las fuentes de agua. De acuerdo a los Estándares Secundarios (NSDWS) el agua para beber no debe contener más de 500 mg/L de SDT. Si el agua potable contiene una cantidad mayor de SDT, esta no es necesariamente dañina para la salud. Sin embargo, las cantidades elevadas de SDT pueden causar depósitos y/o manchas, y pueden darle al agua un sabor salado.

**Datos sobre el Agua:** Los Estándares Secundarios (NSDWS) pueden ser excedidos en los sistemas de distribución de agua potable. Por ejemplo, el nivel de SDT en algunas ciudades de Arizona es más alto que el nivel recomendado de 500 mg/L (ver Sección 2.1)

## pH

Este valor mide la **acidez o alcalinidad** activa del agua. El pH del agua es muy importante en el control de la corrosión de las tuberías de metal y también esta relacionado con ciertos problemas de sabor. El rango recomendado del pH es de 6.5-8.5.

## Sabor del Agua

Los SDT y el pH no determinan las proporciones de los minerales mayores encontrados en las fuentes de agua para tomar (ver Sección 2.1). Sin embargo, la composición mineral del agua puede afectar su sabor. Por ejemplo, el agua con SDT de 500 mg/L compuestos de sal de mesa va a saber ligeramente salada, tener una sensación sedosa (resbalosa), y se llamará **agua suave**. Mientras que el agua con la misma cantidad de SDT pero compuestos de una proporción similar de sal de mesa, yeso, y calcita tendría un sabor más aceptable (menos salada) y se sentirá menos sedosa al tacto debido a su dureza (ver Sección 2.1). El sabor salado puede ser reducido si se limitan los niveles de iones de cloro y sulfato en el agua potable a menos de 250 mg/L cada uno.

**Datos sobre el Agua:** Tanto los SDT como la proporción de las sustancias químicas principales (minerales) constituyentes determinan el sabor del agua, al igual que su dureza y alcalinidad.

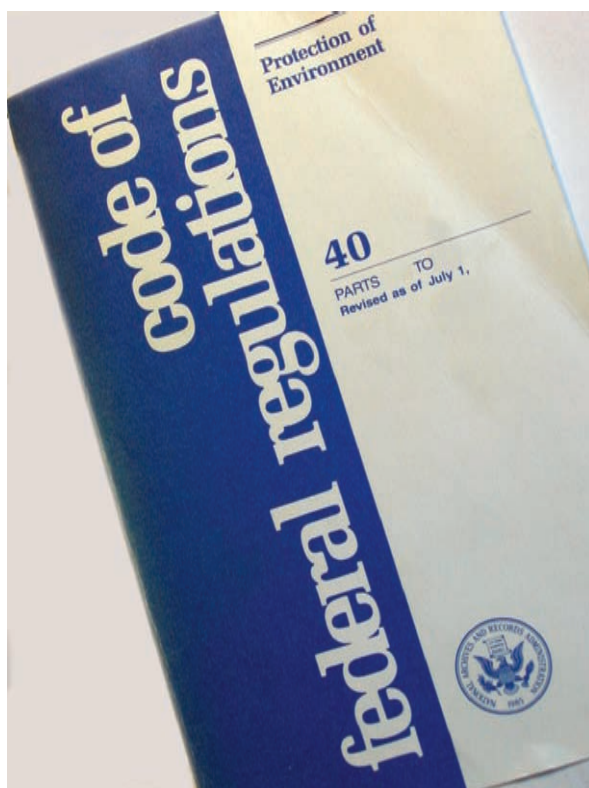
## Materia Orgánica

Existen también otras propiedades importantes del agua del grifo descritas en los NSDWS (ver Tabla 1, de la Sección 6.3) que por tanto deben también ser controladas. El color, olor y espuma son propiedades del agua debidas a la presencia de sustancias químicas

naturales (materia orgánica) que son muy comunes en las fuentes de agua superficiales pero menos frecuentemente en las aguas subterráneas. La mayor parte de la materia orgánica en el agua es eliminada de forma rutinaria por los sistemas de distribución de agua a través de tratamientos físicos y químicos aprobados por la USEPA.

## Metales y Fluoruro

Los NSDWS también incluyen niveles recomendados para aluminio, cobre, hierro, manganeso, fluoruro, y zinc. La mayor parte de estos elementos químicos se encuentran en cantidades traza (menos de 1 mg/L) en las fuentes de agua dulce. Sin embargo, si no se controlan, estos elementos pueden darle al agua un sabor metálico, causar manchas, y hasta pueden ser tóxicos cuando estén presentes en el agua del grifo a niveles por encima de los estándares (ver Tabla 1, Sección 6.3).



*El Código de Reglamentos Federales (The Code of Federal Regulations). Los NSDWS de la USEPA son publicados en el Título 40 (Protección del Medio Ambiente), Parte 143. Los NSDWS de la USEPA (presentados en la Sección 3.2) y su implementación son publicados en el Título 40 (Protección del Medio Ambiente), Parte 141 y Parte 142.*

## 3.2 Estándares Nacionales Primarios para el Agua Potable (NPDWS)

**Datos sobre el Agua:** Los sistemas de agua públicos utilizan reglamentaciones y estándares a fin de controlar los niveles de los contaminantes en el agua potable distribuida a nuestros hogares.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) es la agencia federal del gobierno de los Estados Unidos que esta a cargo de establecer estándares para el agua potable en colaboración con agencias estatales, locales y muchos otros grupos, organizaciones, y personas (incluyendo científicos)

y el público en general. A su vez los diferentes estados de los Estados Unidos y las comunidades Indígenas Nativo-Americanas deben de facilitar la implementación de estos estándares a través de los sistemas de agua públicos. Los estándares para el agua potable evolucionan constantemente a medida que se adquiere nueva información científica. Así, se establecen nuevas prioridades acerca de los posibles efectos a la salud relacionados con nuevos contaminantes que se detectan en el agua.

### Como se Desarrollan los Estándares

**Datos sobre el Agua:** Las reglamentaciones para la calidad agua potable son cada vez más complejas y numerosas en respuesta a las demandas del público, a los nuevos métodos de análisis y tecnologías de tratamiento del agua, y a un mayor conocimiento de los efectos a la salud de los contaminantes en el agua.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) considera muchos temas y factores al establecer un estándar. Estos incluyen toda información científica disponible hasta ese momento, la disponibilidad de la tecnología para la detección y remoción de contaminantes, la incidencia o grado de contaminación de una determinada sustancia química o microbio patógeno en el medio

ambiente, el nivel de exposición a los seres humanos, los posibles efectos potenciales a la salud (**evaluación o calculo de riesgos**) y el costo económico del tratamiento del agua.

Los sistemas de agua públicos deben cumplir con los NPDWS proporcionando a sus clientes agua que no exceda los niveles de concentración máxima (MCLs) para ninguno de los contaminantes regulados. Sin embargo, los sistemas de distribución de agua pequeños (de hasta 3,300 usuarios) pueden obtener **acuerdos de no concordancia** (es decir, se les concede tiempo extra o excepciones a normas) para poder cumplir con los nuevos estándares.

**Datos sobre el Agua:** Existen hoy en día más de 90 contaminantes individuales y clases de contaminantes que son regulados por los NPDWS en los servicios proveedores de agua al público.

## Tipos de Contaminantes

Los contaminantes regulados bajo los NPDWS incluyen compuestos químicos inorgánicos (como el arsénico y el plomo), compuestos orgánicos (como los insecticidas, herbicidas, y solventes industriales como el

tricloroetileno o TCE) desinfectantes del agua (como el cloro y las **cloraminas**), radionucleidos (como el uranio), y microorganismos patógenos (como Giardia y virus intestinales). La lista completa de estos contaminantes, incluyendo los niveles de concentración máximos (MCLs), es proporcionada en la Tabla 3, de la Sección 6.3. La lista actualizada de los NPDWS se encuentran siempre en el portal de Internet de la USEPA (ver Sección 6.2).

## Como se Implementan los NSDWS

Los proveedores de agua pública deben cumplir con el monitoreo (mediante análisis) de todas sus fuentes de agua – tanto el agua subterránea de pozos como el agua superficial (lagos, ríos y canales) – a intervalos regulares prescritos por la USEPA y las agencias gubernamentales estatales. Esto se hace inicialmente en la fuente de origen del agua, después de cualquier tratamiento, y también antes de que el agua sea introducida en el sistema de distribución. Además, los proveedores de agua también deben investigar la posible

**Datos sobre el Agua:** Recientes enmiendas al Decreto del Agua Potable Segura debido a los derechos a saber del público han requerido que los proveedores de agua revelen al público los resultados sus análisis. Por ejemplo, “Tucson Water” (proveedor de agua de la ciudad de Tucson) tiene su reporte anual del 2004 en su portal de la Internet. Este reporte proporciona una lista resumida de los contaminantes regulados detectados en las fuentes de agua de Tucson así como también los rangos de concentración y los MCLs.

presencia de microorganismos patógenos (usando los análisis para bacterias coliformes), y compuestos químicos residuales de la desinfección en diferentes puntos a través de sus sistemas de distribución de agua. El número de análisis y el intervalo entre análisis depende de los parámetros de la calidad del agua, número y tipo de fuentes de agua, tamaño del sistema de distribución, y número de usuarios conectados al sistema de distribución del agua. El Decreto de Agua Potable Segura (Safe Drinking Water Act -SDWA) cuenta con disposiciones que mandan el cumplimiento de los Estándares Nacionales del Agua Potable (ver Sección 1.1). Los estados (de los

Estados Unidos) son los principales responsables de hacer cumplir los estándares del agua potable. Cuando un nuevo estándar es promulgado por la USEPA y entra en vigor, los proveedores públicos de agua tienen un máximo de 3 años para implementarlo. De ese punto en adelante, los proveedores de agua potable afectados por el nuevo estándar deben analizar el agua a intervalos fijados por el nuevo estándar, mantener una documentación completa de los resultados de los análisis, y ser sujetos a auditorías por parte de las agencias estatales y la USEPA. Los proveedores que no mantengan documentación o que violen uno o varios de los estándares de calidad del agua potable son multados hasta \$25,000 por día. De acuerdo con la USEPA, las infracciones son más frecuentes en los sistemas de distribución de agua pequeños que en los grandes.

**Partes de este texto fueron adaptadas del portal de Internet de la USEPA, EPA1, EPA2, y EPA3 (ver la Sección 6.2).**

## 4. Tratamientos del Agua

4.1	Análisis del Agua de Uso Domestico .....	39
4.2	Las Partículas y la Microfiltración .....	42
4.3	Filtros de Carbón Activado .....	46
4.4	Osmosis Inversa.....	49
4.5	Destilación.....	53
4.6	Suavización del Agua por Intercambio Iónico...56	
4.7	Desinfección del Agua para Beber .....	60
4.8	Otros Métodos de Tratamiento del Agua .....	66
4.9	Estafas Relacionadas con el Agua .....	68
4.10	Selección de un Aparato para Tratar el Agua...71	
4.11	Preguntas que se Deben Hacer Antes de Comprar un Equipo de Tratamiento del Agua .....	80



## 4.1 Análisis del Agua de Uso Domestico

Para decidir si es necesario tratar el agua del grifo, primero se requiere saber cual es la calidad de la fuente de agua. Trate de obtener tanta información sobre la calidad del agua como le sea posible a través de su proveedor de agua o póngase en contacto con vecinos que tengan pozos cercanos al suyo.

### Si su Casa esta Conectada a un Sistema de Agua Público

Si el agua que sale del grifo en su casa tiene color y/o se ve turbia, huele, o tiene sabor distinto, verifique que la tubería de la casa no esté afectando la calidad del agua. Note la apariencia, sabor, y olor del agua de algún grifo de salida localizado por fuera de la casa (tan cerca al medidor principal de agua como sea posible).

**Datos Sobre el Agua:** La ley requiere que los servicios públicos distribuyan a sus usuarios agua que cumpla con los NPDWS hasta el punto de entrada al medidor de agua de la casa. Los servicios públicos deberán también distribuir agua con valores estéticos y de sabor aceptable.

Si el agua es de calidad similar tanto dentro como fuera de la casa, hable con sus vecinos, pues tal vez ellos también estén teniendo el mismo problema. Si este es el caso, póngase inmediatamente en contacto con su proveedor de agua. La mayor parte de los problemas de esta naturaleza son de carácter temporal y serán resueltos por su proveedor de agua. Si su proveedor no es capaz de mejorar la calidad de agua, para obtener asistencia, pongase en contacto con el Departamento de Calidad Ambiental de Arizona (Arizona Department of Environmental Quality – ADEQ) (ver la sección 6.2).

Si aun no está satisfecho con la calidad de su agua, usted debe pedir un reporte anual del análisis de la calidad del agua directamente de su proveedor. También puede obtener dicho reporte a través de la pagina web (portal de Internet) de su proveedor de agua (de nuevo, vea los enlaces provistos en la Sección 6.2). Verifique que su proveedor distribuya agua que cumpla con los estándares y requisitos de la USEPA. Usando este reporte, usted podrá escoger los parámetros de calidad de agua que le gustaría mejorar.

### Si Usted es Dueño de su Propia Fuente de Agua (Pozo)

Primero, obtenga toda la información disponible sobre la calidad de agua del pozo del dueño anterior, de los vecinos, y de los servicios locales de distribución de agua, y después considere la posibilidad de hacer más análisis (ver la tabla de Análisis de Agua Sugeridos en la Sección 1.3). Si su fuente de agua es turbia, tiene olor, o tiene un sabor

que no es aceptable, probablemente no cumple con los requisitos del NSDWS. Considere hacer análisis de todos los parámetros (ver Tabla 1, Sección 6.3) y vea Problemas del Agua: Síntomas, Análisis, y Posibles Fuentes (Tabla 4, Sección 6.3) para determinar los problemas del agua y las posibles fuentes de contaminación. También se recomienda ponerse en contacto con el ADEQ para obtener información sobre las posibles fuentes de contaminación en su área.

## **Análisis del Agua**

Antes de comprar o instalar un sistema de tratamiento de agua, analice el agua del grifo de su casa. Esté consciente de que los análisis del agua no son fáciles ni baratos. Los costos de los laboratorios para los análisis de agua varían mucho dependiendo de los parámetros a analizar. Por ejemplo, el análisis de dureza del agua (SDT) y pH pueden costar cerca de \$70. Los costos del análisis para plomo o nitratos pueden exceder \$40. El analizar el agua para todos los contaminantes posibles puede costar más de \$2,500 por muestra (para una lista completa, ver la Sección 6.3).

Si usted sospecha que las tuberías de su casa están contaminando el agua, analice el agua del grifo para aquellos contaminantes que puedan encontrarse presentes. Escoja cuidadosamente la lista de los contaminantes a analizar buscando la asistencia de un técnico calificado de calidad del agua. En la Tabla 4 de la Sección 6.3, puede ver la lista de los posibles problemas del agua y los análisis sugeridos. Revise también los estándares para el agua potable enlistados en la Tablas 1-2 de la Sección 6.3.

Un buen laboratorio de análisis del agua debe proporcionarle recipientes limpios e instrucciones de cómo tomar la muestra del agua del grifo o del pozo. Para evitar que los resultados de los análisis sean parciales o inconclusos, es esencial que usted siga las instrucciones para tomar, preservar y enviar la muestra cuidadosamente. Para localizar un laboratorio certificado y obtener una lista de estos laboratorios en el estado de Arizona, llame al Departamento de Servicios de Salud de Arizona (Arizona Department of Health Services (ADHS)) (al teléfono (602) 255-3454).

Los laboratorios de análisis de agua deben cumplir con las reglas y normas federales y estatales usando los métodos de análisis aprobados por la USEPA (Figura 1). Las reglas para los análisis del agua son publicadas y actualizadas regularmente por la EPA y son también enlistadas en el Código de Reglamentos Federales (Code of Federal Regulations), Título 40, parte 136.

## Resultados de los Análisis

Obtenga una explicación detallada de los resultados de los análisis por un analista calificado o por un experto sobre la calidad del agua. Por ejemplo, el termino “BDL” (Below Detection Limit) quiere decir que el contaminante no puede ser detectado por debajo de un valor determinado o el limite de detección. Los valores BDL deben ser enlistados en el reporte del laboratorio y siempre deben de ser menores que los niveles máximos del contaminante (MCL) de los NPDWS y los NSDWS enlistados en las Tablas 3 y 1 de la Sección 6.3.

Determine que parámetros tienen valores por arriba de los estándares para el agua potable y que parámetros quiere usted reducir para mejorar la calidad del agua.



PHOTO: Janick Artiola

*El análisis del agua se toma en serio: Analista del laboratorio trabajando.*

Las siguientes secciones presentan detalles relacionados con los detalles de las aplicaciones, principios, y costos de seis métodos comunes de tratamiento de agua en los hogares. También se incluye una lista de los problemas comunes de la calidad del agua, especialmente aquellos comunes en Arizona, se discuten las posibles estafas relacionadas con el agua y se presenta una lista de preguntas claves que se deben hacer antes de invertir en una de las opciones de tratamiento del agua. Utilice esta información para tomar una decisión informada con respecto a las opciones de tratamiento del agua de su casa.

## 4.2 Las Partículas y la Microfiltración

La **filtración de partículas** es un proceso mediante el cual se remueven cantidades pequeñas de partículas suspendidas en el agua de tamaños que varían desde arenas finas hasta arcillas. Estos filtros pueden ser utilizados por si solos o pueden preceder a otros aparatos o sistemas de tratamiento del agua. Los filtros domésticos no están diseñados con la intención de filtrar grandes cantidades de partículas. La **sedimentación** o los filtros de arena son utilizados para remover partículas en el caso que se necesite filtrar grandes cantidades de agua. La **microfiltración** también puede ser utilizada para remover algunas bacterias y organismos patógenos grandes como los quistes (parásitos como por ejemplo, *Giardia* y *Chryptosporidium*). No debe confiarse solo en la microfiltración como método único de desinfección del agua cuando esta tenga altas concentraciones de bacterias y virus; la desinfección química debe ser utilizada en ese caso. Otras formas de filtración incluyen la ultrafiltración y la **osmosis inversa (OI)**. (Ver Sección 4.3). Ver la Guía de Filtración en la página siguiente.

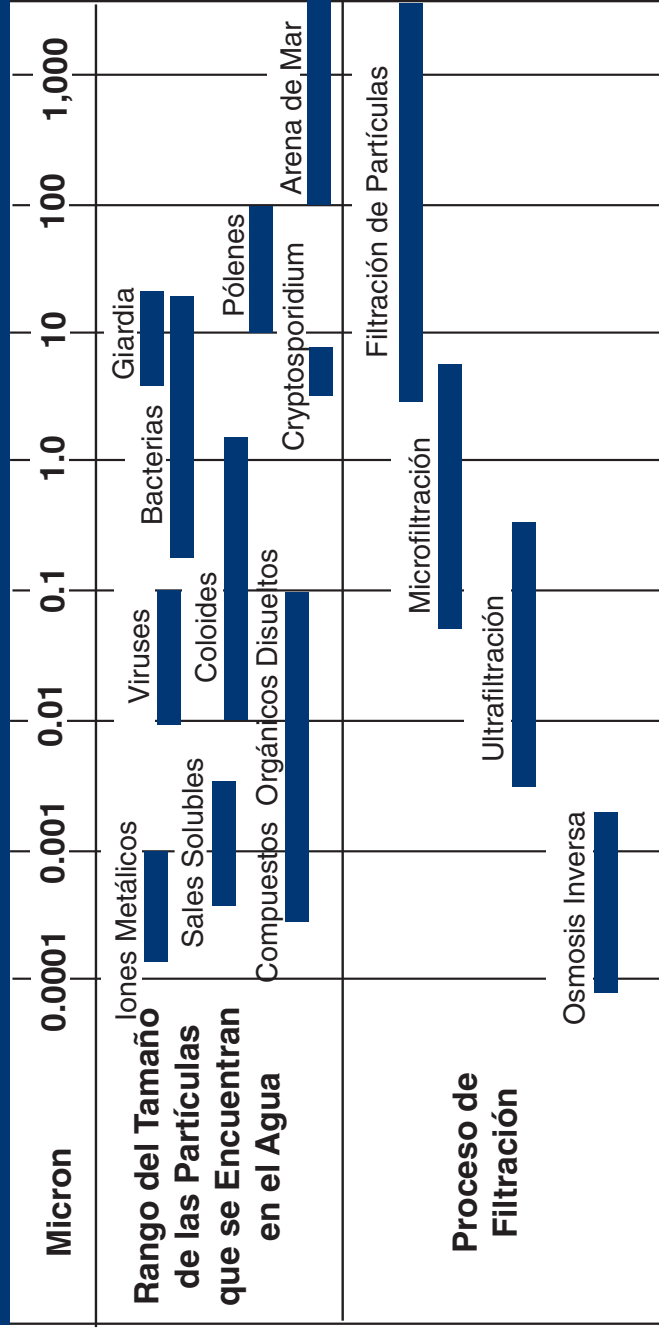
### Operación y Construcción

Los filtros funcionan en dos modalidades generales: los que actúan formando una barrera delgada, conocidos como filtros superficiales (membrana, criba, malla, cedazo o tamiz) y los que actúan formando una barrera gruesa o filtros de profundidad (o de lecho profundo).

Los filtros superficiales remueven las partículas en la parte superficial del filtro o muy cerca de la parte superficial del filtro. Los filtros de cerámica son cilindros porosos de cerámica que filtran en la superficie del filtro. Son caros pero de larga duración, pueden ser limpiados y provén filtración precisa. Los filtros de resina tienen la misma apariencia que los filtros de cerámica pero las partículas del filtro se adhieren por medio del uso de resinas y en vez de calor.

Los filtros de profundidad tienen un medio filtrante grueso a lo largo del cual se retienen las partículas que varían ampliamente en tamaño. Hay diversos tipos de filtros de profundidad. Los filtros hilados o de cuerda enrollada se reconocen fácilmente por el patrón cruzado de la cuerda (que puede ser de algodón o algún material sintético, hecho de plástico como polietileno o nylon). Los filtros de fibra parecen como tubos de fibra enmarañada normalmente construidos de fibras sintéticas (como el polipropileno y el nylon) o fibras naturales (como la celulosa). Los filtros plisados o de fibra doblada son construidos de fibras individuales presionadas y adheridas unas con otras o de una membrana continua de porosidad muy pequeña y acomodados en forma de acordeón alrededor de un eje central.

# GUIA PARA USO DE FILTROS



Guía de los diferentes métodos de filtración. Fuente: modificada de la Guía de Aplicación de la Filtración, Centro de Mejoramiento de la Calidad del Agua (Water Quality Improvement Center).

## Clasificación de Filtros

### Los filtros de partículas se clasifican en dos tipos:

Los filtros de partículas de tamaño **promedio o nominal** implican que un rango de partículas de diferentes tamaños pasa a través de los espacios abiertos (poros) dentro del filtro.

Los filtros **de partículas de tamaño absoluto** implican que ninguna partícula mayor al tamaño establecido pasara a través del filtro.

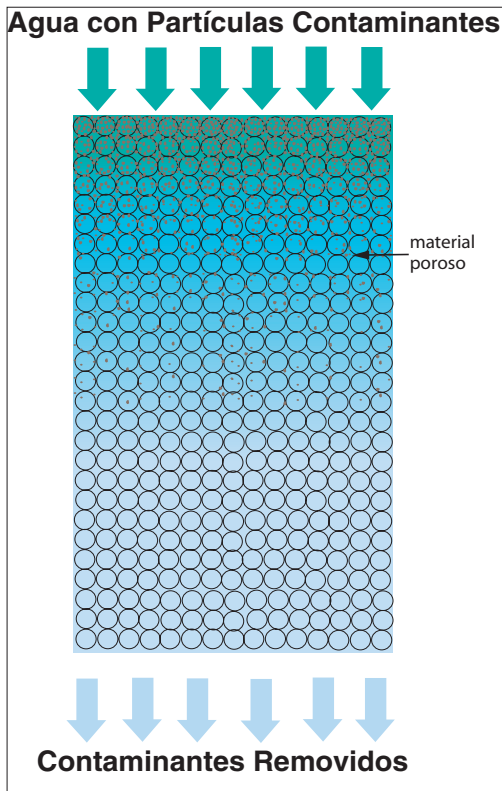
### Selección de Filtros

Los filtros se clasifican de acuerdo al tamaño mínimo, en micrones (o micraje), de las partículas que pueden filtrar. Un micrón equivale aproximadamente a 0.00004 pulgadas (algunos tamaños comunes de las partículas se muestran en la Guía de Filtración). Si en el agua a filtrar no se encuentran presentes microorganismos patógenos o materia coloidal, se recomienda usar el filtro que funcione con una mayor clasificación pues este requerirá menos mantenimiento. Si el filtro debe ser muy fino, como cuando se requiere remover microorganismos patógenos, se recomienda usar dos filtros. Un filtro de lecho profundo con poros grandes puede ser seleccionado como primer filtro y un filtro superficial de partículas de tamaño absoluto puede ser usado como segundo filtro para asegurar la remoción de microorganismos.

### Costo de los Filtros

Los filtros de partículas y microfiltros varían en precio desde unos cuantos dólares por un filtro especial tipo cartucho hasta \$150 o más por un sistema grande con filtro de cerámica. Los cartuchos de repuesto también varían en precio desde unos cuantos dólares hasta \$100 o más por un cartucho de cerámica. El costo total varia mucho dependiendo en los requisitos y las recomendaciones de la carga de partículas que determinan los intervalos de servicio de los cartuchos.





### Datos sobre los filtros:

- Los filtros sintéticos (hechos de fibras de plástico o resinas) constituyen por si mismos una posible causa de contaminación química.
- El mal uso de estos aparatos, incluyendo el uso excesivo o la limpieza rápida o inadecuada, puede prevenir o reducir la filtración de contaminantes o puede liberar gran cantidad de contaminantes de vuelta al agua.
- Los filtros deben ser usados regularmente. Si los filtros permanecen fuera de servicio durante periodos prolongados, se puede dar el crecimiento excesivo de bacterias y se pueden tapar rápidamente. Si al reiniciar el flujo estas bacterias se liberan, pueden producir una gran concentración de bacterias potencialmente dañinas.
- Cambie los filtros siguiendo las recomendaciones del fabricante.

## 4.3 Filtros de Carbón Activado

**Datos sobre el Agua:** Los filtros de carbón activado se utilizan con mayor frecuencia para reducir el sabor y olor desagradable que tiene el agua tratada por la clorinación.

Se puede elegir la filtración por carbón activado cuando se desea reducir sabores, olores y sustancias químicas orgánicas (como las que pueden resultar de los procesos de desinfección) no deseadas en el agua potable. El

carbón activado también puede reducir el gas radon y los residuos de cloro. Los filtros de carbón activado no pueden remover o reducir iones inorgánicos mayores (como por ejemplo, el sodio, calcio, cloruro, y sulfato) ni tampoco pueden remover el nitrato, fluoruro, o los metales. Sin embargo, algunos de estos filtros pueden reducir los niveles de plomo, cobre y mercurio. Los filtros de carbón activado no suavizan el agua ni la desinfectan. Si la fuente de agua es turbia, este tipo de filtro puede ser usado después de un filtro de partículas para que estas no tapen el filtro de carbón activado o reduzcan su eficiencia.

### Principios de la Filtración por Carbón Activado

La filtración por carbón activado hace uso de un material de carbón fabricado especialmente compuesto de partículas porosas de carbón. La mayor parte de los compuestos químicos orgánicos son atraídos y retenidos (absorbidos o adsorbidos) dentro o fuera de esta materia con superficies porosas. Sin embargo, los contaminantes orgánicos tienen una gran diferencia en la afinidad por las superficies del carbón activado. Además, las características del material de carbón, el tamaño del filtro y la velocidad de flujo del agua a través del filtro influyen considerablemente en la eficiencia de remoción de los contaminantes. Las características del material de carbón que influyen en la eficiencia de remoción de los contaminantes son el tamaño de las partículas y los espacios porosos, el área y la química de la superficie, la densidad, y la dureza de las partículas. Por regla general, la remoción de contaminantes mejora a medida que se disminuye la velocidad de flujo y el tamaño de las partículas filtrantes de carbón.

### Tipo de Unidades

Los **aparatos del punto de uso (PDU)** se sujetan o fijan directamente al grifo de agua. También pueden colocarse por encima del mostrador (gabinete) conectados con una manguera al grifo. Estas unidades pueden estar equipadas con una unidad de paso para poder obtener agua sin filtrar. Las unidades que se sujetan directamente al grifo son de tamaño muy pequeño y ofrecen un periodo de contacto corto, son de vida relativamente corta, y la remoción de contaminantes es limitada. A pesar de todas estas limitaciones, cuando estos filtros son usados correctamente, pueden mejorar el sabor y reducir el olor del agua.

**Los filtros tipo colador (“pour-through filters”)** también son generalmente pequeños y portátiles. Algunos de estos funcionan solo por gravedad y tienden a ser lentos; otros están provistos de una bomba eléctrica. Estos aparatos también mejoran el sabor y reducen el olor del agua cuando se usan como es debido.

**Los filtros especializados** son diseñados para el tratamiento de agua en aparatos electrodomésticos como las máquinas para hacer hielos y los aparatos para enfriar el agua. Estas son también unidades pequeñas que normalmente constan de una combinación de filtros de partículas y carbón activado instalados en la línea de suministro de agua. Cuando la unidad requiere servicio, se reemplaza la unidad completa.

**Los filtros estacionarios y unidades del punto de entrada (PDE)** son muy similares. Estas son normalmente las unidades de mayor tamaño y están conectadas directamente al sistema de tuberías de la casa y requieren los servicios de un técnico calificado o plomero.

## Selección de Filtro

Cuando se va a comparar un sistema de filtración por carbón activado, primero considere la calidad del agua potable. Una unidad que carbón activado que simplemente elimine el problema de olor y sabor es muy diferente de un sistema diseñado para reducir los niveles bajos o peligrosos de contaminantes por debajo de los estándares nacionales. La mejor unidad para una situación dada en particular depende de la cantidad y tipo de material de carbón en la unidad, de cuales son los contaminantes que la unidad esta certificada para reducir, del costo inicial y de reemplazo de los filtros, de la frecuencia de cambio de filtros, y de la facilidad de operación. Otros dos factores importantes a considerar son la posible reducción en la presión después de la instalación de la unidad y la cantidad de agua que la unidad puede tratar por día.

## Mantenimiento

Las unidades de filtración por carbón activado necesitan del cambio periódico del carbón. Cuando se trata de unidades pequeñas especializadas, por lo general se reemplaza la unidad completa. Los filtros de cartucho son los más fáciles de cambiar. Debe considerarse también la facilidad con que se puede abrir la unidad y la cantidad de espacio que se requiere para cambiar el filtro.

## Costo

Las unidades comúnmente disponibles para los hogares varían en precio desde \$30 por una unidad PDU y unidades tipo coladera hasta más de \$800 por unidades de punto de entrada (PDE) (sin contar la

instalación). Los cartuchos de reemplazo varían en precio de unos \$10 a \$50. Los intervalos de reemplazo de los cartuchos de los filtros determinara el costo anual de mantenimiento de la unidad.

PHOTO: Janick Artiola



*Filtro de carbón activado (unidad del punto de uso- PDU) y en la esquina superior izquierda de la figura se muestra granos del material (carbón activado) que se encuentra dentro de la unidad.*

### **Datos sobre los Filtros de Carbón:**

- Los cartuchos de carbón debe ser de paredes sólidas para maximizar el contacto entre el agua y el carbón.
- Solo agua fría, desinfectada debe ser usada con estos filtros.
- Las unidades recientemente instaladas debe ser lavadas con agua, siguiendo las instrucciones del fabricante y el proveedor. Para las unidades tipo colador, el agua debe fluir lentamente a través de la unidad para asegurarse de un contacto adecuado con el carbón.
- Los filtros deben ser cambiados siguiendo el calendario indicado en las instrucciones de uso para evitar que pasen los contaminantes.
- El material del filtro o el cartucho debe ser reemplazado si no se usa por periodos extendidos de tiempo (dos semanas o mas)
- Los niveles peligrosos (por arriba de los NPDWS) de sustancias químicas orgánicas deben ser tratados con unidades de carbón activado de tamaño y micraje apropiado (cantidad y tamaño adecuado de las partículas de carbón). Estas unidades deben ser instaladas y mantenidas por un técnico experto en el trataminento de agua potable.

Porciones de este texto han sido adaptadas de Lemly, Wagenet, y Kneen 1985 y Plowman 1989a.

## 4.4 Osmosis Inversa

Los sistemas de filtración por **osmosis inversa** se están convirtiendo en un método muy común para el tratamiento del agua potable en los hogares. La osmosis inversa, conocida probablemente mejor por su uso en proyectos industriales de desalinización del agua, también puede reducir los niveles de las sustancias químicas en el agua con problemas de color y sabor. Además, puede reducir los contaminantes como el arsénico, plomo y muchos otros tipos de compuestos químicos orgánicos.

Los sistemas de osmosis inversa no remueven eficientemente los gases disueltos como el radon, o algunos pesticidas y compuestos químicos orgánicos **volátiles** como los solventes. Por ejemplo, la osmosis inversa no es eficaz en la reducción de los niveles de sustancias químicas como el cloroformo producido durante el proceso de la desinfección del agua con cloro. Los consumidores deben consultar al fabricante de la unidad y averiguar cuales son los contaminantes que dicha unidad será capaz de filtrar.

Los sistemas de osmosis inversa son recomendados solo para agua que no tenga sedimentos (partículas) ni organismos patógenos. Este tipo de sistemas, puede requerir que el agua sea pre-tratada para poder tener y mantener un funcionamiento óptimo. En algunos casos, antes de utilizar este método, es posible que se requiera de la filtración de partículas, la filtración con carbón (para la remoción de químicos orgánicos volátiles), la cloración (para desinfectar y prevenir crecimiento microbiano), el ajuste del pH, o hasta suavizar el agua (para prevenir la **floculación** excesiva que puede producirse cuando el agua es muy dura).

### Principios de la Osmosis Inversa

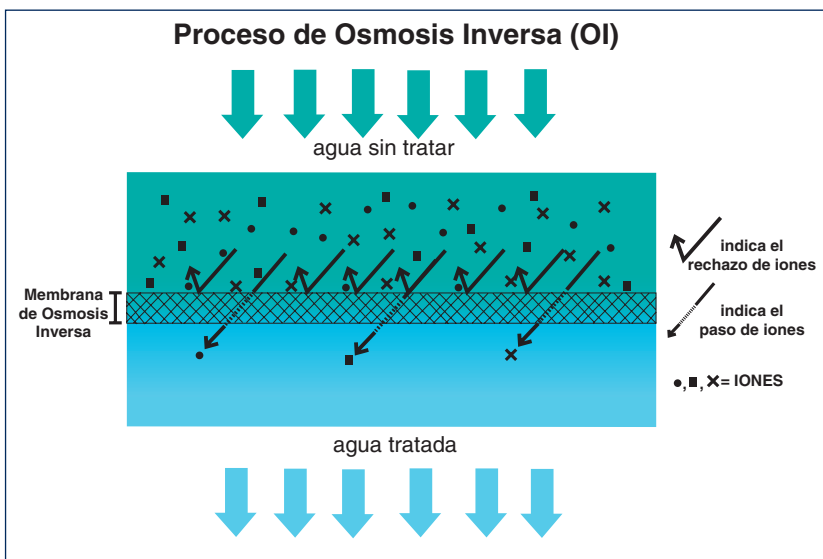
El sistema de osmosis inversa de uso domestico mas simple consiste de una membrana semi-porosa, un recipiente (tanque) de almacenamiento para el agua tratada, y un regulador de flujo y válvula para retrolavar la membrana cuando esta se tape (o se ensucie). El agua del grifo se hace pasar a través de una membrana que filtra la mayor parte de los contaminantes. Con el tiempo y el uso los poros de la membrana se tapan con los minerales y el flujo de agua disminuye. Para remover

**Datos Sobre el Agua:** La osmosis inversa puede tratar el agua clasificada como moderadamente salina o salina, reduciendo en un 80-95% la cantidad de minerales comunes, incluyendo la dureza.

**Datos Sobre el Agua:** La efectividad de remoción (porcentaje de remoción) del sistema depende del tipo de membrana, presión del agua, y la cantidad y propiedades de cada contaminante.

estos residuos, la membrana es retrolavada (limpieza inversa) con el agua del grifo. Esto produce una cierta cantidad de agua con un alto contenido de sales que es desechada automáticamente directo al drenaje domestico. Cuando el flujo es reestablecido a través de la membrana se puede obtener una vez mas agua tratada. La presión para el sistema de osmosis inversa es suministrada por la presión de la línea del servicio de agua que alimenta a la casa. Los sistemas de osmosis inversa instalados en las fuentes de agua privadas deben ser provistos de filtros de sedimentos y /o carbón activado antes o después del sistema o la unidad.

Las unidades de osmosis inversa son normalmente pequeños aparatos cilíndricos, de aproximadamente 5 pulgadas (13cm) de diámetro y 25 pulgadas (64cm) de largo, sin incluir ningún otro tipo de pre- o pos-filtro. No es práctico tratar el volumen total del agua que entra en una casa o residencia ya que estas unidades de osmosis inversa no pueden producir suficiente agua para cumplir con la demanda de agua total de una casa. También, el agua tratada por osmosis inversa puede ser muy agresiva (**agua agresiva** o corrosiva) y no debe circular a través de o ser almacenada en tuberías metálicas o recipientes metálicos. Normalmente estas unidades se instalan por debajo del fregadero (lavadero) de la cocina y de esta forma pueden tratar el agua que se usa solo para cocinar o beber.



Proceso de Osmosis Inversa (RO).



## Tipo de Membranas de Osmosis Inversa

Estas membranas son echas de compuestos químicos orgánicos como por ejemplo el acetato de celulosa, triacetato de celulosa, resinas aromáticas poliamidas, mezcla de estos materiales, y muchos otros materiales. La selección de membrana depende principalmente de la calidad de la fuente de agua. Algunas membranas son hechas con la intención de ser usadas solo con agua clorinada, otras deberán ser usadas solo con agua libre de cloro, y otras pueden ser usadas en ambos casos. El cloro residual dañara rápidamente aquellas membranas que no estén diseñadas para ser usadas con agua clorada.

Todas las membranas usadas en las unidades domesticas de osmosis inversa vienen dentro de cartuchos y son normalmente membranas de fibra hueca o membranas enrolladas en espiral. Las membranas enrolladas en espiral son las más comúnmente usadas en los sistemas domésticos y están diseñadas para tratar agua con altos niveles de sólidos suspendidos. Las membranas de fibra hueca se tapan fácilmente con el agua dura, pero requieren menos espacio y son relativamente mas fáciles de mantener que las configuradas con membrana enrollada en espiral.

## Selección de Sistemas de Osmosis Inversa (OI)

Algunas preguntas deben ser hechas y ciertos puntos deben ser considerados antes de adquirir un sistema de Osmosis Inversa:

- ✓ **¿Cual es la eficiencia de remoción (o de eliminación) del sistema de OI?** ¿Que tan bien remueve los contaminantes del agua? Tome en cuenta que la remoción o eliminación de un contaminante es dada en porcentaje de remoción del total presente en la fuente de agua y este porcentaje es distinto para cada contaminante. Por ejemplo, si el agua del grifo tiene 100 mg/L de sodio, una membrana que tenga un valor del 85% de eliminación debe producir agua con no más de 15 mg/L de sodio. De nuevo, recuerde que este porcentaje de remoción es para el sodio y no es necesariamente igual para otros contaminantes.
- ✓ **¿Cual es el volumen de agua que el sistema puede tratar por día?** Como algunas de estas unidades de OI operan continuamente, un sistema que sea más grande de lo necesario resultaría en una perdida excesiva de agua tratada.
- ✓ **¿Que tanta agua se necesita por galón de agua tratada para el retrolavado (limpieza inversa) del sistema?** Este es un costo que normalmente no se considera y que puede ser difícil de estimar en los sistemas de uso domestico en donde el agua de retrolavado es descargada directamente en el drenaje. Los sistemas de OI domésticos pueden gastar hasta 10 galones de

agua en retrolavado de la membrana por galón de agua limpia producida. Por otro lado, los sistemas de OI industriales pueden requerir solo 3 galones de agua para el retrolavado por cada 7 galones de agua tratada. Para los sistemas de OI domésticos, el rango de eficiencia de tratamiento de agua varía de alrededor del 10 al 50%, dependiendo en la cantidad de SDT y la dureza de la fuente de agua, el tipo de membrana, la eficiencia de remoción, y la presión del sistema.

## Operación y Mantenimiento

Las unidades de Osmosis Inversa (OI) aumentan el consumo de agua doméstico pues se debe usar agua del grifo para retrolavar la membrana de forma regular. Algunos de estos sistemas pueden requerir de la operación continua para mantener el rendimiento óptimo de la membrana. Esto puede tener como consecuencia la pérdida frecuente y excesiva del agua tratada. Las membranas de OI que se tapan o rompen requieren ser reemplazadas; Sin embargo, las membranas a las que se les da el mantenimiento adecuado pueden durar de 2 a 3 años. Asimismo, un sistema de OI que utilice pre- y pos- filtros, cuenta con un costo de adquisición y mantenimiento adicional.

La inspección de la membrana no es práctica, por lo que es necesario analizar el agua tratada regularmente usando un medidor de SDT o alguno otro método de análisis de contaminantes más específico y normalmente más caro. También, algunos minerales benéficos, como el calcio y el magnesio, se reducen significativamente con el uso de estos sistemas. Debido a que el agua potable no es la fuente principal en nuestra dieta de estos nutrientes, esto en realidad no tiene mucha importancia.

## Costo

Las unidades de Osmosis Inversa de uso doméstico varían en precio entre \$200-\$500, sin incluir la instalación. El costo de mantenimiento varía entre \$50-\$120 por año.

**Datos sobre los Sistemas de OI:** Dado que se necesita usar agua del grifo para regenerar las membranas (retrolavado), el uso de un sistema doméstico grande de OI puede incrementar significativamente el consumo de agua y por tanto el costo del agua. Por ejemplo, un sistema de OI que sea capaz de producir (tratar) 10 galones por día con un 20% de eficiencia requerirá 1500 galones de agua extra cada mes. Además, si se requiere usar un sistema para suavizar el agua antes del tratamiento de OI, se debe considerar también esos costos. Sin embargo, todos estos costos extra y el impacto que estos sistemas tienen en el medioambiente no son considerados por los consumidores.

## 4.5 Destilación

La destilación elimina eficazmente los contaminantes inorgánicos (materiales suspendidos incluyendo minerales, metales y partículas) del agua. El agua destilada no contiene minerales y esto le da al agua un sabor distinto o ligeramente dulce. La destilación también

**Datos sobre el agua:** El proceso de convertir el agua a vapor y de nuevo a líquido, purifica y esteriliza el agua de forma muy efectiva. Es la forma de tratamiento más natural y antigua para tratar el agua.

elimina o destruye los **microorganismos**, incluyendo la mayor parte de los organismos patógenos. La destilación también puede eliminar contaminantes orgánicos, pero su eficacia depende de las **características químicas** del contaminante. Los compuestos químicos orgánicos volátiles (**VOCs**) como el **benceno** y el **TCE**, cuando no se eliminan antes de la destilación, se vaporizan junto con el agua y contaminan de nuevo el agua destilada. Algunas unidades de destilación purgan inicialmente el vapor y los compuestos químicos volátiles. Estas unidades deben tener ventilación adecuada para prevenir la contaminación del aire interior. Algunas unidades domésticas cuentan con filtros de carbón activado para atrapar los VOCs durante el proceso de destilación.

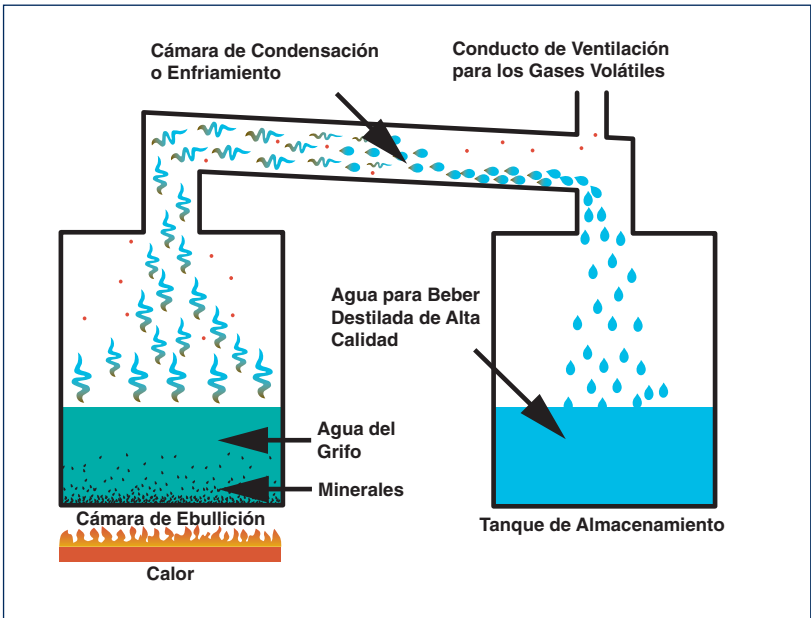
### Principios del Proceso de Destilación

El principio para la operación de una destiladora es simple. El agua es calentada dentro de un contenedor cerrado hasta el punto de ebullición. A medida que el agua se evapora, los compuestos químicos inorgánicos, los compuestos químicos no volátiles grandes, y los microorganismos permanecen en la cámara de ebullición. El vapor entra entonces a una cámara de condensación (por ejemplo serpentines enfriadores) donde el vapor es enfriado por medio de aire o agua y condensado de nuevo a su forma líquida. El agua destilada es dirigida entonces a un depósito de almacenamiento, que en unidades de uso doméstico suele variar entre 1.5 y 3 galones de capacidad.

### Unidades de Destilación

A las unidades de destilación también se les conoce como “stills”. Generalmente consisten de la cámara de ebullición (donde el agua entra, es calentada, y evaporada), la serpentina o cámara de condensación (donde el agua es enfriada y convertida a líquido), y el depósito (o tanque) de almacenamiento del agua tratada. Las unidades de destilación normalmente se instalan como sistemas de punto de uso (PDU) cerca de la grifo del agua del fregadero de la cocina y utilizados solo para purificar el agua de beber y cocinar. Los destiladores de uso doméstico se pueden instalar arriba del

mostrador (o gabinete) o en el piso, o pueden ser sujetos a la pared, dependiendo del tamaño de la unidad. Los modelos pueden ser manuales, parcialmente automáticos, y completamente automáticos.



**Proceso de destilación**

## Operación y Mantenimiento

Así como con todos los sistemas domésticos de tratamiento de agua, las unidades de destilación también requieren de un mantenimiento regular para que la unidad pueda continuar funcionando adecuadamente. Los contaminantes acumulados en la cámara de ebullición deben ser lavados regularmente. Aun cuando los residuos salobres son fácilmente removidos de forma regular, las escamas de calcio y magnesio (dureza del agua) se acumulan rápidamente en el fondo de la cámara de ebullición. Con el tiempo, estas escamas reducen la transferencia de calor y deben ser limpiadas manualmente o pueden ser remojadas en ácido acético de forma regular. El vinagre (ácido acético) es un limpiador comúnmente usado en destiladores domésticos.

## Costos

Las unidades de destilación pequeñas de 1.5 galones (6 L) de capacidad pueden costar \$250 o más. Las unidades grandes de 15 galones (57 L) de capacidad varían en el costo de adquisición entre \$450 a \$1,450.

## Datos sobre la Destilación:

- La destilación es la forma más efectiva de purificar el agua pero también la forma más cara desde el punto de vista energético.
- El poder de la unidad de destilación y los costos de energía locales determinan el costo de operación de estas unidades.
- Para calcular el costo de producción de un galón (3.8 litros) de agua, multiplicar el precio del kilovatio por hora por el número de kilovatios que el modelo de la unidad de destilación consume por hora multiplicado por el número de horas que toma el producir un galón de agua tratada. Por ejemplo, si el costo de electricidad local es de 0.01 centavos por kilovatio por hora, y la unidad esta graduada a 800 vatios (o 0.8 kilovatios por hora) y toma 4 horas producir un galón de agua, su costo de operación es de 0.32 centavos por galón, sin incluir el costo de adquisición y los costos de mantenimiento.
- La eficiencia de la destilación decrece a medida que la concentración de los SDT del agua aumenta.
- Los destiladores pueden remover eficazmente la mayor parte o todos los contaminantes del agua, incluyendo minerales, metales, compuestos químicos orgánicos, y microorganismos.
- Aun cuando los minerales que pueden causar la corrosión y la formación de escamas son eliminados durante la destilación, el agua destilada (y el agua de OI) es de por si muy corrosiva y no debe ser almacenada o transferida a través de tuberías metálicas.
- Los destiladores varían en tamaño desde unidades pequeñas, redondas que destilan menos de un litro de agua por hora hasta unidades grandes, rectangulares que destilan alrededor de medio galón de agua por hora.

## 4.6 Suavización del Agua por Intercambio Iónico

**Datos sobre el Agua:** Las unidades para suavizar el agua son muy populares en Arizona porque reducen la dureza del agua asociada con los minerales de calcio y magnesio.

Las unidades de intercambio de iones que remplazan los iones de calcio y magnesio del agua por iones de sodio o potasio se conocen como suavizadores del agua. También pueden eliminar (o remover) diversas cantidades de otros contaminantes inorgánicos

como los metales, pero no son capaces de remover o eliminar los compuestos químicos orgánicos, los microorganismos patógenos, las partículas o el gas radon. Las unidades para suavizar el agua funcionan de forma más eficiente con el agua libre de partículas.

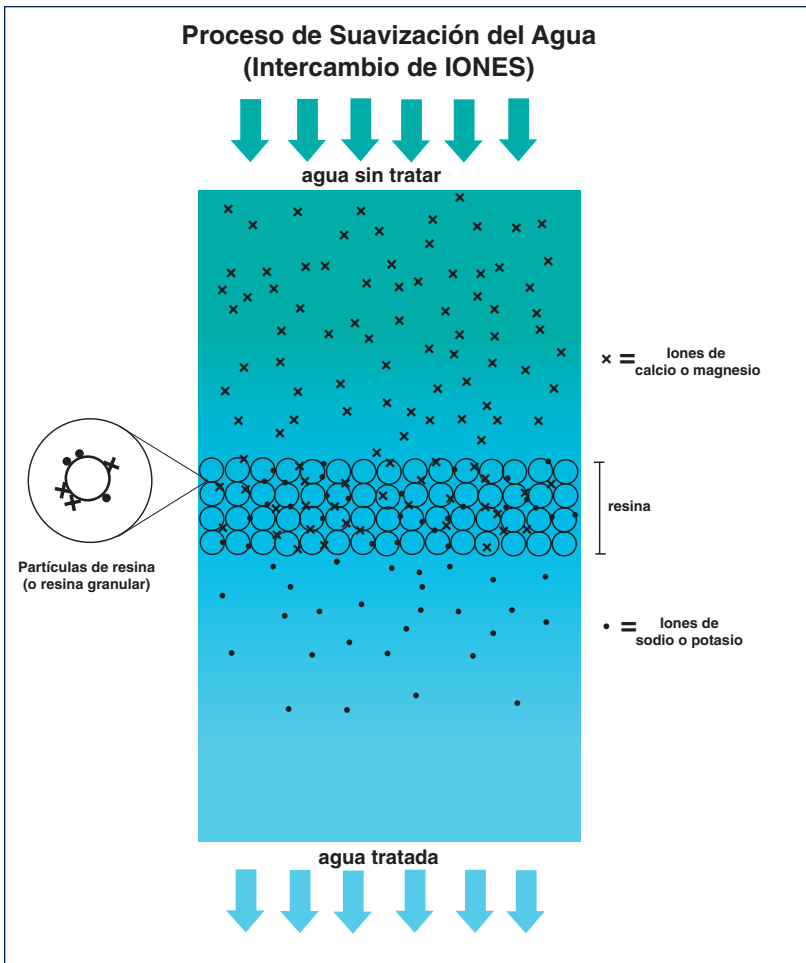
### Principios de Intercambio Iónico por la Suavización del Agua

Los iones de calcio y magnesio son átomos que tienen una carga eléctrica positiva, al igual que los iones de sodio y potasio. Los iones de la misma carga pueden ser intercambiados. En el proceso de intercambio iónico, una sustancia granular (normalmente una resina) cubierta por iones de sodio o potasio entra en contacto con el agua que contiene iones de calcio y magnesio. Dos iones de carga positiva de sodio o potasio son intercambiados (liberados al agua) por cada ion de calcio o magnesio que es retenido por la resina. Este "intercambio" sucede porque la resina prefiere adsorber más los iones de calcio y magnesio que los iones de sodio o potasio. De esta manera, cuando el agua entra en contacto con una resina saturada de sodio o potasio, el calcio y magnesio son removidos y retenidos por la resina, y remplazados por sodio o potasio en el agua. Este proceso "suaviza" el agua. Con el uso la resina se va saturando de calcio y magnesio y pierde su capacidad de intercambio. La resina saturada (gastada) ya no puede remover más iones de magnesio o calcio del agua que entran al sistema. A este punto la resina deberá ser regenerada (recargada) con una solución concentrada de iones de sodio o potasio para que pueda funcionar de nuevo.

### Componentes de la Unidad de Intercambio Iónico

Un sistema de suavización de agua puede ser tan simple como un tanque que contenga la resina de intercambio, junto con las tuberías apropiadas para el agua cruda (agua de entrada) y el agua tratada (agua de salida). Los sistemas modernos para suavizar el agua cuentan con un tanque separado para la salmuera usada para regenerar la





*Proceso de intercambio de iones*

resina, válvulas adicionales para retrolavar la resina, y sensores (o interruptores) para la operación automática.

### Sistema de Tuberías Requeridas

El sistema de drenaje y tuberías de las casas nuevas esta diseñado para la instalación de los sistemas de suavización del agua. Instalar las tuberías para un sistema de suavización de agua en una casa vieja puede ser muy caro. No es necesario tratar toda el agua que entra en una casa. Si el agua de entrada a la casa esta clasificada como muy dura (contiene mas de 10.5 granos por galón o mas de 80 mg/L de carbonato de calcio), entonces se puede instalar un sistema de tratamiento en el punto de entrada (PDE). También se puede tratar solamente el suministro de agua caliente para reducir la formación de

depósitos de calcio (o escamas) en el calentador (calentón o boiler) de agua y las tuberías de agua caliente.

En todo caso, la decisión de tratar el suministro de agua caliente y fría que va a la lavandería, baños, lavamanos y fregaderos es cuestión de gusto personal. Por regla general, las tazas de baño (escusados, inodoros o retretes) y los grifos exteriores no deben recibir agua suavizada. También es posible mezclar agua suavizada y agua dura para producir agua de dureza mas baja y para reducir costos, es decir la cantidad de agua que debe ser tratada.

## Selección de la Unidad

La selección de la unidad para suavizar el agua depende de la dureza del agua cruda y de la cantidad de agua que se requiera tratar. Existen unidades manuales, automáticas y semiautomáticas que difieren en el grado de automatización para la regeneración de la resina. Primero debe determinarse el número de aparatos (o enseres fijos) que requerirán suministro de agua tratada. Después se debe hacer cuenta del flujo total de todos los aparatos (o enseres fijos). Tome en cuenta que los grifos convencionales usan de 3 a 5 galones por minuto (gpm) (11-19 L/min) y las duchas (regaderas) convencionales usan de 5 a 10 gpm (19-38 L/min). Sin embargo, los aparatos o enseres fijos más modernos (o innovadores) pueden utilizar la mitad del agua previamente mencionada.

## Operación y Mantenimiento

El mantenimiento del sistema de suavización del agua se limita básicamente a la recarga del suministro de sal para la solución de salmuera. Los modelos semiautomáticos requieren que se inicie el ciclo de regeneración manualmente o requieren que se les de servicio regularmente, por lo cual incurren con costo adicional de mantenimiento.

La resina nunca debe gastarse. Si la resina no es regenerada de forma regular, a los intervalos prescritos, entonces esta puede contaminarse con impurezas o lodos (limos) y requerirá ser reemplazada. Las resinas también pueden taparse con pequeñas partículas de hierro si el agua cruda contiene este mineral. En este caso puede requerirse el retrolavado, es decir, la inversión del flujo normal (flujo inverso) del agua a través de la unidad de tratamiento para remover las partículas de hierro. Otra alternativa para minimizar este problema es añadir aditivos especiales a la solución de salmuera.

## Costos

El costo inicial de un sistema de suavización de agua depende de la dureza total del agua, el grado de automatización deseado, el volumen de agua a tratar, y otros factores de diseño. Los costos de adquisición de estas unidades varían entre aproximadamente \$300 por un sistema de un tanque capaz de remover 12,000 granos de dureza entre recargas hasta más de \$1000 por un sistema de dos tanques capaz de remover 48,000 granos de dureza entre recargas. Los costos de operación dependen de la frecuencia de la regeneración de la resina. Solo la sal específicamente diseñada para los sistemas de intercambio iónico debe ser utilizada. Esta sal tiene un costo aproximado de \$3.50 por una bolsa de 40 libras (18 Kg). Los costos de electricidad también deben ser considerados como parte de los costos de operación de las unidades de intercambio iónico. Busque siempre unidades de alta eficiencia eléctrica.

### Datos sobre los Sistemas de Suavización de Agua

- Un costo ambiental que no es comúnmente considerado con estos sistemas de tratamiento. Suavizadores del agua degradan la calidad del agua reclamada y agua gris al aumentar la salinidad (SDT). Recuerde que la mayor parte del sodio o potasio adicional que es usado en los sistemas de suavización de agua, así como el agua salobre producida durante la regeneración de la resina, son descargados al drenaje o sistema de agua gris y terminan acabando en el medio ambiente.
- Las plantas de la casa o del patio (jardín) no deben ser regadas con agua suave debido a la relación desproporcionada de sodio o potasio con los iones de calcio y magnesio. Por regla general el agua con una proporción alta de sodio/calcio tiene un efecto adverso en los suelos.
- Las plantas comunes ornamentales están más estresadas cuando son regadas con el agua suave porque suele ser normalmente más salina y carece de calcio y magnesio (nutrientes necesarios para las plantas).
- El agua suave puede que no sea tan buena para beber como el agua dura, especialmente para las personas que requieren una dieta baja en sodio.
- El sabor del agua suave puede que no sea tan agradable como el sabor del agua dura.

## 4.7 Desinfección del Agua par Beber

El agua para beber no debe contener organismos patógenos que puedan causar enfermedades tales como la fiebre de tifoidea, disentería, cólera, y/o gastroenteritis. El hecho de que una persona contraiga o no cualquiera de estas enfermedades a través del agua de beber depende del tipo de organismo patógeno, el número de organismos en el agua, la fuerza del organismo (su virulancia), el volumen de agua ingerido, y la susceptibilidad del individuo.

La purificación del agua para beber que contenga organismos patógenos requiere un tratamiento específico llamado desinfección. La desinfección no produce agua estéril pero si reduce la concentración de los organismos patógenos hasta un nivel aceptable. Una vez desinfectada, el agua se puede recontaminar rápidamente con muchos tipos de bacterias benignas heterotróficas que son ubicuas (presentes en todas partes) en el medio ambiente. Aunque sean benignas, los niveles excesivos de estas bacterias en el agua potable pueden ser perjudiciales. Por lo cual estos niveles son regulados y enlistados en los NPDWS como Cuenta en Placa Heterotrófica (HPC, Heterotrophic Plate Count) (ver Tabla 3, Sección 6.3).

### Requisitos de la Desinfección

**Datos sobre el Agua:** Los gobiernos estatales y federales requieren que los sistemas públicos de distribución de agua distribuyan agua a los hogares con niveles de organismos patógenos que no sean dañinos.

**Datos sobre el Agua:** Las fuentes de agua privadas, incluyendo los pozos, son vulnerables a diversas formas de contaminación como por ejemplo, las fosas sépticas cercanas al los pozos, una construcción defectuosa del los pozos y una mala calidad de las fuentes de agua.

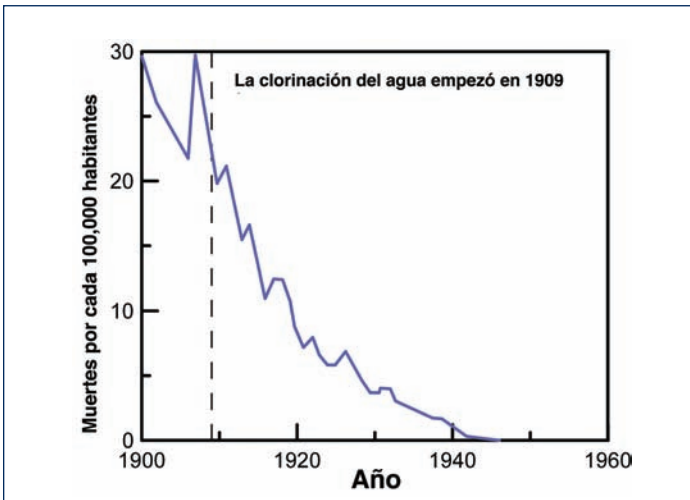
La desinfección reduce organismos patógenos en el agua hasta niveles designados como seguros por los estándares de salud públicos. Esto evita la transmisión de enfermedades. Un sistema de desinfección efectivo debe eliminar o desactivar (volver inofensivos) todos los patógenos en el agua, y también debe ser automático, simple y barato. El sistema ideal debe tratar toda el agua y proporcionar una desinfección residual (a largo plazo). Los productos químicos utilizados para desinfectar deben ser seguros, fáciles de almacenar y no deben dar al agua un mal sabor. Por lo tanto, los operadores de las plantas de suministro de

agua deben desinfectar y, si es necesario, filtrar el agua para remover organismos como *Giardia lamblia*, *Legionella*, las bacterias coliformes, los virus y la turbidez hasta los niveles mandados por la USEPA.

## Tratamiento con Cloro

El cloro reacciona fácilmente con muchos contaminantes que se encuentran en el agua y en particular con la materia orgánica natural (que incluye residuos de plantas y animales) y los microorganismos. Estas materias incluyen sustancias químicas orgánicas asociadas con el sabor y olor. El cloro reacciona de diversas formas con los contaminantes del agua produciendo así una **demanda de cloro**. El cloro que queda después de la demanda se llama **cloro residual**. El punto de quiebre del cloro es el punto en el cual el cloro residual está disponible para la desinfección continua. Un sistema ideal de desinfección de agua debe de proveer cloro residual a niveles entre 0.03 y 0.05 mg/L. Un método comúnmente usado para medir el **punto de quiebre** del cloro y los niveles residuales es el DPD (diethyl phenylene diamine). Un buen método de análisis debe ser capaz de determinar el cloro libre, no el cloro total, en el agua de beber.

**Datos sobre el Agua:** Aunque existen diversos métodos de desinfección para controlar los patógenos en el agua, la clorinación es el método más común de desinfección utilizado por los sistemas de agua públicos (ver la figura de abajo). La clorinación es muy efectiva contra muchas bacterias patogénicas; sin embargo, en las dosis normalmente utilizadas, no elimina todos los virus, quistes o gusanos.



*Muertes causadas por la Fiebre Tifoidea antes y después de que se comenzó a clorinar el agua en los Estados Unidos.*

### Datos sobre la Clorinación del Agua:

- Se debe añadir suficiente cloro al agua para satisfacer la demanda de cloro y proporcionar desinfección residual de tal forma que el agua permanezca segura durante su almacenamiento y/o distribución.
- La desinfección mediante el uso de productos químicos clorados pueden producir sustancias químicas orgánicas volátiles conocidas como subproductos de la desinfección. La formación de estos contaminantes durante la desinfección por cloro esta relacionada con la presencia de NOM, el tipo de tratamiento con cloro, y la calidad del agua.
- Los niveles de los subproductos de la desinfección en los servicios públicos de agua son regulados bajo los NPDWS (ver Tabla 3, Sección 6.3).
- El tiempo de contacto necesario para la desinfección del agua varía dependiendo de la concentración del cloro, el tipo de patógenos presentes, el pH, la alcalinidad, y la temperatura del agua. Es necesario que se produzca una mezcla completa de la solución clorada con el agua. Esto comúnmente requiere un tanque de almacenamiento para lograr el tiempo de contacto apropiado.

### Guías para la Clorinación

- Mantener un cloro residual libre de 0.3 a 0.5 mg/L después de un contacto de 10 minutos. Medir el cloro residual frecuentemente.
- Una vez que la dosis de cloro incremente para satisfacer una demanda mayor, no la disminuya.
- Localice y elimine la fuente de contaminación para evitar la clorinación continua. Si hay una fuente de agua que se encuentre disponible y no requiera desinfección, úsela.
- Mantener registros de información pertinente concerniente al sistema de clorinación.

**Precaución:** no almacene agua libre de cloro en recipientes (o contenedores) o en las tuberías de agua por periodos largos de tiempo porque esto puede ocasionar el crecimiento de bacterias en el agua.



## Información sobre los Productos Químicos para la Clorinación Domestica:

- Los líquidos blanqueador de ropa (cloro o bleach) de uso domestico son una forma muy común del cloro líquido; el cloro disponible en estas soluciones es de un 5.25%
- Las soluciones de cloro líquido son inestables y solo mantienen su intensidad por alrededor de una semana. Proteja estas soluciones del sol, aire y calor.
- Las sustancias químicas de cloro en polvo deben ser disueltas en agua. Estas soluciones tienen un contenido de cloro disponible de cerca del 4% y requieren filtración.
- Las formas de cloro en polvo son estables cuando se almacenan apropiadamente, pero pueden incendiarse si se almacenan cerca de materiales inflamables.

## Tipos de Cloro Usados en la Desinfección

Los sistemas públicos de distribución de agua utilizan cloro en forma gaseosa. El cloro en esta forma es considerado muy peligroso y caro para el uso domestico. Los sistemas privados utilizan cloro en forma líquida (hipoclorito de sodio) o cloro en formas secas (hipoclorito de calcio). Para evitar la acumulación de depósitos de sales duras en el equipo, las recomendaciones de manufactura indican el uso de agua suave, destilada o desmineralizada cuando se preparen las soluciones de cloro.

## Equipo para la Clorinación Continua

La clorinación continua de una fuente de agua privada puede lograrse mediante varios métodos: bomba de cloro, aparato de succión, aparato aspirador, unidad alimentadora de sólidos, y desinfección por tandas. Las unidades de inyección deberán funcionar solo cuando se este bombeando el agua, y la bomba de agua deberá ser apagada si la clorinacion falla o si el abastecimiento de cloro se agota. Solicite la consulta de un profesional para seleccionar el equipo y tanque de almacenamiento adecuados. Por ejemplo, en un sistema de agua privado, el tamaño mínimo del tanque de almacenamiento se determina multiplicando la capacidad de la bomba por un factor de 10. De esta manera, una bomba de 5 gpm (19 L/min) requiere un tanque de almacenamiento de 50 galones (190 L). Otros métodos para controlar el tiempo de contacto incluyen el uso de tanques presurizados y serpentines.

## Radiación Ultravioleta (UV)

Este método usa una lámpara ultravioleta colocada dentro de una manga hueca protectora transparente a través de la cual fluye el agua. Las biomoléculas de RNA/DNA de los virus y bacterias son afectadas por la luz UV. Cuando estos organismos absorben la luz UV se inactiva su función reproductora. Los sistemas UV de Clase A son más efectivos para reducir los organismos patógenos que los sistemas de Clase B. Los sistemas UV de Clase B pueden ser utilizados en los hogares para reducir los niveles de bacterias heterotróficas presentes en el agua del grifo, aunque esto no necesariamente hará que el agua del grifo sea segura para beber. Sin embargo, los sistemas de radiación ultravioleta pueden proporcionar un nivel de protección extra contra bacterias patógenas y protozoa. Para resumir, los sistemas UV Clase B de uso doméstico son más que suficientes para tratar el agua limpia del grifo que solo contenga niveles residuales de bacterias. Las unidades de tratamiento UV industriales de Clase A pueden ser utilizadas también para eliminar o inactivar virus, hongos, esporas y algas.

## Costos y Mantenimiento de los Sistemas de Radiación UV

Las lámparas (focos) de luz ultravioleta deben ser reemplazadas anualmente (teniendo una vida promedio de 9-12 meses). El costo es de aproximadamente \$80. Se recomienda usar un sensor de luz ultravioleta para determinar la dosis de luz UV necesaria para eliminar las bacterias. El costo de adquisición de un sistema doméstico de desinfección por luz UV es de alrededor de \$500.

## Otros Métodos de Desinfección

Aunque la clorinación del agua es el método preferido por la mayor parte de los sistemas de distribución de agua municipales y sistemas de tratamiento de agua doméstico, también existen alternativas.

## Desinfección de Emergencia

El uso de sustancias químicas de uso doméstico (como el cloro líquido o el yodo) para desinfectar el agua sin tener el equipo apropiado o supervisión técnica solo debe ser considerado bajo situaciones de emergencia. Para obtener una lista de estas sustancias químicas y el uso y manejo seguro de estas, vea el portal de Internet de la EPA: <http://www.epa.gov/OGWDW/faq/emerg.html> (para ver otras conexiones, ver la Sección 6.2).

## Otros Métodos de Desinfección

### Ozonación

- El ozono es un desinfectante mas fuerte que el cloro
- La desventaja es que este gas no se puede comprar y debe ser producido al momento de ser utilizado
- La maquinaria para generar ozono es complicada y difícil de mantener
- Existe poca información referente a los subproductos químicos que se forman en el agua durante la ozonación.

### Hervir el Agua

- Hervir el agua vigorosamente durante dos (2) minutos asegura desinfección biológica
- Hervir el agua elimina (mata) todos los microorganismos mientras que la cloración solo los reduce hasta niveles aceptables
- Hervir el agua es practico solo como medida de emergencia
- Una vez que el agua se hierve, debe ser almacenada en botellas limpias (previamente desinfectadas), con tapadera para evitar la recontaminación

### Pasteurización

- La **pasteurización** usa el calor para la desinfección pero no hierve el agua
- La **pasteurización rápida** (o alta) utiliza altas temperaturas durante tiempos cortos
- La **pasterización de temperatura baja** utiliza temperaturas mas bajas por periodos de tiempo mas largos

## 4.8 Otros Métodos de Tratamiento del Agua

Los filtros bacteriostáticos son filtros de carbón activado que contienen partículas de plata que ayudan a controlar el crecimiento de bacterias dentro del filtro. Sin embargo, su efectividad es controversial. La plata puede ayudar a retener (contener) pero no necesariamente reducir el crecimiento de bacterias en los filtros de carbón activado. La Fundación Sanitaria Nacional (NSF- National Sanitation Foundation) enlista y certifica algunos aparatos de filtración (y fabricantes) con “efectos bacteriostáticos”. Sin embargo no se menciona la eficiencia de estos aparatos con respecto a su capacidad para controlar bacterias en el agua del grifo.

Los filtros KDF (Kinetic Degradation Fluxion) son un tipo nuevo de aparatos de filtración de uso domestico que pueden funcionar con la intención de reducir los niveles bajos de bacterias, cloro, algunos metales, y algunos de los contaminantes orgánicos del agua. La efectividad de este tipo de filtros es también controversial. La NSF también proporciona una lista de filtros KDF en su portal de internet (o pagina web). Estos filtros deben ser utilizados solo para (posiblemente) mejorar los valores estéticos (sabor, olor, o cloro residual) del agua.

### **El Intercambio Iónico Aplicado a la Remoción (Eliminación) de Otros Iones**

Las resinas orgánicas también pueden ser utilizadas para remover del agua cualquier otro tipo de iones además del calcio y magnesio (ver Sección 4.6). Las resinas de intercambio iónico son utilizadas comúnmente como aparatos de tratamiento en el punto de uso (PDU) para producir agua ultrapura (de muy bajo contenido mineral) en laboratorios industriales y comerciales. Para utilizar este método, se necesita una fuente de agua con SDT muy bajos (menos de 5mg/L) para lo cual se requiere el pretratamiento de la fuente de agua mediante el uso de un sistema de Osmosis Inversa (OI). El proceso de resinas de intercambio iónico utiliza una serie de filtros de resina de lechos mixtos [aniónica (-) y catiónica (+)] seguidos por una filtración de carbón activado (empacado en cartuchos) para “pulir” el agua y que así el agua cumpla con los estándares estrictos de pureza. Sin embargo este método no es práctico, redituable, o necesario para un sistema de tratamiento de agua domestico.

### Datos sobre el Intercambio Iónico:

- Las resinas de lecho mixto se gastan muy pronto cuando se usa el agua del grifo por que los iones de sodio, calcio, cloruro, y sulfato (entre otros) rápidamente sobrecargan y saturan la resina.
- A diferencia de las resinas para suavizar el agua, las resinas de lecho mixto no pueden ser regeneradas en casa y deben comprarse nuevas una vez que se gastan o deben ser regeneradas comercialmente. El costo de cada cartucho es de más de \$100 y varía dependiendo del tamaño.
- La eficiencia de la remoción o eliminación de los niveles traza de contaminantes como el cadmio, cromo, plomo y muchos otros iones metálicos varía mucho y depende más que nada de la cantidad de SDT en la fuente de agua. Contra más alto sea la cantidad de SDT, mas baja será la eficiencia de remoción.
- Para mantener la calidad estricta del agua, los laboratorios comerciales analizan constantemente la pureza del agua tratada con instrumentos sofisticados.



PHOTO: Janick Artiola

*Sistema de remoción (o eliminación) de iones adecuada para el uso en laboratorio que utiliza cuatro filtros de resina de lecho mixtos y filtros de carbón activado y de partículas.*

## 4.9 Estafas Relacionadas con el Agua

Los consumidores pueden ser víctimas de diversas formas de estafas relacionadas con los diferentes análisis y tratamientos del agua, el agua embotellada, y asuntos asociados a la salud (charlatanería). Los consumidores pueden reducir el riesgo de ser víctimas de estafas manteniéndose bien informados.

### Datos sobre el Agua: Para evitar las estafas

- Evaluar todas las reivindicaciones (todo lo que le digan) cuidadosamente (recuerde que si suena demasiado bueno para ser cierto, probablemente no lo es).
- Considere solo el uso de métodos de tratamientos de agua que sean comúnmente aceptados y basados en buena ciencia.
- Evite métodos pseudocientíficos (que no han sido comprobados).
- No se fíe de los testimonios de los clientes “satisfechos”.
- Evite las compras impulsivas y no se deje presionar por los agentes de ventas de equipos de tratamiento del agua.
- Reporte cualquier tipo de estafa a las autoridades locales y a la Oficina del Fiscal General del Estado de Arizona (Arizona State Attorney General).

### Estafas con los Análisis del Agua

Se pueden evitar la mayor parte de las estafas si se analiza el agua mediante un laboratorio independiente (certificado por el estado de Arizona) que utilice los métodos más modernos y avanzados aprobados por la USEPA (para ver las conexiones de Internet, ver la Sección 6.2). Evite los análisis de agua doméstica “gratis”. Los vendedores pueden alegar que están usando métodos registrados por la USEPA para analizar su agua. Lo único que esto quiere decir es que ellos han registrado los análisis que hacen con la USEPA; no quiere decir que la USEPA haya aprobado los análisis que ellos hacen. Es muy fácil hacer que el agua cambie de color añadiéndole unas gotas de alguna sustancia química. Los cambios de color no necesariamente indican que el agua de su casa contenga algún contaminante en particular o niveles excesivos de contaminantes.



## Estafas con los Tratamientos del Agua

Estas pueden ser relativamente benignas como por ejemplo, el que le vendan un sistema de tratamiento del agua que en realidad usted no necesite. También pueden ser fraudulentos cuando a los consumidores se les vende un aparato que no funciona como es debido. Hay varios aparatos que supuestamente controlan o eliminan la formación de escamas y/o remueven los minerales del agua. Estos incluyen los imanes (magnéticos o electromagnéticos), aparatos eléctricos, aparatos catalíticos especiales, aparatos que controlan la presión, aparatos con osciladores o vibradores, y de luz (no luz ultravioleta; para mas información sobre radiación ultravioleta, ver Sección 4.7). No existe evidencia científica de que ninguno de estos aparatos reduzca o remueva las sales, prevenga la formación de escamas, o realice ningún otro tipo útil de tratamiento del agua domestico. Es importante recordar que hay sistemas de tratamiento de agua de uso domestico que dicen estar “registrados con la EPA”. Sin embargo, al igual que con los análisis del agua, esto no significa que sus sistemas hayan sido probados, aprobados o que estén siendo promovidos para uso domestico por la USEPA. La NSF certifica todas las tecnologías de tratamiento del agua para la reducción de contaminantes específicos (incluyendo los previamente mencionados en esta sección), y mantiene una lista de fabricantes que han probado y registrado sus aparatos para el tratamiento de agua de uso domestico con esta organización (ver Sección 6.2).

## Estafas con el Agua Embotellada

Tales estafas pueden no tener grandes consecuencias pero con el tiempo pueden resultar siendo muy costosas (ver la discusión en la Sección 1.4). Una forma de estafa muy conocida es la de vender agua oxigenada o súper-oxigenada alegando que proporcionara toda clase de beneficios desde que va a añadir oxígeno a la sangre del cuerpo, cambiar la estructura del agua, “hidratarlo” mas rápidamente, y hasta decir que va a “retardar” la vejez. Otra forma de estafar con el agua embotellada es vendiendo agua alegando que es agua “magnetizada” o “ionizada” proveniente de glaciares remotos o manantiales y que poseen numerosas propiedades curativas. No existe ninguna evidencia científica que respalde estas alegaciones (visite el portal de Internet de la NSF para obtener una descripción sobre el agua embotellada).

PHOTO: Janick Artibola



*Baso de agua con un toque de magnetismo*

## 4.10 Selección de un Aparato para Tratar el Agua

Existen diversos tipos de problemas que pueden ocurrir con los suministros de agua. Consulte la lista (Tabla 4 de la Sección 6.3) de los posibles problemas del agua, que describe la apariencia del agua y posibles fuentes de contaminación, así como también los tipos de análisis requeridos.

**Datos sobre el Agua:** Si usted quiere tratar el agua de su casa, obtenga información y consulte a los profesionales del tratamiento de agua. Busque un distribuidor de equipos de tratamiento bien acreditado para así poder determinar cual es la mejor forma de tratar su problema en particular.

Existen dos categorías principales de aparatos o unidades para tratar el agua en los hogares: los del punto de entrada (PDE) y los del punto de uso (PDU). La efectividad de estos aparatos varía y depende de la calidad de la fuente de agua y las necesidades del consumidor.

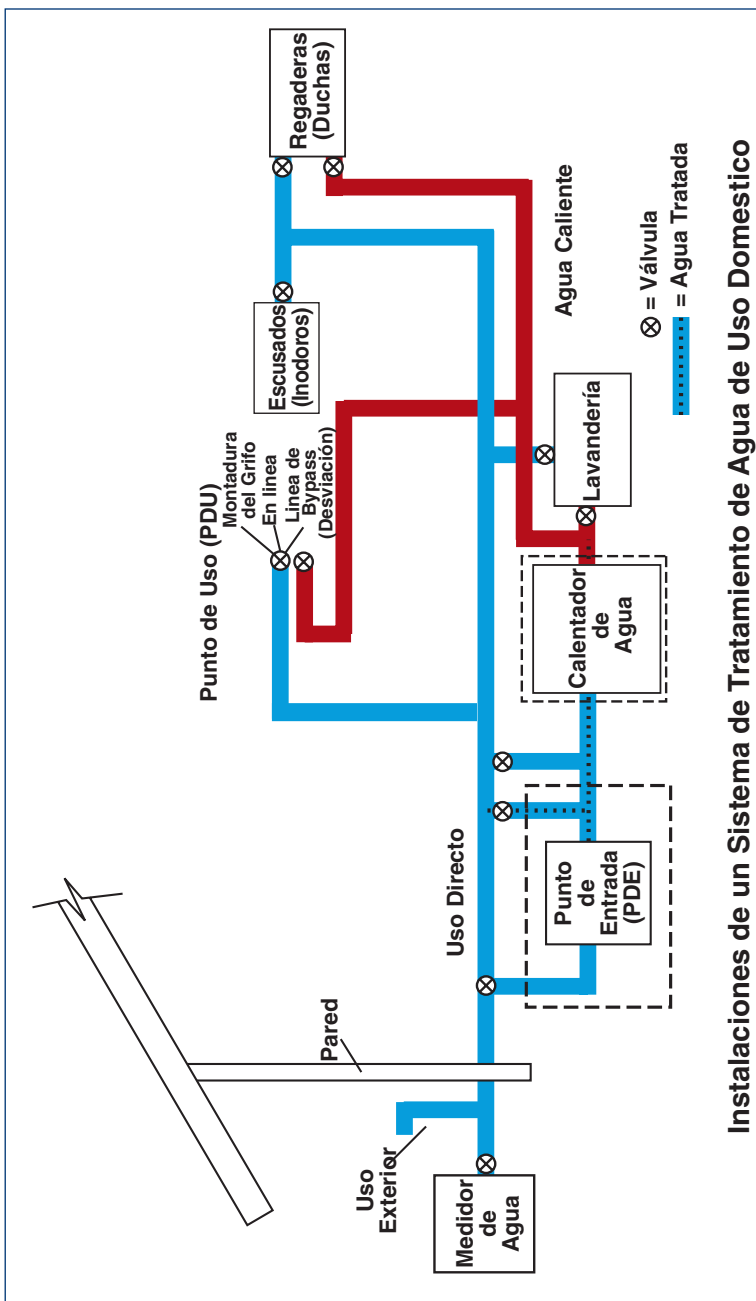
Cuando la calidad del agua esta relacionada con dos o mas problemas, el escoger un tratamiento puede ser particularmente confuso y complicado. Los dueños de pozos privados, por ejemplo, algunas veces pueden eliminar dos problemas con una sola forma de tratamiento. También, una forma de tratamiento puede crear otro problema distinto. Por ejemplo, puede que no sea práctico el instalar un sistema de destilación para reducir los niveles de plomo del agua de beber si el agua es corrosiva y continua extrayendo plomo del sistema de tuberías de la casa. De igual forma, una unidad de osmosis inversa no puede funcionar eficientemente si el agua también contiene partículas o si el agua es muy dura. Las partículas y el agua dura tapan las membranas de los filtros reduciendo su eficacia.

Las siguientes guías (o sugerencias) para el tratamiento del agua están basadas en el hecho de que es más práctico y eficiente tratar primero algunos problemas de la calidad del agua antes que otros. Por ejemplo, la turbidez, acidez, dureza y el hierro deben ser controlados antes de que una unidad de carbón activado, osmosis inversa, o destilación pueda operar eficientemente. A continuación, se proporciona un resumen de las opciones de tratamiento del agua. Ver también la tabla al final des esta sección.

# Opciones de Tratamiento par los Usuarios de los Sistemas de Agua Públicos

## Problemas Comunes de la Calidad del Agua en Arizona

- **Dureza:** los síntomas incluyen los depósitos excesivos de escamas y manchas en las duchas de baño (regaderas), tazas sanitarias (escusados) y las salidas de los grifos (las llaves) del agua; fallo prematuro de los aparatos electrodomésticos; mal funcionamiento de los enfriadores de de aire (“coolers” o “swamp coolers”). La dureza excesiva del agua puede ser controlada mediante el uso de suavizadores de agua. El aparato para el tratamiento del agua puede ser del PDU (punto de uso) o PDE (punto de entrada). Nota: Las casas nuevas por lo general cuentan con las tuberías necesarias para proveer agua suavizada a la cocina y el cuarto de lavar ropa (o lavandería).
- **Salinidad (STD) alta:** Entre los síntomas se incluyen el manchado excesivo de los baños y los utensilios de aluminio de la cocina, y las plantas de las casas muestran un desarrollo atrofiado o tienen las puntas de las hojas quemadas. La **salinidad** excesiva en el agua puede ser reducida o eliminada mediante el uso de unidades de osmosis inversa o de destilación. El aparato para el tratamiento del agua deberá ser del PDU. Nota: la salinidad alta esta por lo general asociada con una alta alcalinidad y dureza.
- **Sabor y Olor:** Entre estos síntomas se incluyen un cierto sabor y olor como a cloro o también un olor como a tierra o a humedad. Este olor es debido a la presencia de cloro residual, productos residuales de la desinfección y a productos químicos producidos por las bacterias del suelo. Los olores pueden ser controlados por medio de un filtro de carbón activado. El aparato para el tratamiento del agua deberá ser en este caso del PDU.
- **Arsénico, nitratos, plomo y otros contaminantes inorgánicos:** Los niveles de estos contaminantes pueden ser reducidos usando sistemas de osmosis inversa o de destilación. El aparato deberá ser del PDU.



## Instalaciones de un Sistema de Tratamiento de Agua de Uso Doméstico

Opciones de la instalación de un sistema de tratamiento de agua de uso doméstico.

- **Compuestos químicos orgánicos volátiles, incluyendo los subproductos de la desinfección, algunos pesticidas, y productos de gasolina:** Los síntomas incluyen un cierto olor y sabor como a cloro. Se puede utilizar un filtro de carbón activado para reducir estos olores. El aparato de tratamiento del agua deberá ser del PDU. Nota: mientras que el olor de los productos químicos relacionados con la desinfección del agua es común, la presencia de otro tipo de olores en el agua del grifo como, por ejemplo, el olor a gasolina deben reportarse inmediatamente a su proveedor de agua.
- **Gas Radon:** Este gas no tiene olor ni color, y los niveles en el agua del grifo son regulados y controlados por los proveedores de agua mediante la **aireación**. También se ha encontrado que algunos filtros de carbón activado pueden reducir aun más los niveles de radon en el agua del grifo. El aparato de tratamiento deberá ser del PDU.

## Opciones de Tratamiento par los Usuarios de los Sistemas de Agua Privados

### Lista de los tratamientos en orden prioritario:

- **Turbidez:** Los síntomas incluyen turbiedad (de tono amarillento, café o negro) que se aclara después de que se deja reposar el agua durante 24 horas. La turbidez es debido a la presencia de sedimentos (incluyendo partículas de arenas finas, limos, y arcillas) y también partículas de hierro y manganeso insoluble. Para tratar este problema, se pueden usar la floculación y sedimentación de partículas y la micro filtración. La decisión dependerá del volumen de agua a tratar y la cantidad de material presente. Nota: Las fuentes de agua superficiales están normalmente contaminadas con patógenos quísticos. Esto hace que la sedimentación o la filtración de partículas sea necesario como primer paso.
- **Sulfuro de hidrogeno y hierro y manganeso solubles:** Los síntomas incluyen el olor a huevo podrido y la presencia evidente de sustancias químicas que causan manchas. También, después de dejar reposar el agua en un baso durante 24 horas se pueden observar sedimentos de color café-negro en el fondo. Este síntoma indica que el agua proviene de una fuente de agua acida o con falta de oxígeno. Para remover estas sustancias químicas, el agua deberá ser expuesta a oxígeno mediante la aireación, clorinación, y/o con un filtro de oxidación. Al término de este

tratamiento, el agua deberá de ser filtrada utilizando el proceso de sedimentación de partículas o filtración. Por lo general, una vez tratadas, estas aguas también tendrán una acidez alta (pH bajo) que requerirá ser controlada (ver los párrafos siguientes). Los aparatos de tratamiento deberán ser del PDE.

- **Color que indica la presencia de materia orgánica natural (NOM):** Los síntomas incluyen un tono café amarillento transparente que no se aclara después de dejar reposar el agua durante 24 horas. A menudo este color está asociado con las fuentes de agua superficiales, indicando la presencia de niveles altos de materia orgánica natural disuelta. Pequeños volúmenes de agua con concentraciones bajas de NOM pueden ser tratados por medio de filtración por carbón activados. La cloración también puede destruir a la materia orgánica natural y debe ser seguida por filtración de carbón activado para remover los subproductos residuales de la desinfección. Por lo general, los servicios de distribución de agua usan la floculación para remover la materia orgánica natural de las fuentes de agua.
- **Acidez:** Los síntomas incluyen las manchas verdes, los niveles del pH por debajo de 6.0, y un sabor metálico (contenido alto de cobre y zinc). Esto puede ser tratado mediante el uso de filtros neutralizadores de ácido o mediante la adición (alimentación) de compuestos químicos alcalinos como la cal. Los aparatos de tratamiento deberán ser del PDE.
- **Alcalinidad:** Los síntomas incluyen valores medidos altos, pH alto (>8.5), y sodio alto. Esto puede ser reducido mediante la adición de sustancias químicas ácidas. Sin embargo, es mucho mejor y seguro utilizar sistemas de osmosis inversa o de destilación para reducir o eliminar la alcalinidad del agua. Si la alcalinidad esta asociada con la formación excesiva de escamas, el aparato de tratamiento deberá ser del PDE. Nota: los sistemas para suavizar el agua no reducirán la alcalinidad.
- **Corrosión:** Los síntomas incluyen los utensilios metálicos y tuberías empañados o negruscos debido a los niveles altos de cloruro y sulfato y/o a la alta acidez del agua y el sulfato de hidrogeno. Este problema debe ser controlado con aparatos del PDE. (ver párrafos anteriores, en los tratamientos para reducir la salinidad).
- **Patógenos:** Los síntomas incluyen problemas gastrointestinales que varían de leves a severos incluyendo vomito y diarrea. Una vez que se han removido las partículas (ver turbidez en los párrafos



anteriores), se puede usar la cloración, la radiación UV, o la ozonación para desinfectar la fuente de agua. El almacenamiento y la transferencia de agua requerirá de cloración residual la cual no será provista por los tratamientos de radiación ultravioleta o la ozonación. La cloración residual es necesaria para el almacenamiento y la transferencia de agua potable en lugares potencialmente contaminados como las tuberías o los tanques de almacenamiento de agua grandes. Se pueden añadir sustancias químicas en abundancia para la desinfección del agua para mantener los niveles de cloración residual. Los compuestos químicos cloraminas también pueden ser agregados después de haber hecho la cloración para mantener los niveles adecuados de cloro residual. La desinfección debe ser hecha con aparatos del PDE.

- **Dureza:** ver párrafos anteriores.
- **Salinidad:** ver párrafos anteriores.
- **Substancias químicas orgánicas volátiles, incluyendo subproductos de la desinfección, algunos pesticidas, y productos de la gasolina:** ver párrafos anteriores.
- **Radon:** ver párrafos anteriores.
- **Arsénico, nitrato, plomo y otros contaminantes inorgánicos:** ver párrafos anteriores.

## Problemas con el Agua: Síntomas, Causas y Posibles Tratamientos

(\* Indica un problema común en el agua de Arizona).

Síntoma	Causa	Aparato utilizado para el Tratamiento	
<b>Problemas Visuales</b> (Apariencia del agua)	Turbidez del agua con un tono amarillo, café o negro que se aclara después de dejar reposar el agua por 24 horas	* <u>Turbidez</u>	<u>Floculación y sedimentación</u> o <u>filtración de partículas y microfiltración</u> (PDE)
	Agua con un tinte amarillo-café transparente que no se aclara aun después de dejar reposar el agua por 24 horas	*Niveles altos de Materia Orgánica Natural (MON), normalmente en el agua superficial	<u>Filtración por carbón activado</u> o <u>clorinación</u> seguida por <u>filtración por carbón activado</u> . Los Servicios de agua públicos utilizan la <u>floculación</u> para remover la MON.
	Manchas café anaranjadas o un tinte rojizo del agua	Presencia de hierro disuelto y bacterias del hierro	<b>Cantidades pequeñas:</b> reducir con <u>filtro de partículas</u> o a través de los tratamientos de <u>osmosis inversa</u> o <u>destilación</u> (PDE o PDU). <b>Cantidades grandes:</b> reducir mediante el uso de <u>filtros de oxidación</u> de permanganato de potasio regenerado y <u>filtración de partículas</u> (PDE) <b>Cantidades muy grandes:</b> eliminar mediante la <u>clorinación</u> seguida de la <u>filtración de partículas</u> (PDE). Considere la posibilidad de la <u>súper clorinación</u> del pozo y vías de distribución y almacenamiento para eliminar las bacterias del hierro.
	Sedimentos de tono café rojizo como de óxido	Partículas de hierro y manganeso en suspensión	<u>Filtro de partículas</u> (PDE)
<b>Problemas Visuales</b> (Manchas y formación de depósitos)	Utensilios metálicos y tuberías empañadas y negruscas	Niveles elevados de cloruro y sulfatos	<u>Unidad de Osmosis Inversa</u> (PDE) o <u>unidad de destilación</u> (PDU)
	Utensilios metálicos y tuberías empañadas y negruscas	Acidez alta del agua y niveles elevados de sulfato de hidrogeno	<u>Filtros neutralizadores de ácidos</u> (calcita o calcita/óxido de magnesio) (PDE) o añadir sustancias químicas alcalinas como la cal
	Manchas en las duchas (regaderas) de los baños,	*Dureza	<u>Suavización del agua</u> . (PDE o PDU)

	los inodoros y las salidas de las llaves del agua		
	Manchado excesivo de los baños y utensilios de cocinar de aluminio	*Salinidad	<u>Unidad de osmosis inversa o unidad de destilación (PDU)</u>
	Manchas de agua color verdes	Acidez	<u>Filtros neutralizadores de ácidos (PDE) o añadir sustancias alcalinas como la cal</u>
	Depósitos de jabón o depósitos excesivos de escamas en las tuberías y los aparatos electrodomésticos	*Dureza	<u>Suavización el agua o osmosis inversa o destilación (PDE o PDU)</u>
	Depósitos excesivos de sales	Alcalinidad (high pH and sodium)	<u>Osmosis inversa o sistema de destilación (PDE)</u> Considere la <u>neutralización acida</u> de la alcalinidad excesiva.
Otros Problemas Visuales	Las plantas de las casas se ven atrofiadas o muestran las puntas de las hojas como si estuvieran quemadas	*Salinidad	<u>Unidad de osmosis inversa o unidad de destilación (PDU)</u>
Sabor	Sabor a cloro, gasolina o petróleo	Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs), incluyendo cloro residual, subproductos de la desinfección, pesticidas, o combustibles (gasolina, diesel y productos del petróleo)	<u>Filtro de carbón activado o aireación (PDE)</u>
	Sabor metálico	Acidez	<u>Filtros neutralizadores de ácidos (PDE) o añadir sustancias alcalinas como la cal</u>
	Sabor salado o amargo	*Altos niveles de Sólidos Totales Disueltos (SDT), sodio, sulfatos o nitratos (salinidad)	<u>Osmosis inversa o destilación (PDU)</u>
Olor	Olor como a cloro	*VOCs, incluyendo cloro residual, subproductos de la desinfección, pesticidas, productos de la gasolina	<u>Filtro de carbón activado o aireación (PDU)</u>
	Olor como de gasolina	Gasolina, diesel, productos del petróleo	<u>Filtro de carbón activado o aireación (PDU)</u>
	Olor a tierra mojada, humedad(moho) o a sustancias químicas	Productos de algas (geos-min y MIB)	<u>Filtro de carbón activado (PDU)</u>
	Olor a huevo podrido	Acidez excesiva, falta de oxígeno en la fuente de agua, o contaminación por gas e sulfuro de hidrógeno (ocurre de forma natural en acuíferos y sedimentos)	oxidación del agua durante la <u>aeración (PDE) o clorinación y filtro de partículas (PDE) o filtro de oxidación (PDE) seguido de un filtro de carbón activado</u>  Puede que sea necesario también el

			control de la acidez.
<b>Enfermedades</b>	Problemas gastrointestinales como diarrea y vomito	<u>Patógenos</u>	Eliminar la fuente de contaminación. Reducir la cantidad de organismos patógenos mediante la <u>clorinación</u> , <u>radiación ultravioleta</u> (UV), o la <u>ozonación</u> (PDE). Pueden usarse sustancias químicas como las cloraminas después de la clorinación para mantener los niveles aceptables de cloro residual.
<b>Problemas con los Aparatos Electrodomésticos y las Tuberías</b>	Falla prematura de aparatos electrodomésticos	*Dureza	<u>Suavización del agua</u> . (PDE o PDU)
	Mal funcionamiento de los "swamp cooler" o enfriadores de aire por evaporación	Acumulación de escamas en los colchones de humedad (alta dureza, alta salinidad)	Uso del lavado (o purga) del sistema para prevenir la acumulación de sales y minerales ( <u>para más información consultar el portal de Internet del Servicio de Conservación del Agua- SAHRA</u> )
	Utensilios metálicos y tuberías empañadas y negruscas	Niveles elevados de Cloruro	<u>Unidad de osmosis inversa</u> o <u>unidad de destilación</u> (PDU)
	Utensilios metálicos y tuberías empañadas y negruscas	Acidez alta del agua y niveles elevados de sulfuro de hidrógeno	<u>Filtros neutralizadores de ácidos</u> (PDE) o añadir sustancias alcalinas como la cal

## 4.11 Preguntas que se Deben Hacer Antes de Comprar un Equipo de Tratamiento del Agua

En el pasado, la industria para el tratamiento del agua domestica se enfocó principalmente a mejorar la calidad estética del agua potable. Los productos nuevos para el tratamiento del agua de uso doméstico aseguran que pueden reducir aun más o eliminar los contaminantes del agua potable que pueden tener un impacto adverso a la salud. Los fabricantes de estos productos ahora hasta prometen que pueden hacer que su agua sea “segura”, “pura” y “libre de contaminantes”. Por lo tanto, los consumidores tienen que tratar de discernir toda esta información técnica y propaganda cuando tratan de seleccionar el método de tratamiento mas apropiado para atender las necesidades del agua de sus hogares.

### Datos generales sobre el agua y cosas que recordar:

- Todas las fuentes de agua contienen minerales y algunos contaminantes. Si una fuente de agua cumple con los estándares fijados por la USEPA, NPDWS y NSDWS, entonces es considerada segura para beber.
- Ningún aparato para tratar el agua puede eliminar completamente todos los minerales y contaminantes del agua todo el tiempo.
- Los sistemas de tratamiento cuya eficacia ha sido demostrada científicamente, pueden reducir el nivel de contaminantes por debajo de los niveles fijados por el NSDWS y/o el NPDWS, cuando son utilizados y mantenidos adecuadamente.
- Antes de escoger un sistema de tratamiento de agua para su casa, conozca la calidad del agua de su fuente y decida
  1. que contaminantes quiere reducir,
  2. hasta que nivel, y
  3. cuanta agua tratada requieren usted y su familia cada día.
- Los aparatos de tratamiento de agua pueden descomponerse y si son mal usados pueden contaminar el agua de beber.
- Los aparatos de tratamiento de agua requieren ser usados de forma regular y requieren mantenimiento periódico. No son aparatos que se instalan y se pueden olvidar.

Antes de comparar un sistema de tratamiento de agua para el hogar, el consumidor debe hacer las siguientes preguntas (o cuando menos usarlas como guía). En la medida que el fabricante o distribuidor este

dispuesto a compartir información y responder sus preguntas, esto ayudará al consumidor a tomar una decisión informada.

## Preguntas

- ✓ **¿Que es exactamente lo que los análisis de agua muestran? ¿Se indican los posibles peligros a la salud? ¿Cuales? Pregunte por detalles. ¿Se deberán hacer mas pruebas?**

Muchas compañías que proporcionan tratamiento al agua de los hogares, incluyen un análisis gratis del agua en su casa. La mayor parte de los contaminantes no pueden ser evaluados de esta manera. Por ejemplo, los compuestos químicos orgánicos y los metales trazas, que han sido asociados con problemas de salud serios, deben ser analizados en un laboratorio con equipo sofisticado. Sea cauteloso de los análisis hechos en su casa que aseguren o pretendan analizar más allá de los parámetros básicos de la calidad del agua como los SDT, dureza, pH, hierro, y sulfuro de hidrógeno. Por lo general, siempre es mejor confiar en los resultados de los análisis de agua de un laboratorio independiente.

- ✓ **Pregunte si el producto y/o el fabricante ha sido evaluado(s) por la Fundación Nacional Sanitaria (NSF-National Sanitation Foundation) o alguna otra organizaron independiente.**
- ✓ **Ha sido este producto probado para (1) remover o reducir los niveles de el contaminante o grupo de contaminantes en cuestión, (2) durante la vida útil del aparato de tratamiento (con más de un galón de agua), y (3) bajo condiciones que representen el uso del aparato en los hogares (incluyendo la calidad del agua del grifo local, la velocidad de flujo y presión real del agua).**
- ✓ **¿Cual es el rendimiento de la velocidad de remoción del aparato de tratamiento y cual es la pureza del agua (pregunte por los valores específicos) producida por el aparato?**

La Fundación Nacional Sanitaria (NSF), cuya función es similar a la de los Laboratorios de Aseguradores (UL-Underwriter's Laboratory) para productos eléctricos y electrónicos, fija estándares para el funcionamiento y/o rendimiento de los equipos o aparatos de tratamiento del agua. Usted debe de evaluar los resultados de los análisis del aparato para ver si estos resultados tienen sentido pues las compañías que fabrican estos equipos de tratamiento del

agua pueden hacer cualquier tipo de declaraciones acerca de los aparatos que ellos fabrican que pueden no tener ninguna validez o no ser corroborados.

Tome en cuenta que el sistema de tratamiento de agua que usted este evaluando puede tener componentes que hayan sido aprobados por la NSF pero que el sistema completo tal vez no ha sido evaluado (para mas información acerca de la NSF, puede contactar el teléfono 800-NSF-MARK o la pagina de Internet [http:// www.nsf.org](http://www.nsf.org) ; para obtener otros enlaces importantes, ver la Sección 6.2).

- ✓ **¿Se necesita tratar toda el agua que entra el la casa? o, ¿Es posible utilizar simplemente un aparato en el punto de uso (PDU)?**

Aun cuando menos del 1% del agua del grifo es usada para beber y cocinar, alguno de los contaminantes son tan peligrosos cuando son inhalados o absorbidos a través de la piel como cuando son ingeridos. En tal caso, puede que se requiera el tratamiento del agua usada para toda la casa. Las unidades de osmosis inversa y de destilación se conectan a una sola fuente de salida o un solo grifo; Las unidades de carbón activado pueden ser instaladas en una sola fuente o grifo o pueden ser instaladas en el punto donde el agua entra a la casa. La unidad de tratamiento seleccionada dependerá del tipo de contaminante y grado de contaminación a tratar en cada caso particular. Recuerde que es mejor utilizar siempre un laboratorio certificado por el estado para los análisis del agua. Puede contactar las Oficinas de Servicios de Laboratorios del Estado de ADHS al teléfono (602)-225-3454 para obtener una lista completa de los laboratorios certificados en el Estado de Arizona (ver también la Sección 6.2).

- ✓ **¿Producirá la unidad suficiente agua tratada para satisfacer las necesidades del hogar?**
- ✓ **Además del mantenimiento de los filtros y membranas, ¿es necesario cualquier otro tipo de mantenimiento? ¿con que frecuencia? ¿Cómo? ¿Cuánto costara?**

Asegúrese de que el sistema de tratamiento instalado en su casa sea capaz de producir suficiente agua para satisfacer las demandas del día. El flujo máximo de la unidad deberá ser suficiente para satisfacer las demandas del uso pico máximo del hogar. Todos los aparatos de tratamiento de agua de uso



domestico como las unidades de carbón activado, unidades de osmosis inversa, y filtros de hierro requieren mantenimiento de forma regular. Usted debe de estar bien informado de los requisitos de mantenimiento de la unidad de tratamiento de agua.

- ✓ **¿Cual es el costo total de adquisición del aparato además del costo esperado del mantenimiento del aparato (por mes, por año)?**
- ✓ **¿Instalara o dará servicio al aparato la compañía que vende el aparato? ¿Se cobrara alguna cuota o habrá algún cargo por el trabajo de mano de obra o instalación?**
- ✓ **¿Puede usted hacer los trabajos de mantenimiento o son necesarios los servicios de algún técnico profesional del tratamiento de agua?**
- ✓ **¿Incrementara la unidad substancialmente el costo de la electricidad o del agua de la casa?**

Tenga cuidado con los costos ocultos o no aparentes como por ejemplo los costos de instalación, cuotas mensuales de mantenimiento o de renta de equipo. También, tome en cuenta que la eliminación o disposición de residuos (como el agua eliminada, los cartuchos gastados de las unidades de carbón activado, y los filtros usados) pueden aumentar el costo del sistema de tratamiento de agua y deben ser considerados cuando se compre el sistema. Algunos de estos aparatos pueden ser instalados por el usuario en los hogares.

- ✓ **¿Cuenta el aparato con algún tipo de alarma o luz que indique si el aparato no esta funcionando adecuadamente?**

Muchas unidades cuentan con un sistema de respaldo o funciones de apagado para prevenir el consumo de agua no tratada.

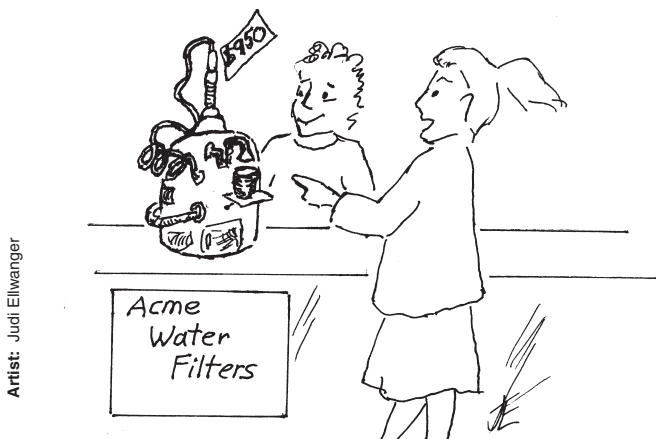
- ✓ **¿Incluirá el fabricante en el precio de compra o adquisición del aparato un análisis del agua después de un mes o dos de uso del aparato?**

Analizando el agua un mes después de la instalación del aparato le asegurará que el aparato esta funcionando y tratando el agua adecuadamente. Acuérdesse que los

análisis el agua para contaminantes específicos suelen ser muy caros y deben de hacerse por medio de un laboratorio independiente.

- **¿Cuál es el tiempo de vida útil del producto? ¿Cuál es la duración del periodo de garantía? ¿Qué es lo que cubre la garantía?**

La garantía puede que solo incluya ciertas partes o aparatos, por lo que usted debe estar enterado de las condiciones de la garantía.



*¿Estas seguro de que éste es el filtro adecuado para mi?*

## Comentarios Finales

Estas guías o pautas a seguir están dirigidas a los individuos que están planeando consultar un representante de la industria del tratamiento de agua o que están planeando hacer su propia investigación de los aparatos o unidades de tratamiento del agua. Sea conciente de que el tratamiento puede ser tanto solo por razones estéticas como por factores de salud. Si el beber agua representa un problema a la salud, considere también el costo de comparar agua embotellada de buena calidad como método alternativo al tratamiento del agua.

También es posible exigir una compensación monetaria por el tratamiento del agua como resultado de un problema de contaminación ambiental causado por terceras personas. Usted puede contactar al Departamento de Calidad Ambiental de Arizona (ADEQ) al teléfono 1-800- 234-5677 para obtener más información con respecto a esta opción.

## 5. Glosario

### A

**Acidez** es la cantidad total de ácido y sustancias formadoras de ácido en el agua. Ver también pH.

**Acre-foot** es una medida de volumen que equivale al área de un acre llena de agua hasta una altura de un pie. Este volumen de agua es aproximadamente equivalente a 1.24 millones de litros (325,851 galones).

**Acuerdos de no concordancia** (variances) son aquellos acuerdos que permiten el uso de tecnología alternativa de tratamiento del agua para que esta cumpla con los estándares de agua fijados por la USEPA.

**Acuíferos** son zonas geológicas porosas y permeables capaces de recibir, transmitir y almacenar agua bajo la superficie del terreno.

**ADEQ** (Arizona Department of Environmental Quality): Departamento de Calidad Ambiental de Arizona que administra todos los programas en Arizona de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y regula los sistemas públicos de suministro de agua que dan servicio a cuando menos 15 conexiones o sirven a 25 personas.

**ADWR** (Arizona Department of Water Resources): Departamento de Recursos Hidráulicos de Arizona que ha establecido cinco Áreas Activas de Administración (Active Management Areas – AMAs) para manejar y mantener el balance de disponibilidad de los recursos de agua subterránea hasta el 2005.

**Agua agresiva** es el agua desmineralizada o con un contenido de sales (SDT) muy bajo. El agua agresiva disuelve fácilmente los minerales de las tuberías incluyendo los depósitos escamosos y las tuberías metálicas en sí. El agua agresiva es corrosiva. Se recomienda solo el uso de tuberías y recipientes de plástico para el transporte y almacenamiento de agua libre de minerales.

**Agua carbónica o carbonatada** (sparkling water) se refiere al agua que desprende burbujas de bióxido de carbono a la temperatura y presión ambiental.

**Agua depurada** (reclamada o reciclada) es el agua que proviene del agua de desecho (aguas residuales) que ha sido procesada mediante tratamientos físicos, biológicos y químicos en una planta de tratamiento de aguas residuales (depuradora).

**Agua dulce** es el agua que no es salada ni amarga y que, en general resulta adecuada desde el punto de vista químico, para el consumo humano. Por lo general, el agua dulce tiene un contenido de sales (SDT) de menos de 500 mg/L.

**Agua dura** es el agua en la que se encuentran disueltos porcentajes relativamente grandes de sales de calcio y magnesio.

**Agua de mar** es agua que tiene un promedio de 35 gramos de sales (SDT) por litro. Alrededor del 85% (30 gramos) de las sales totales en el agua de mar son cloruro de sodio (sal de mesa).

**Agua gris** es el agua recolectada solo de las duchas de baño, lavamanos de los baños y el agua usada de la lavandería que puede ser utilizada para regar los patios y jardines. El agua del fregadero de la cocina no es considerada agua gris ya que puede contener mucha grasa y compuestos químicos fuertes utilizados para lavar los platos.

**Agua mineral** es agua que contiene una cantidad considerable de minerales en disolución (SDT) de más de 250 mg/L.

**Agua potable** es el agua que no contiene contaminantes por encima de los estándares de la calidad del agua y que se considera satisfactoria para el consumo doméstico. Es el agua que se considera apropiada (segura) para beber.

**Agua purificada** es un término vago que se puede prestar a malas interpretaciones. Generalmente, se refiere al agua que ha recibido algún tipo de tratamiento para reducir los contaminantes (sales, minerales, etc.) pero no han sido completamente eliminados. En el portal de Internet de la NSF se define como "Tipo de agua que ha sido producida por destilación, deionización, osmosis inversa, o algún otro proceso adecuado. También se puede referir al agua purificada como 'agua desmineralizada'. Cumple con la definición de 'agua purificada' de la Farmacopeia de los Estados Unidos."

**Agua salina** es el agua que tiene un contenido de sales (SDT) de más de 1,000 mg/L. Esto quiere decir que contiene 0.1% de sales totales o cerca de 2 o 3 cucharaditas de sal por galón. El agua moderadamente salina y altamente salina (agua de mar) tiene de

3,000 a 35,000 mg/L de sales (0.3 a 3.5% de sales totales). Al agua moderadamente salina se le conoce con el nombre de salmuera.

**Agua subterránea** es el agua del subsuelo que ocupa la zona saturada de un acuífero.

**Agua suave** es el agua que tiene principalmente iones de sodio o potasio. El agua dura puede ser “suavizada” mediante el reemplazo de los iones de calcio y magnesio por iones de sodio y potasio mediante el uso de un sistema de suavización de agua. El agua que es naturalmente baja en contenido de sales también se dice que es agua suave.

**Agua superficial** es el agua que fluye o se almacena sobre la superficie del terreno.

**Aireación** es un proceso de tratamiento de agua mediante el cual se fuerza aire a través del agua para remover contaminantes volátiles.

**Alcalinidad** es la cantidad total de iones de bicarbonato y carbonato presentes en el agua, en unidades de mg/L de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). La alcalinidad del agua ayuda a proteger o regular los cambios bruscos del pH, limitando su rango entre aproximadamente 7.5 y 8.5. La alcalinidad y la dureza del agua también controlan la formación de escamas en las tuberías. No existe un estándar para el agua potable para la alcalinidad.

**AMAs (Active Management Areas):** Las Áreas Activas de Administración son fijadas por el Departamento de Recursos Hidráulicos de Arizona (ADWR) para administrar y mantener el equilibrio de los recursos naturales del agua subterránea en el estado de Arizona.

**Aniones** son iones con carga negativa. Por ejemplo, el cloruro y el sulfuro.

**Árida** Las zonas áridas de Arizona tienen una precipitación pluvial promedio de 30.5 cm. (12 pulgadas) al año. Con las altas temperaturas y baja humedad de estos climas es posible tener una evaporación de más de 254 cm. (100 pulgadas) de agua por año en un recipiente expuesto.

## B

**Bacterias coliformes** son bacterias que se encuentran normalmente en el tracto intestinal de los humanos y otros animales de sangre caliente. Las bacterias coliformes son microorganismos que sirven

como indicadores de la contaminación del agua. Un examen con resultado positivo para bacterias coliformes puede indicar también la presencia de otros organismos patógenos como otras bacterias, virus y en el agua.

**Benceno** es un compuesto químico orgánico volátil que se utiliza como solvente industrial y es un componente mayoritario de la gasolina.

**BDL** (Below Detection Limits) es un término usado en los reportes de los laboratorios para indicar contaminantes que no pueden ser detectados o que se encuentran por debajo del límite de detección (ver Límite de detección en este glosario).

## C

**Calcita** es un mineral muy común que se esta compuesto de iones de calcio y carbonato ( $\text{CaCO}_3$ ).

**CAP** (the Central Arizona Project): el Proyecto del Centro de Arizona es un canal de 350 millas de largo que nace en la presa Parker, cerca del Lago Havasu, que transporta agua del Río Colorado hasta las ciudades del suroeste de Arizona (Tucson y Phoenix). El agua del CAP es una mezcla de aguas del Río Colorado almacenada en el Lago Havasu y agua del Lago Pleasant (al norte de Phoenix).

**Cationes** son iones con carga positiva. Por ejemplo, el sodio y el calcio.

**Características químicas de los átomos o moléculas** incluyen el tamaño, punto de ebullición, punto de evaporación (ver volátil), y solubilidad en agua.

**Cloraminas** son compuestos químicos con base de cloro y amonio utilizados para la desinfección residual de larga duración del agua para beber. Las cloraminas son muy eficientes en el control de la formación de algas y bacterias en el agua, pero sin embargo, son muy toxicas para los peces.

**Clorinación** ver la sección 4.7

**Cloro** ver la sección 4.7

**Cloro residual** ver la sección 4.7

**Compuestos químicos** se refiere a cualquier clase de materia que esté formada por la unión de dos o más elementos químicos de la tabla periódica de los elementos (por ejemplo, hidrógeno, carbono, nitrógeno) en proporciones fijas y exactas a través de enlaces químicos.

**Compuestos químicos orgánicos** se refiere a los compuestos químicos del carbono e incluyen a los pesticidas y productos derivados del petróleo (combustible, plástico y solventes). No debe confundirse estos con los productos alimenticios “orgánicos” que se refiere a los alimentos producidos sin el uso de pesticidas.

**Contaminantes emergentes** son los contaminantes recientemente reconocidos que requieren ser evaluados por la USEPA (ver la sección 2.2).

**Cloro libre** es la porción del cloro total que se encuentra disponible para la desinfección (ver la sección 4.7)

**Contaminantes** son todas aquellas sustancias o residuos externos de origen natural o antropogénico (por ejemplo, residuos vegetales, residuos fecales, gases acarreados por la lluvia, desechos de alimentos, productos químicos, etc.) que se pueden encontrar en el agua. Estos contaminantes pueden ser peligrosos o no para la salud de los humanos.

**Coloide** son partículas muy finas que permanecen suspendidas en el agua por periodos muy largos de tiempo y que le dan al agua una apariencia turbia. Estas partículas coloidales no se sedimentan fácilmente pero pueden ser eliminadas por coagulación.

## D

**Densidad** es la masa (el peso) dividida entre el volumen. La densidad del agua pura a una temperatura de 4° C (39.2° F) es de 1.000 gramos por centímetro cúbico (8.35 libras por galón).

**Detección** es el examen o medición de contaminantes. Es común detectar contaminantes a concentraciones menores a los niveles de concentración máxima (MCLs) permisible (ver las Tablas 1-3 de la



sección 6.3). Esto no significa necesariamente que el agua no sea buena o segura para beber.

**Demanda de cloro** ver la sección 4.7

**Disolución** de un mineral en el agua quiere decir que el agua separa y envuelve cada uno de los componentes (átomos y moléculas) del mineral y los mantiene en solución.

**Disruptores endocrinos** son una clase de contaminantes del agua que afectan el sistema endocrino de los humanos. Estos incluyen pesticidas y contaminantes emergentes (nuevos) como compuestos farmacéuticos y surfactantes.

**Desinfección** es una práctica común de los servicios públicos de agua para eliminar o inactivar los organismos patógenos del agua potable. Normalmente se utilizan compuestos químicos clorados y el gas ozono ( $O_3$ ). El cloro en forma de gas es el compuesto químico que más se utiliza. También se utilizan las cloraminas y el gas dióxido de cloro. Se añade también cloro residual (ver sección 4.7) para evitar o prevenir la recontaminación de organismos patógenos (normalmente, se necesita de 0.1 a 0.4 mg/L de cloro o cloraminas en el agua potable que se distribuye a través del sistema de agua públicos a los hogares). El uso de estos compuestos químicos en los hogares no se recomienda o se permite. Sin embargo, existen en el mercado sistemas de desinfección que son seguros para el uso doméstico.

**Desinfección residual** (ver desinfección)

**Dolomita** es un mineral común compuesto de iones de calcio, magnesio y carbonato [ $CaMg(CO_3)_2$ ].

**Dureza** es la cantidad total de iones de calcio y magnesio que se encuentran en el agua. El agua dura limita la formación de espuma de los detergentes. La formación de escamas en las tuberías se ve agravada con el agua dura. Una cierta cantidad de escamas en las tuberías es buena para proteger las tuberías de la corrosión pero la formación excesiva de escamas puede taponar las tuberías y acortar la vida útil de los aparatos electrodomésticos.

## E

**EPA** (Environmental Protection Agency) es la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

**EER** (Energy Efficient Rating) es un índice de eficiencia eléctrica que

debe ser considerado cuando se compra un sistema de suavización de agua.

**Escamas** (residuos duros) son el resultado de la precipitación de minerales compuestos de carbonatos de calcio y magnesio. Las escamas recubren el interior de las tuberías de agua y muchos de los aparatos electrodomésticos. El agua caliente acelera la formación de escamas.

**Evaluación de riesgos** es un proceso científico mediante el cual se estima la probabilidad de que algo suceda. Algo como por ejemplo el contraer alguna enfermedad (diarrea, cáncer) por beber agua con un contaminante a una concentración dada. Para estimar riesgos se asume que los adultos beben alrededor de 2 litros (cerca de medio galón) de agua cada día durante un periodo de vida de 70 años.

## F

**FDA** (Federal Food and Drug Administration) es la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos.

**Floculación** es un proceso que se realiza previo a la sedimentación de partículas. Se añaden compuestos químicos floculantes y coagulantes con el fin de formar agregados a partir de los sólidos que se encuentran suspendidos en el agua. De esta manera los sólidos se precipitan o pueden ser filtrados más fácil y rápidamente.

**Filtración de partículas** es un proceso mediante el cual se remueven partículas que se encuentran en el agua. Las partículas pueden incluir minerales del suelo (como arena, limo o arcilla), asbestos, sedimentos, materiales de plantas, y organismos patógenos parasíticos.

**Filtros neutralizadores de ácidos** son aquellos filtros utilizados para reducir la acidez del agua. Estos filtros contienen alguna forma de calcita pulverizada u otro mineral carbonatado que reduce la acidez en el agua. Como todos los otros filtros, estos filtros también deben de ser reemplazados de forma periódica.

**Filtros superficiales** son filtros que remueven las partículas en la parte superficial del filtro o muy cerca de la parte superficial del filtro (ver la sección 4.2).

**Filtros de profundidad** son filtros que tienen un medio filtrante grueso a lo largo del cual se retienen las partículas que varían ampliamente en tamaño (ver la sección 4.2).

## G

**gpm** (gallons per minute) son los galones de agua por minuto (un galón es equivalente a 3.8 litros).

**Grano** (Grain) es una unidad de masa del sistema inglés utilizada comúnmente en los sistemas de tratamiento de agua. Un grano equivale a aproximadamente 0.065 gramos.

**Grifo** es la llave de metal colocada en la boca de las cañerías, calderas y en otros depósitos de líquidos a fin de regular el paso de estos. En México, el agua del “grifo” es el agua de la “llave”.

## H

**Hundimiento de tierra o del terreno** (subsidence) es el fenómeno que en algunas ocasiones se presenta como resultado del bombeo excesivo del agua subterránea. Los hundimientos del terreno pueden causar daños a los caminos y las carreteras, los edificios, los servicios públicos y la infraestructura subterránea.

## I

**IBWA** (International Bottled Water Association) es la Asociación Internacional de Agua Embotellada (ver la sección 1.4).

**Iones** son sustancias químicas (átomos o moléculas) con cargas positivas (cationes) o con cargas negativas (aniones). Iones comunes que se encuentran en el agua son: sodio ( $\text{Na}^+$ ), calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), cloruro ( $\text{Cl}^-$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{=}$ ), carbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{=}$ ), potasio ( $\text{K}^+$ ), magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ) y nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ).

**Infiltración** quiere decir precolación a través de los espacios vacíos (espacios porosos) de los materiales de suelo y sedimentos.

## L

**Límite de detección** es la cantidad o concentración mínima de sustancia que puede ser detectada con fiabilidad por un método analítico determinado.

## M

**MCL** (Maximum Concentration Level) es el nivel de concentración máxima del contaminante permitido en el agua potable.

**mg/L** son los miligramos por litro o las partes por millón (ppm)

**Microfiltración** ver sección 4.2.

**Microorganismos** son organismos de tamaño microscópico (menores de dos micrones en tamaño) que no pueden ser vistos a simple vista. Estos incluyen las bacterias y los virus.

**Minerales** son materiales cristalinos que ocurren naturalmente en rocas (como el granito, mármol y la arenisca) y suelos (arenas, limos y arcillas). Los minerales están compuestos de elementos químicos como el oxígeno, silicio, aluminio, hierro y muchos otros.

## N

**NOM** (Natural Organic Matter) es la materia orgánica natural que en su mayoría proviene de la descomposición de plantas y tejidos de animales y que se encuentra presente en las fuentes de agua superficiales y en el agua subterránea contaminada. El agua que tiene color normalmente tiene una concentración alta de materia orgánica.

**NPDWS** (National Primary Drinking Water Standards) son los Estándares Nacionales Primarios para el Agua Potable establecidos por la USEPA (ver la sección 3.2).

**NSDWS** (National Secondary Drinking Water Standards) son los Estándares Nacionales Secundarios para el Agua Potable establecidos por la USEPA (ver la sección 3.1).

**NSF** (National Sanitation Foundation) es la Fundación Nacional Sanitaria (ver la sección 1.4).

## O

**OMS** es la Organización Mundial de la Salud (World Health Organization – WHO)

**Organismos patógenos** es el término técnico de los microorganismos que comúnmente se conocen como “gérmenes” y que producen enfermedades. Algunos de los organismos patógenos que normalmente son regulados en el agua potable incluyen bacterias (como la *Salmonella*) y parásitos protozoarios (como *Giardia* y *Cryptosporidium*)

**Osmosis inversa** (RO- Reverse Osmosis), ver la sección 4.4.

**Ozonación** es el uso de gas ozono para desinfectar el agua.

## P

**Pasterización** es el uso de calor para desinfectar líquidos como la leche o el agua. La pasterización rápida (o alta) utiliza altas temperaturas durante tiempos cortos (160° F por 15 segundos). La pasterización de temperatura baja utiliza temperaturas más bajas por periodos de tiempo más largos (140° F por 10 minutos).

**PDE** (punto de entrada) es un aparato para el tratamiento del agua en la entrada del agua a la casa.

**PDU** (punto de uso) es un aparato para el tratamiento del agua en el lugar de uso del agua (por ejemplo, el fregadero de la cocina).

**Perclorato** es un compuesto químico que se puede encontrar en el combustible de los cohetes y los explosivos y que también ocurre de forma natural. El perclorato se ha encontrado tanto en el agua superficial como en el agua subterránea.

**Punto de quiebre del cloro** es el punto en el cual el cloro residual esta disponible para la desinfección continua. Ver también la sección 4.7.

**ppm** (partes por millón) es equivalente a un gramo (gr.) de una sustancia química en un millón de gramos de agua (o igual a 1 mg/L).

**Precipitación de un mineral** es lo contrario de disolución. Es decir, los compuestos del mineral se coagulan o cristalizan y forman de nuevo un sólido.

**Precipitación pluvial** es el término técnico para definir a la lluvia.

**Presas** son estructuras construidas cortando un valle para retener el agua o crear un embalse. Las presas proporcionan un suministro de agua estable o seguro mediante el control del flujo de los ríos y el almacenamiento de agua durante los periodos secos

## R

**Radon** es un gas radioactivo que se puede encontrar presente en las fuentes de agua subterránea que entran en contacto con minerales ricos en uranio (ver la Tabla 2 de la sección 6.3).

**Recarga** es un proceso natural o artificial por el cual se aporta agua del exterior a la zona de saturación de un acuífero. La recarga de un acuífero ocurre a partir de filtraciones de agua provenientes de la superficie del terreno y a partir de las fuentes de agua superficiales como los lagos, ríos, y presas.

**Recursos de agua renovables** son los recursos de agua que son constantemente recargados (llenados) a partir de los ciclos naturales del agua.

**Resina** son sustancias químicas sintéticas en forma de pequeñas partículas redondas (del tamaño de las partículas de arena) capaces de retener e intercambiar grandes cantidades de iones en sus superficies. Entre los materiales naturales con la propiedad de intercambio iónico se encuentran las arcillas in los minerales de zeolita.

## S

**Salinidad** es una medida de la cantidad de sales disueltas (minerales) en el agua. Ver también SDT.

**Sal de mesa** es un mineral compuesto de iones de sodio y cloruro.

**SDWA** (Safe Drinking Water Act) es el Decreto del Agua Potable Segura (ver la sección 1).

**SDT** son los Sólidos Disueltos Totales en miligramos (mg) por litro (L) o en partes por millón (ppm). Por ejemplo, un SDT de 500 mg/L (o 500 ppm) es equivalente a 0.5 gr/L o alrededor de 1/3 de cucharadita de sales por galón de agua.

**Sedimentación** es un proceso de filtración de partículas que requiere el uso de compuestos químicos especiales (llamados floculantes y coagulantes) y tanques de almacenamiento de agua. Este es un proceso caro y complicado que se usa para tratar grandes volúmenes de agua superficial con un alto contenido de sedimentos y partículas se suelo como limos y arcillas.

**Subproductos de la desinfección** son sustancias químicas orgánicas volátiles que resultan de la desinfección del agua mediante el uso de productos químicos a base de cloro. (Ver sección 4.7).

**Sulfuro de hidrogeno** es un gas toxico con olor a huevo podrido que ocurre de forma natural en los acuíferos y sedimentos.

**Sustancia química** se refiere a cualquier clase de materia compuesta de uno o más de los elementos químicos de la tabla periódica de los elementos (por ejemplo, hidrógeno, carbono, nitrógeno).

**Solubilidad** describe la cantidad de una sustancia química o mineral que puede disolverse en agua (ver también disolución).

**Sobrebombeo** se refiere al bombeo que excede a la recarga de un acuífero.

**Sublimación** es el cambio de fase del agua pasando directamente del estado sólido (hielo) al estado gaseoso (vapor) o viceversa.

**Supercloración** (cloración por shock o de golpe) es un método utilizado para desinfectar el tubo protector de los pozos y los sistemas de tuberías de las casas. La súper cloración no eliminara la contaminación si esta se encuentra en el agua misma del acuífero. En ese caso, el dueño debe buscar una fuente alternativa de agua o instalar un sistema de desinfección de agua domestico

**Sistema público de agua** se refiere a las compañías municipales de distribución de agua, las asociaciones de vecinos, las escuelas, y cualquier otro proveedor de agua de cuando menos 15 personas o 15 conexiones (ver EPA en la sección 6.1)

## T

**TCE** es la abreviación que se usa para el tricloroetileno que es un solvente volátil de uso industrial. Este solvente es uno de los contaminantes que se encuentran con gran frecuencia en el agua subterránea contaminada por actividades industriales.

**Tiempo de contacto** en el proceso de desinfección por cloro del agua es el tiempo que transcurre entre el momento en que el cloro es introducido al agua hasta el momento en el que el agua es segura para beber. Es el tiempo necesario para desinfectar el agua de forma efectiva.

**Turbidez** es una medida de la cantidad de sólidos suspendidos (partículas) en el agua. Turbidez es la condición que impide el paso de la luz a través de un líquido debido a los materiales sólidos finos que se encuentran suspendidos en el líquido.



## U

**USEPA** (U.S. Environmental Protection Agency) es la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

**USGS** (U.S. Geological Survey) es el Servicio Geológico de los Estados Unidos

## V

**VOCs** (Volatile Organic Compounds) son los Compuestos Orgánicos Volátiles (ver volátil a continuación)

**Volátil** quiere decir que se vaporiza fácilmente. La volatilidad es una característica de los compuestos químicos orgánicos que tienen puntos de ebullición más bajos que el agua. Estos incluyen los productos de la gasolina, los solventes industriales, y los subproductos de la desinfección del agua. Los compuestos orgánicos volátiles se comúnmente son abreviados con las siglas VOCs.

## W

**WHO** (World Health Organization) es la Organización Mundial de la Salud

## Y

Yeso es un mineral común compuesto de iones de calcio, iones de sulfato y agua ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

## 6.1 Referencias

---

- Eden, S., and M.G. Wallace. 1992. "Arizona Water: Information and Issues." Tucson: Arizona Water Resources Research Center, Issue Paper 11.
- Hassinger, Elaine, Thomas A. Doerge, and Paul B. Baker. 1994. "Shock-Chlorination of Domestic Wells." Tucson: Arizona Cooperative Extension Water Facts, Number 5. Also available online: [ag.arizona.edu/extension](http://ag.arizona.edu/extension)
- Hairston, J.E., D. Rodekohr, E. Brantley, and L. Bice. 2003. "Drinking Water and Water Treatment Scams." Auburn, AL: Auburn University, Agronomy and Soils Department, Water Quality Timely Information, October 22.
- Kupel, D.E. 2003. *Fuel for Growth, Water and Arizona's Urban Environment*. Tucson: University of Arizona Press.
- Leeden, F. van der, F.L. Troise, and D.K. Todd. 1990 *Water Encyclopedia*. 2nd ed. Chelsea, MI: Lewis Publishers.
- Lemly, Ann, Linda Wagenet, and Barbara Kneen. 1995. "Activated Carbon Treatment of Drinking Water." Ithaca, NY: Cornell Cooperative Extension, Fact Sheet 3, December 1995.
- Little, V. 2002. "Graywater Guidelines." Tucson: Water Conservation Alliance of Southern Arizona.
- Pepper, I.L., C.P. Gerba, and M.L. Brusseau. 1996. *Pollution Science*. New York: Academic Press, Chapter 20.
- Plowman, Faye T. 1989a. "Activated Carbon." Durham: University of New Hampshire Cooperative Extension, Water Quality Fact Sheet 20.
- . 1989b. "Distillation." Durham: University of New Hampshire Cooperative Extension, Water Quality Fact Sheet 21.
- . 1989c. "Reverse Osmosis." Durham: University of New Hampshire Cooperative Extension, Water Quality Fact Sheet 24.
- Powell, G. Morgan, and Richard D. Black. 1987. "Microfiltration." Manhattan: Kansas State University Cooperative Extension Service, MF-882.
- Symons, J.M. 2001. *Plain Talk About Drinking Water*. 4th ed. Denver, CO: American Waterworks Association.
- USEPA. 2003. "Water on Tap: What You Need to Know." Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, EPA 816-K-03-007, October 2003.
- Wagenet, Linda, and Ann Lemley. 1988a. "Chlorination of Drinking Water." Ithaca, NY: Cornell Cooperative Extension,

Fact Sheet 5, September 1988.

———. 1988b. "Questions to Ask When Purchasing Water Treatment Equipment." Ithaca, NY: Cornell Cooperative Extension, Fact Sheet.

Weinman, W., and J. Conover. 2002. Arizona's Water Infrastructure. Phoenix: Statewide Economic Study prepared for the Arizona Department of Commerce, September 2002.

WRRRC. 2002. "Arizona Water Poster." 2nd ed. Tucson: Water Resources Research Center.  
Available online at [ag.arizona.edu/AZWATER/](http://ag.arizona.edu/AZWATER/)

## 6.2 Portales de Internet

---

### Diversas Agencias

ADEQ: Arizona Department of Environmental Quality. [www.azdeq.gov/environ/water/index.html](http://www.azdeq.gov/environ/water/index.html)

ADHS: Arizona Department of Health Services. [www.azdhs.gov](http://www.azdhs.gov)

ADHS Lab Services: Arizona Department of Health Services, Bureau of State Laboratory Services. [www.azdhs.gov/lab/index.htm](http://www.azdhs.gov/lab/index.htm)

ADWR: Arizona Department of Water Resources. [www.azwater.gov/dwr/](http://www.azwater.gov/dwr/)

ADWR Well Owner's Guide: [www.azwater.gov/dwr/Content/Publications/files/well\\_owners-guide.pdf](http://www.azwater.gov/dwr/Content/Publications/files/well_owners-guide.pdf)

CAP: Central Arizona Project. [www.cap-az.com/](http://www.cap-az.com/)

European Communities: 1998 Council Directive 98/83/EC on the Quality of Water Intended for Human Consumption. [www.emwis.org/IFP/Eur-lex/1\\_33019981205en00320054.pdf](http://www.emwis.org/IFP/Eur-lex/1_33019981205en00320054.pdf)

FDA: U.S. Food and Drug Administration. [www.fda.gov/](http://www.fda.gov/)

SRP: Salt River Project. [www.srpnet.com/about/history/default.aspx](http://www.srpnet.com/about/history/default.aspx)

USGS: US Geologic Survey, Arizona water science center. [www.az.water.usgs.gov/](http://www.az.water.usgs.gov/)

### Universidades

Clemson University, Water Quality Problems, Causes and Treatments. [www.cdc.gov/nasd/docs/d001201-d001300/d001240/d001240.html](http://www.cdc.gov/nasd/docs/d001201-d001300/d001240/d001240.html)

CLIMAS: Climate Assessment for the Southwest Project, University of Arizona. [www.ispe.arizona.edu/climas/index.shtml](http://www.ispe.arizona.edu/climas/index.shtml)

North Carolina Cooperative Extension, Home Drinking Water Systems. [extoxnet.orst.edu/faqs/safedrink/treat.htm](http://extoxnet.orst.edu/faqs/safedrink/treat.htm)

Purdue Extension, Homes and Water Quality. [www.ces.purdue.edu/waterquality/publications02.htm](http://www.ces.purdue.edu/waterquality/publications02.htm)

Texas A&M Cooperative Extension, Home Water Treatment Systems [fcs.tamu.edu/housing/water/home/1-2280.htm](http://fcs.tamu.edu/housing/water/home/1-2280.htm)

University of Arizona: Cooperative Extension Water Quality Education Program. [www.cals.arizona.edu/waterquality/DWHHProgram.htm](http://www.cals.arizona.edu/waterquality/DWHHProgram.htm)

University of Arizona: Sustainability of semi-Arid Hydrology and Riparian Areas (SAHRA ). [www.sahra.arizona.edu/](http://www.sahra.arizona.edu/)

University of Arizona: Water Resources Research Center (WRRC) [www.cals.arizona.edu/AZWATER/](http://www.cals.arizona.edu/AZWATER/)

University of Arizona Water Quality Center (WQC). [www.wqc.arizona.edu](http://www.wqc.arizona.edu)

University of Arizona Water Sustainability Program. [www.uawater.arizona.edu](http://www.uawater.arizona.edu)

## **Reportes de Calidad del Agua**

City of Chandler Water Services: [www.chandleraz.gov/default.aspx?pageID=44](http://www.chandleraz.gov/default.aspx?pageID=44)

City of Flagstaff: [www.flagstaff.az.gov/index.asp?SID=322](http://www.flagstaff.az.gov/index.asp?SID=322)

City of Glendale: [www.ci.glendale.az.us/Utilities/CCR.cfm](http://www.ci.glendale.az.us/Utilities/CCR.cfm)

City of Mesa: [www.ci.mesa.az.us/utilities/water/water\\_quality\\_report/mesa\\_water\\_sources03.asp](http://www.ci.mesa.az.us/utilities/water/water_quality_report/mesa_water_sources03.asp)

City of Phoenix Water Services: [www.ci.phoenix.az.us/PCD/wmonov.html](http://www.ci.phoenix.az.us/PCD/wmonov.html)

City of Scottsdale: [www.scottsdaleaz.gov/water/Quality/default.asp](http://www.scottsdaleaz.gov/water/Quality/default.asp)

City of Tempe: [www.tempe.gov/water/ccr.htm](http://www.tempe.gov/water/ccr.htm)

City of Tucson: [www.ci.tucson.az.us/water/water\\_quality/annual\\_wq\\_reports/annual\\_wq\\_reports.htm](http://www.ci.tucson.az.us/water/water_quality/annual_wq_reports/annual_wq_reports.htm)

Metro Water District: [www.metrowater.com/quality.htm](http://www.metrowater.com/quality.htm)

City of Yuma: [www.ci.yuma.az.us/2002\\_water\\_chart.pdf](http://www.ci.yuma.az.us/2002_water_chart.pdf)

## **Sección Agua de la USEPA**

EPA: USEPA Groundwater and Drinking Water Website. [www.epa.gov/safewater](http://www.epa.gov/safewater)

EPA1: Setting Drinking Water Standards. [www.epa.gov/safewater/standard/setting.html](http://www.epa.gov/safewater/standard/setting.html)

EPA2: Complete Table of PDWS. [www.epa.gov/safewater/mcl.html#mcls](http://www.epa.gov/safewater/mcl.html#mcls)

EPA3: Safe Drinking Water Enforcement. [www.epa.gov/compliance/civil/programs/sdwa/](http://www.epa.gov/compliance/civil/programs/sdwa/)

EPA4: Private Wells. [www.epa.gov/safewater/privatewells](http://www.epa.gov/safewater/privatewells)

EPA5: State Certification Offices for Drinking Water Laboratories (see Arizona addresses). [www.epa.gov/safewater/privatewells/labs.html](http://www.epa.gov/safewater/privatewells/labs.html)

EPA6: Surf Your Watershed. [cfpub.epa.gov/surf/state.cfm?statepostal=AZ](http://cfpub.epa.gov/surf/state.cfm?statepostal=AZ)

EPA7: List of Household Chemicals and Their Safe Use to Disinfect Water. [www.epa.gov/OGWDW/faq/emerg.html](http://www.epa.gov/OGWDW/faq/emerg.html)

USEPA: U.S. Environmental Protection Agency Main Website. [www.epa.gov](http://www.epa.gov)

USEPA: Frequently Asked Questions. [www.epa.gov/safewater/faq/faq.html](http://www.epa.gov/safewater/faq/faq.html)

## **Organizaciones Privadas y No Lucrativas**

AWWA: American Water Works Association. [www.awwa.org/](http://www.awwa.org/)

Home Water Purifiers and Filters: Very good website of a company that sells water purification systems. The website has detailed information on contaminants, water quality, and treatment options, and the information appears to be fairly objective: [www.home-water-purifiers-and-filters.com/](http://www.home-water-purifiers-and-filters.com/)

IWQA: International Bottled Water Association. A trade association representing the bottled water industry: [www.bottledwater.org/](http://www.bottledwater.org/)

NDWAC: National Drinking Water Advisory Council. Advisory group with members of the general public, state and local agencies, and private groups concerned with safe drinking water that advises the EPA Administrator on everything that the Agency does relating to drinking water, see website: [www.epa.gov/safewater/ndwac/council.html](http://www.epa.gov/safewater/ndwac/council.html)

NESC: National Environmental Services Center, National Drinking Water Clearinghouse: History of Treating Drinking Water. [www.nesc.wvu.edu/ndwc/ndwc\\_dwhistory.htm](http://www.nesc.wvu.edu/ndwc/ndwc_dwhistory.htm)

NRDC: National Resources Defense Council: Bottled Water [www.nrdc.org/water/drinking/qbw.asp](http://www.nrdc.org/water/drinking/qbw.asp)

NRDC: Natural Resources Defense Council: U.S. Cities Water Quality Reports. [www.nrdc.org/water/drinking/uscities/contents.asp](http://www.nrdc.org/water/drinking/uscities/contents.asp)

NSF: The National Sanitation Foundation, a “not-for-profit, non-governmental organization” that tests and certifies consumer products (including water treatment devices) and lists common water treatment methods (standards). [www.nsf.org](http://www.nsf.org)

Water Casa: Residential Greywater Reuse Fact Sheet. [www.watercasa.org/research/residential/fact.htm](http://www.watercasa.org/research/residential/fact.htm)

WHO: World Health Organization: Drinking Water Quality. [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/)

WQA: Water Quality Association. A “not-for-profit international trade association representing the household, commercial, industrial, and small community water treatment industry.” [www.wqa.org](http://www.wqa.org)

### **Enlaces Útiles para los Dueños de Pozos Privados**

Arizona Department of Water Resources Well Owners Guide  
[www.azwater.gov/dwr/Content/Publications/files/well\\_owners\\_guide.pdf](http://www.azwater.gov/dwr/Content/Publications/files/well_owners_guide.pdf)

Arizona Wells Database - Ground Water Site Inventory (GWSI)  
[www.sahra.arizona.edu/wells/](http://www.sahra.arizona.edu/wells/)

EPA Private Drinking Water Wells  
[www.epa.gov/safewater/privatewells/publications.html](http://www.epa.gov/safewater/privatewells/publications.html)

Santa Clara, California 18-page Well Owners Guide  
[www.valleywater.org/media/pdf/Guide%20for%20Well%20Owners.pdf](http://www.valleywater.org/media/pdf/Guide%20for%20Well%20Owners.pdf)

Wilkes Bar University Well Owners web site  
[www.water-research.net/privatewellowner/privatewellowner.htm](http://www.water-research.net/privatewellowner/privatewellowner.htm)



## 6.3 Tablas de los Estándares de Calidad del Agua

**Tabla 1.** Tabla de los Estándares Nacionales Secundarios para el Agua Potable (National Secondary Drinking Water Standards- NSDWS) de la EPA.

### National Secondary Drinking Water Standards

National Secondary Drinking Water Standards are non-enforceable guidelines regulating contaminants that may cause cosmetic effects (such as skin or tooth discoloration) or aesthetic effects (such as taste, odor, or color) in drinking water. EPA recommends secondary standards to water systems but does not require systems to comply. However, states may choose to adopt them as enforceable standards.

Contaminant	Secondary Standard
Aluminum	0.05 to 0.2 mg/L
Chloride	250 mg/L
Color	15 (color units)
Copper	1.0 mg/L
Corrosivity	noncorrosive
Fluoride	2.0 mg/L
Foaming Agents	0.5 mg/L
Iron	0.3 mg/L
Manganese	0.05 mg/L
Odor	3 threshold odor number
pH	6.5-8.5
Silver	0.10 mg/L
Sulfate	250 mg/L
Total Dissolved Solids	500 mg/L
Zinc	5 mg/L

Para obtener una lista actualizada, dirigirse a la dirección de la Internet: <http://www.epa.gov/safewater/ndwac/council.html>

**Tabla 2.** Tabla de Dureza del Servicio Geológico de los Estados Unidos (U.S. Geological Survey – USGS).

Clasificación de la Dureza del Agua del USGS: los contenidos del calcio y magnesio en el agua son reportados como carbonato de calcio.

Clasificación	miligramos por litro	granos por galón
Suave	0-60	0-3.5
Moderadamente Dura	61-120	3.6-7.0
Dura	121-180	7.1-10.5
Muy Dura	>180	>10.5

**Tabla 3.** Tabla de los Estándares Nacionales Primarios para el Agua Potable (National Primary Drinking Water Standards- NPDWS) de la EPA.

## APÉNDICE A: Los Estándares Del Reglamento Nacional Primario De Agua Potable

	Contaminante	MCL o TT1 (mg/L)2	Posibles efectos en la salud por exposición que supere el NMC	Fuentes de contaminación comunes del agua potable	Meta para la salud pública
OO	Acilamida	TT8	Trastornos sanguíneos o del sistema nervioso; alto riesgo de cáncer	Se agrega al agua durante el tratamiento de efluentes y de agua de alcantarillado	cero
OO	Alaclor	0.002	Trastornos oculares, hepáticos, renales o del bazo; anemia; alto riesgo de cáncer	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas para cultivos	cero
R	Actividad bruta de partículas alfa	15 picocuries por litro (pCi/l)	Alto riesgo de cáncer	Erosión de depósitos naturales de ciertos minerales que son radiactivos y pueden emitir radiación conocida como radiación alfa	cero
QI	Antimonio	0.006	Aumento de colesterol en sangre; hipoglicemia	Efluentes de refineries de petróleo; retardadores de fuego; cerámica; productos electrónicos; soldaduras	0.006
QI	Arsénico	0.010 a partir del 23 de enero del 2006	Lesiones en la piel; trastornos circulatorios; alto riesgo de cáncer	Erosión de depósitos naturales de ciertos minerales que son radiactivos y pueden emitir radiación conocida como radiación alfa	0
QI	Asbesto (fibras > 10 micrómetros)	7 millones de fibras por litro (MFL)	Alto riesgo de desarrollar pólipos intestinales benignos	Deterioro de cemento amiantado (fibrocemento) en cañerías principales de agua; erosión de depósitos naturales	7 MFL
OO	Atrazina	0.003	Trastornos cardiovasculares o del aparato reproductor	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas para cultivos	0.003
QI	Bario	2	Aumento en la presión arterial	Aguas con residuos de perforaciones; efluentes de refineries de metales; erosión de depósitos naturales	2
OO	Benceno	0.005	Anemia; trombocitopenia; alto riesgo de cáncer	Efluentes de fábricas; hixivación de tanques de almacenamiento de combustible y de vertederos para residuos	cero
OO	Benzo(a)pireno	0.0002	Dificultades para la reproducción; alto riesgo de cáncer	Lixiviación de los revestimientos de tanques de almacenamiento de agua y líneas de distribución	cero
QI	Berilio	0.004	Lesiones intestinales	Efluentes de refineries de metales y fábricas que emplean carbón; efluentes de industrias eléctricas, aeroespaciales y de defensa	0.004
R	Emisores de partículas beta y de fotones	4 milirems por año (mrem/año)	Alto riesgo de cáncer	Desintegración radioactiva de depósitos naturales y artificiales de ciertos minerales que son radioactivos y pueden emitir radiación conocida como fotones y radiación beta	cero
SDD	Bromato	0.010	Alto riesgo de cáncer	Subproducto de la desinfección del agua potable	cero
QI	Cadmio	0.005	Lesiones renales	Corrosión de tubos galvanizados; erosión de depósitos naturales; efluentes de refineries de metales; líquidos de escurrimientos de baterías usadas y de pinturas	0.005
OO	Carbofurano	0.04	Trastornos sanguíneos, del sistema nervioso o del aparato reproductor	Lixiviación de productos fumigados en cultivos de arroz y alfalfa	0.04
OO	Tetracloruro de carbono	0.005	Trastornos hepáticos; alto riesgo de cáncer.	Efluentes de plantas químicas y de otras actividades industriales	cero
D	Cloraminas (como Cl2)	MRDL-4.01	Iritación de los ojos/nariz; molestias estomacales; anemia	Aditivo para agua para controlar los contaminantes microbianos	MRDLG-41

CLAVE

**D** Desinfectante **QI** Químico inorgánico **QO** Químico orgánico **SDD** Subproducto de desinfección **M** Microorganismo **R** Radiorucleidos

[www.epa.gov/safewater](http://www.epa.gov/safewater)

Línea Directa del Agua Potable: 800-426-4791

Contaminante	MCL or TT1 (mg/L)2	Posibles efectos en la salud por exposición que supere el NMC	Fuentes de contaminación comunes del agua potable	Meta para la salud pública
OO	Clordano	0.002	Trastornos hepáticos o del sistema nervioso; alto riesgo de cáncer	Residuos de termiticidas prohibidos cero
D	Cloro (como Cl2)	MRDL=4.01	Iritación de los ojos/nariz; molestias estomacales	Aditivo para agua para controlar los contaminantes microbianos MRDLG=41
D	Dióxido de cloro (como ClO2)	MRDL=0.81	Anemia; bebés y niños: afecta el sistema nervioso	Aditivo para agua para controlar los contaminantes microbianos MRDLG=0.81
SDD	Clorito	1.0	Anemia; bebés y niños: afecta el sistema nervioso	Subproducto de la desinfección del agua potable 0.8
OO	Clorobenceno	0.1	Trastornos hepáticos o renales	Efluentes de plantas químicas y de plantas de fabricación de agroquímicos 0.1
QI	Cromo (total)	0.1	Dermatitis alérgica	Efluentes de fábricas de acero y papel; erosión de depósitos naturales 0.1
QI	Cobre	TT+C44: Nivel de acción = 1.3	Exposición a corto plazo: molestias gastrointestinales. Exposición a largo plazo: lesiones hepáticas o renales. Aquellos con enfermedad de Wilson deben consultar a su médico si la cantidad de cobre en el agua supera el nivel de acción.	Corrosión de cañerías en el hogar; erosión de depósitos naturales. 1.3
M	Cryptosporidium	TT3	Trastornos gastrointestinales (ej. diarrea, vómitos, cólicos)	Heces fecales de humanos y animales cero
QI	Cianuro (como cianuro libre)	0.2	Lesiones en el sistema nervioso o problemas de tiroides	Efluentes de fábricas de acero y metales; efluentes de fábricas de plásticos y fertilizantes 0.2
OO	2,4-D	0.07	Trastornos renales, hepáticos o de las glándulas adrenales	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas para cultivos 0.07
OO	Dalapon	0.2	Pequeños cambios renales	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas utilizados en caminos y senderos. 0.2
OO	1, 2-Dibromo-3-cloro-propano (DBCP)	0.0002	Dificultades para la reproducción; alto riesgo de cáncer	Aguas contaminadas/lixiviadas de productos fumigados en huertos y cultivos de soja, algodón y piña cero
OO	o-Diclorobenceno	0.6	Trastornos hepáticos, renales o circulatorios	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial 0.6
OO	p-Diclorobenceno	0.075	Anemia; lesiones hepáticas, renales o del bazo; alteración de la sangre	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial 0.075
OO	1,2-Dicloroetano	0.005	Alto riesgo de cáncer	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial cero
OO	1-1-Dicloroetileno	0.007	Trastornos hepáticos	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial 0.007
OO	cis-1, 2-Dicloroetileno	0.07	Trastornos hepáticos	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial 0.07
OO	trans-1, 2-Dicloroetileno	0.1	Trastornos hepáticos	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial 0.1
OO	Diclorometano	0.005	Trastornos hepáticos; alto riesgo de cáncer.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial cero
OO	1-2- Dicloropropano	0.005	Alto riesgo de cáncer	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial cero
OO	Adipato de di-(2-etil-hexilo)	0.4	Pérdida de peso, trastornos hepáticos o posibles problemas de reproducción	Efluentes de plantas químicas 0.4
OO	Ftalato de di-(2-etil-hexilo)	0.006	Dificultades para la reproducción; trastornos hepáticos; alto riesgo de cáncer	Efluentes de plantas químicas y de fabricación de hule cero
OO	Dinoseb	0.007	Dificultades para la reproducción	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas utilizadas en soja y vegetales 0.007

CLAVE

**D** Desinfectante **QI** Químico inorgánico **QO** Químico orgánico **SDD** Subproducto de desinfección **M** Microorganismo **R** Radionucleidos

www.epa.gov/safewater

Línea Directa del Agua Potable: 800-426-4791

Contaminante	MCL or TT <sup>1</sup> (mg/L) <sup>2</sup>	Posibles efectos en la salud por exposición que supere el NMC	Fuentes de contaminación comunes del agua potable	Meta para la salud pública	
OO	Dioxina (2, 3, 7, 8-TCDD)	0.0000003	Dificultades para la reproducción; alto riesgo de cáncer	Emisión de la incineración de desechos o de otro tipo de combustión; efluentes de las fábricas de químicos	cero
OO	Diquat	0.02	Cataratas	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas	0.02
OO	Endotal	0.1	Trastornos estomacales e intestinales	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas	0.1
OO	Endrina	0.002	Trastornos hepáticos	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas	0.002
OO	Epilciorhidrina	TT <sup>8</sup>	Alto riesgo de cáncer y a largo plazo, trastornos estomacales	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial; impurezas de algunos productos químicos usados en el tratamiento del agua	cero
OO	Etilbenceno	0.7	Trastornos hepáticos o renales	Efluentes de refinerías de petróleo	0.7
OO	Dibromuro de etileno	0.00005	Trastornos hepáticos, estomacales, renales o del aparato reproductor; alto riesgo de cáncer	Efluentes de refinerías de petróleo	cero
QI	Flúor	4.0	Enfermedades óseas (dolor y fragilidad ósea). Los niños podrían sufrir de dientes manchados	Aditivo para agua para tener dientes fuertes; erosión de depósitos naturales; efluentes de fábricas de fertilizantes y de aluminio	4.0
M	Giardia lamblia	TT <sup>3</sup>	Trastornos gastrointestinales (diarrea, vómitos, cólicos)	Desechos fecales humanos y de animales	cero
OO	Glifosato	0.7	Trastornos renales; dificultades para la reproducción	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas	0.7
SDD	Ácidos haloacéticos (HAA5)	0.060	Alto riesgo de cáncer	Subproducto de la desinfección del agua potable	no disponible <sup>6</sup>
OO	Heptacloro	0.0004	Lesiones hepáticas; alto riesgo de cáncer	Residuos de termiticidas prohibidas	cero
OO	Heptacloropóxido	0.0002	Lesiones hepáticas; alto riesgo de cáncer	Descomposición de heptacloro	cero
M	Cuento de placas de bacterias heterotróficas (HPC)	TT <sup>3</sup>	El HPC no tiene efecto sobre la salud; es sólo un método analítico usado para medir la variedad de bacterias comúnmente presentes en el agua. Cuanto menor sea la concentración de bacterias en el agua potable, mejor mantenido estará el sistema	Con el HPC se determinan las diversas bacterias presentes en forma natural en el medio ambiente	no disponible
OO	Hexaclorobenceno	0.001	Trastornos hepáticos o renales; dificultades para la reproducción; alto riesgo de cáncer	Efluentes de refinerías de metales y plantas de agroquímicos	cero
OO	Hexaclorociclopentadieno	0.05	Trastornos renales o estomacales	Efluentes de plantas químicas	0.05
QI	Plomo	TT <sup>7</sup> : Nivel de acción = 0.15	Bebés y niños: retraso en el desarrollo físico o mental; los niños podrían padecer de un leve déficit de atención y de capacidad de aprendizaje. Adultos: trastornos renales; hipertensión.	Corrosión de los sistemas de cañería en el hogar; erosión de depósitos naturales	cero
M	Legionella	TT <sup>3</sup>	Enfermedad de los legionarios, un tipo de neumonía	Presente naturalmente en el agua; se multiplica en los sistemas de calefacción	cero
OO	Lindano	0.0002	Trastornos hepáticos o renales	Aguas contaminadas/liviadas de insecticidas usadas en ganado, mañera, jardines	0.0002
QI	Mercurio (inorgánico)	0.002	Lesiones renales	Erosión de depósitos naturales, efluentes de refinerías y fábricas; lixiviados de aguas contaminadas de vertederos y tierras de cultivo	0.002
OO	Metoxicloro	0.04	Dificultades para la reproducción	Aguas contaminadas/liviadas de insecticidas usadas en frutas, vegetales, alfalfa, ganado	0.04

CLAVE

D	Desinfectante	QI	Químico inorgánico	OO	Químico orgánico	SDD	Subproducto de desinfección	M	Microorganismo	R	Radionucleidos
---	---------------	----	--------------------	----	------------------	-----	-----------------------------	---	----------------	---	----------------

www.epa.gov/safewater

Línea Directa del Agua Potable: 800-426-4791

	Contaminante	MCL or TT1 (mg/L) <sup>2</sup>	Posibles efectos en la salud por exposición que supere el NMC	Fuentes de contaminación comunes del agua potable	Meta para la salud pública
QI	Nitrato (medido como nitrógeno)	10	Los bebés menores de seis meses que tomen agua que contenga una concentración de nitratos mayor a la permitida por el NMC, podrían enfermarse gravemente, que, de no ser atendidos, podrían fallecer. Los síntomas incluyen: dificultad respiratoria y síndrome de bebé azul	Agua contaminada por el uso de fertilizantes; lixiviación de tanque sépticos y de redes de alcantarillado; erosión de depósitos naturales	10
QI	Nitrito (medido como nitrógeno)	1	Los bebés menores de seis meses que tomen agua que contenga una concentración de nitritos mayor a la permitida por el NMC, podrían enfermarse gravemente, que, de no ser atendidos, podrían fallecer. Los síntomas incluyen: dificultad respiratoria y síndrome de bebé azul	Agua contaminada por el uso de fertilizantes; lixiviación de tanque sépticos y de redes de alcantarillado; erosión de depósitos naturales	1
QO	Oxamil (Vidato)	0.2	Efectos leves sobre el sistema nervioso	Agua contaminada/lixiviada de insecticidas usadas en manzanas, papas y tomates	0.2
QO	Pentaclorofenol	0.001	Trastornos hepáticos o renales; alto riesgo de cáncer	Efluentes de plantas de conservantes para madera	ceros
QO	Picloram	0.5	Trastornos hepáticos	Agua contaminada por la aplicación de herbicidas	0.5
QO	Bifenilos policlorados (PCB)	0.0005	Cambios en la piel; problemas de la glándula tiro; inmunodeficiencia; dificultades para la reproducción o problemas en el sistema nervioso; alto riesgo de cáncer	Agua de escurrimientos de basureros; agua con residuos químicos	ceros
R	Radio 226 y Radio 228 (combinados)	5 pCi/L	Alto riesgo de cáncer	Erosión de depósitos naturales	ceros
QI	Selenio	0.05	Caída del cabello o de las uñas; adormecimiento de dedos de manos y pies; problemas circulatorios	Efluentes de refinerías de petróleo; erosión de depósitos naturales; efluentes de minas	0.05
QO	Simazina	0.004	Problemas sanguíneos	Agua contaminada por la aplicación de herbicidas	0.004
QO	Estireno	0.1	Trastornos hepáticos, renales o circulatorios	Efluentes de fábricas de hule o plástico; lixiviación de vertederos	0.1
QO	Tetracloroetileno	0.005	Trastornos hepáticos; alto riesgo de cáncer	Efluentes de fábricas y tintorerías	ceros
QI	Talio	0.002	Caída del cabello; alteración en la sangre; trastornos renales, intestinales o hepáticos	Lixiviación de plantas procesadoras de minerales; efluentes de fábricas de vidrio, productos electrónicos y farmacéuticos	0.0005
QO	Tolueno	1	Trastornos renales, hepáticos o del sistema nervioso	Efluentes de refinerías de petróleo	1
M	Coliformes totales (incluyendo los coliformes fecales y E. coli)	5.0 percent <sup>4</sup>	No representan un riesgo para la salud por sí mismos; solo indica si otras bacterias potencialmente peligrosas pueden estar presentes <sup>5</sup>	Los coliformes están presentes naturalmente tanto en el medio ambiente como en las heces fecales; los coliformes fecales y E. coli solamente provienen de las heces humanas y de animales	ceros
SDD	Trihalometanos totales (TTHM)	0.1 0.08 después del 31 de diciembre del 2003	Trastornos hepáticos, renales o del sistema nervioso; alto riesgo de cáncer	Subproducto de la desinfección del agua potable	no disponible <sup>6</sup>
QO	Toxafeno	0.003	Problemas renales, hepáticos o de tiroides; alto riesgo de cáncer	Agua contaminada/lixiviada de insecticidas usadas en algodón y ganado	ceros
QO	2,4,5-TP (Silvex)	0.05	Trastornos hepáticos	Residuos de herbicidas prohibidas	0.05
QO	1,2,4- Triclorobenceno	0.07	Cambios en glándulas adrenales	Efluentes de fábricas de textiles	0.07
QO	1,1,1- Tricloroetano	0.2	Problemas circulatorios, hepáticos o del sistema nervioso	Efluentes de plantas para desengrasar metales y de otros tipos de fábricas	0.20

CLAVE

D	Desinfectante	QI	Químico inorgánico	QO	Químico orgánico	SDD	Subproducto de desinfección	M	Microorganismo	R	Radioisótopos
---	---------------	----	--------------------	----	------------------	-----	-----------------------------	---	----------------	---	---------------

www.epa.gov/safewater

Línea Directa del Agua Potable: 800-426-4791

Contaminante	MCL o TT <sup>1</sup> (mg/L) <sup>2</sup>	Posibles efectos en la salud por exposición que supere el MMC	Fuentes de contaminación comunes del agua potable	Meta para la salud pública	
OO	1,1,2-Tricloroetano	0.005	Problemas hepáticos, renales o del sistema inmunológico	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial	0.003
OO	Tricloroetileno	0.005	Trastornos hepáticos; alto riesgo de cáncer	Efluentes de plantas para desengrasar metales y de otros tipos de fábricas	zero
M	Turbidez	TT <sup>3</sup>	La turbidez es una medida del enturbiamiento del agua. Se utiliza para indicar la calidad del agua y la eficacia de la filtración (por ejemplo, para determinar si los organismos que provocan enfermedades están presentes). Una alta turbidez suele asociarse con altos niveles de microorganismos que causan enfermedades, como por ejemplo, virus, parásitos y algunas bacterias. Estos organismos pueden provocar síntomas tales como náuseas, cólicos, diarrea y dolores de cabeza asociados.	Agua de escorrentía por el terreno	no disponible
R	Uranio	30 ug/L a partir del 8 de diciembre del 2003	Alto riesgo de cáncer, toxicidad renal	Erosión de depósitos naturales	zero
OO	Cloruro de vinilo	0.002	Alto riesgo de cáncer	Lixiviación de tuberías de PVC; efluentes de fábricas de plásticos	zero
M	Virus (entéricos)	TT <sup>3</sup>	Trastornos gastrointestinales (diarrea, vómitos, cólicos)	Heces fecales de humanos y de animales	zero
OO	Xilenos (total)	10	Lesiones del sistema nervioso	Efluentes de refinerías de petróleo; efluentes de plantas químicas	10

#### CLAVE

D	Desinfectante	QI	Químico inorgánico	QO	Químico orgánico	SDD	Subproducto de desinfección	M	Microorganismo	R	Radionúclidos
---	---------------	----	--------------------	----	------------------	-----	-----------------------------	---	----------------	---	---------------

#### NOTAS

- Definiciones
  - Meta del Nivel Máximo del Contaminante (MNMCC) Es el nivel de un contaminante en el agua potable por debajo del cual no se conocen o no se esperan riesgos para la salud. Los MNMCC permiten contar con un margen de seguridad y no son objetivos obligatorios de salud pública.
  - Nivel Máximo del Contaminante (NMC) - Es el máximo nivel permitido de un contaminante en agua potable. Los NMC se establecen tan próximos a los MNMCC como sea factible, al usar las mejores tecnologías de tratamiento disponibles mientras se toma en cuenta también los costos. Los NMC son estándares obligatorios.
  - Meta del Nivel Máximo de Residuos de Desinfectantes (MNMRD) - Es el nivel de residuos de desinfectantes en el agua potable por debajo del cual no se conocen o no se esperan riesgos para la salud. Los MNMRD no reflejan los beneficios del uso de desinfectantes para controlar los contaminantes microbianos.
  - Nivel Máximo de Residuos de Desinfectantes (NMRD) - Es el máximo nivel permitido de residuos de desinfectantes en el agua potable. Existe evidencia convincente de que la adición de un desinfectante es necesaria para controlar los contaminantes microbianos.
  - Técnica de Tratamiento (TT) - Proceso obligatorio, cuyo propósito es reducir el nivel de un contaminante existente en el agua potable.
- Las unidades se expresan en miligramos por litro (mg/l) a menos que se indique lo contrario. Los miligramos por litro son equivalentes a partes por millón (ppm).
- La Regla de Tratamiento de Aguas Superficiales requiere que los sistemas que usen agua superficial o subterránea bajo la influencia directa de agua superficial, (1) desinfecten y (2) filtren el agua, o que cumplan con los requisitos para evitar la filtración, para que los siguientes contaminantes se controlen a los niveles mencionados a continuación.
  - Cryptosporidium* (a partir del primero de enero del 2002 para aquellos sistemas que suministran a más de 10,000 y a partir del 14 de enero del 2005 para aquellos sistemas que suministran a menos de 10,000) 99 por ciento de eliminación/desactivación.
  - Giardia lamblia*: 99.9 por ciento de eliminación/desactivación.
  - Virus: 99.99 por ciento de eliminación/desactivación.
  - Legionella*: No tiene límite, pero la EPA considera que si se eliminan/desactivan la *Giardia* y los virus, la *Legionella* también deberá estar controlada.
  - Turbidez: En ningún momento la turbidez (enturbiamiento del agua) puede superar las 5 unidades nefelométricas de turbidez ("NTU"); los sistemas de filtración deben asegurar que la turbidez no supere 1 NTU (0.5 NTU para filtración convencional o directa) en al menos el 95% de las muestras diarias de cualquier mes. A partir del primero de enero del 2002, aquellos sistemas que suministran a más de 10,000, y a partir del 14 de enero del 2005 para aquellos

- sistemas que suministran a menos de 10,000, la turbidez nunca deberá superar 1 NTU, y no deberá superar 0.3 NTU en el 95% de las muestras diarias de cualquier mes.
- HPC: no más de 500 colonias por mililitro.
- Tratamiento mejorado de Agua Superficial a Largo Plazo 1 (Fecha de efectividad: 14 de enero del 2005): Los sistemas de agua superficial (GWUDI, por sus siglas en inglés) o sistemas que suministran a menos de 10,000 personas deberán cumplir con las provisiones aplicables de la Regla de Tratamiento Mejorada de Agua Superficial a Largo Plazo 1 (e). los estándares para la turbidez, el monitoreo de los filtros individuales, los requisitos para la eliminación del *Cryptosporidium* y los requisitos para el control de la cuenca actualizados para los sistemas no filtrados).
- El reciclaje del retrolavado en filtros: La Regla del Reciclaje del retrolavado en filtros requiere que los sistemas que reciclan devuelvan corrientes especificas por todos los actuales procesos del sistema de filtración convencional o de filtración directo o por una instalación alternativa aprobada por el estado.
- En cualquier mes no deberán detectarse más de 5.0% de muestras con coliformes totales positivos (Para sistemas de agua en los que se recogen menos de 40 muestras de rutina por mes, no deberán detectarse más de una muestra con coliformes totales positivos). Toda muestra que presente coliformes totales debe analizarse para saber si presenta *E. coli* o coliformes fecales. Si el sistema reporta dos muestras consecutivas que resulten positivas para la presencia de coliformes totales y una de ellas también esté positiva para la presencia de *E. coli*, el sistema comete una violación grave de NMC.
- Los coliformes fecales y el *E. coli* son bacterias cuya presencia indica que el agua podría estar contaminada con heces fecales humanas o de animales. Los microbios que provocan enfermedades (patógenos) y que están presentes en las heces pueden ocasionar diarrea, cólicos, náuseas, dolores de cabeza y otros síntomas. Estos patógenos podrían representar un particular riesgo de salud para bebés, niños pequeños y personas con sistemas inmunológicos gravemente comprometidos.
- Aunque no hay ningún MNMCC para este grupo de contaminantes, hay MNMCC individuales para algunos de los contaminantes asociados:
  - Ácidos haloacéticos: ácido dicloroacético (ceró); ácido tricloroacético (0.3 mg/L)
  - Trihalometanos: bromodiclorometano (ceró), bromoformo (ceró), dibromodiclorometano (0.06 mg/L)
- El plomo y el cobre se regulan mediante una Técnica de Tratamiento que exige la implementación de sistemas que controlen el poder corrosivo del agua. El nivel de acción sirve como un aviso para que los sistemas de agua públicos tomen medidas adicionales de tratamiento si los niveles de las muestras de agua superan en más del 10 % los valores permitidos. Para el cobre, el nivel de acción es 1.3 mg/l y para el plomo es 0.015mg/l.
- Todos y cada uno de los sistemas de agua deben declarar al estado (mediante terceros o certificación de fabricantes y por escrito), que si se usa acrilamida y/o epíclorhidrina para tratar agua, la combinación (o producto) de dosis y cantidad de monómero no supera los niveles especificados, a saber: acrilamida = 0.05% analizada a razón de 1 mg/l (o su equivalente); epíclorhidrina = 0.01% dosificada a razón de 20 mg/l (o su equivalente).

[www.epa.gov/safewater](http://www.epa.gov/safewater)

Línea Directa del Agua Potable: 800-426-4791

Para obtener una lista más actualizada, dirijase a la dirección de la Internet: [www.epa.gov/safewater/wot/pdfs/book\\_waterontap\\_enespanol\\_full.pdf](http://www.epa.gov/safewater/wot/pdfs/book_waterontap_enespanol_full.pdf)

**Tabla 4.** Problemas relacionados con el agua.

Problema	Apariencia del Agua	Análisis en base a la Apariencia	Posibles Fuentes	Análisis Adicionales en base a las Posibles Fuentes
Manchas, depósitos (enseres fijos + ropa)	-Baba roja o café -Negro -Verde/azul	-Dureza -Hierro+ bacteria de hierro -Manganeso -Cobre	-Natural o debido a minería, perforaciones de gas/petróleo	Fuentes industriales: SDT, sulfatos, pH, acidez, metales, índice de corrosividad
Color raro	-turbidez -Negro -Amarillo o café	Turbidez - Sulfuro de hidrógeno, manganeso, hierro, taninos, carbón orgánico total (COT)	-Sedimentos, suelos -Sulfuro de hidrógeno y manganeso -Materia orgánica natural, acuífero rico en hierro	Sistemas sépticos, fuentes industriales: SDT, bacterias coliformes totales
Sabor y olor raro	-Huevo podrido -Salado -Metálico -Séptico -Humedad (moño) -Tierra mojada	- Sulfuro de hidrógeno - SDT y cloruro, nitratos - Cobre, plomo, pH, - Índice de corrosividad - Bacterias coliformes totales - Nitratos - Cianobacteria (geosmin y MIB).	-Natural o debido a actividades agrícolas intensivas, incluyendo el uso de fertilizantes, pobre eficiencia de irrigación, sistemas de fosas sépticas, escurrienta agrícola y ganadera.	Minería y perforaciones: metales incluyendo el bario, estonio, aluminio, manganeso, cobre, Antioques incluyendo los sulfatos; Cambios en las condiciones ambientales de las fuentes de agua.
	-Gasolina o petróleo	-Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) (hidrocarburos)	- Tanques de depósito de combustibles subterráneos con fugas	Fuentes Industrial
	-Jabonosa	-Surfactantes	- Sistemas naturales o sépticos	Biosólidos (todos) y desechos animales: SDT, nitratos, fosfatos
	-Alcalina	-pH, alcalinidad, SDT		Fuentes Industrial
	-Desconocido	-Pesticidas, COVs, COT	-Minería y perforaciones de gas/petróleo, rellenos sanitarios/ confinamientos controlados, uso de sal en las calles.	Fuentes Industrial
Agua corrosiva	-Picadas, depósitos	-pH, índice de corrosividad, cobre, plomo	-Natural o debido a : minería y perforaciones de gas/petróleo, rellenos sanitarios	Fuentes industriales: SDT, sulfatos, acidez total, metales







THE UNIVERSITY  
OF ARIZONA.

---

College of Agriculture  
and Life Sciences