



AGUA SEGURA

Importancia del consumo de agua segura
Prácticas para el mejoramiento de la calidad
Métodos de potabilización
Recomendaciones



CONTENIDO

Prólogo	4
Algunos comentarios sobre el agua	5
Relación AGUA-SALUD	5
Sustancias Contaminantes	6
Toma de muestras para analizar en laboratorio	7
Desinfección del agua. Métodos	7
• Método I EBULLICIÓN	8
• Método II CLORACIÓN	8
• Método III RADACIÓN ULTRAVIOLETA	11
• Método IV FILTRACIÓN	12
~Modelo Filtro de Carbón	13
~Modelo Filtro de Tela	13
~Modelo Filtro Lento de Arena	14
~Modelo Filtro de Velas Filtrantes	15
~Modelo Filtro de Velas Filtrantes y Prefiltro de Arena	15
~Modelo Filtrón	16
• Método V REMOCIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS	16
~Alcalinidad-Ph	17
~Hierro-Manganeso	18
~Flúor	18
~Arsénico	19
• Método VI REMOCIÓN DE TURBIEDAD	19
Recomendaciones para el cuidado de acuíferos	20
Recomendaciones para la ubicación de un pozo	21
Mejoras en pozos	22
Encamisado de pozo	23
Recomendaciones. Buenas prácticas de uso de pozos de agua	24
Anexo I. Calidad del Agua. Código Alimentario Argentino	25
Anexo II. Normas de Calidad de Agua Potable. OMS.	26
Anexo III. Laboratorios	27
Anexo IV. Cantidad de cloro a dosificar	28
Bibliografía y material de consulta	29



Prólogo

Este material surge a partir de la necesidad de contar con un compendio de información referente al agua, su utilización y recomendaciones. Incluido en el marco del "Proyecto Integrado para el Manejo del Agua en el NO del Chubut" (PROFEDER INTA), que tiene como finalidad desarrollar alternativas para el mejor aprovechamiento del recurso hídrico en las zonas rurales del NO del Chubut.

Se citan métodos de tratamiento para mejorar la calidad del agua de bebida y consejos propuestos por diferentes organismos, como la Organización Mundial de la Salud y la Organización Panamericana de la Salud; y profesionales afines, como es el caso del Ing. Felipe Solsona, actual Asesor Regional en Calidad de Aguas de la OPS/CEPIS. Al final de cada descripción, se cita la fuente de información si lo que se pretende es obtener información más detallada del método. Así mismo, hacia el final del trabajo, se citan y recomiendan otros sitios de consultas.

Se han seleccionado métodos y consejos reproducibles a baja escala, a nivel intradomiciliario o en poblaciones dispersas o rurales. Preferentemente, se seleccionaron técnicas a aplicar en situaciones de recursos escasos, donde el costo de elaboración o fabricación no resulten elevados, el mantenimiento no requiera de personal calificado y donde, en el mejor de los casos, sea la misma población quien esté encargada de la elaboración y vigilancia de la calidad del agua que consume. Citando las palabras del Ing. Solsona, se propone entonces apuntar hacia el "*mejoramiento de la calidad*" del agua en situaciones o realidades que distan mucho de lograr lo "*ideal u óptimo*". Es por esto que se menciona *AGUA SEGURA*, y no agua potable. En situaciones de potabilización imprecisa, escasa o nula, típicas de los países en desarrollo, "*si no se puede lograr lo ideal, lo perfecto; entonces al menos un paso en la dirección correcta será mucho mejor que nada*".



Algunos comentarios sobre el agua

El agua es indispensable para la vida. Todos los organismos vivos necesitamos del agua para sobrevivir. Nuestro metabolismo requiere del agua para poder funcionar. Y 2/3 de nuestro cuerpo está compuesto de ella.

En el planeta, el 97% del agua es salada. El 3% restante es agua dulce, apta para consumo. Pero el 2% está retenida en los casquetes polares y glaciares, y el 0.6% es agua subterránea. Un 0.002% conforma los ríos y lagos superficiales, y un 0.001% está presente en forma de vapor de agua. Sumados, sólo un 0.003% de todo el agua del planeta, queda disponible para el consumo.

Debido a sus propiedades, el agua se encuentra en la naturaleza en sus tres estados: sólido, líquido y gaseoso. Es una molécula bipolar, y es parte constituyente de sustancias orgánicas e inorgánicas. Por su capacidad de disolver numerosas sustancias, es

muy difícil encontrar agua pura en la naturaleza: absorbe gases y partículas en la atmósfera; arrastra y disuelve minerales del suelo. Se lo considera un solvente universal. Con la mayoría de sustancias con las que tiene contacto, sean estas sólidas, líquidas o gaseosas, puede formar iones, complejos solubles e insolubles, coloides o simplemente partículas dispersas de diferente tamaño y peso.

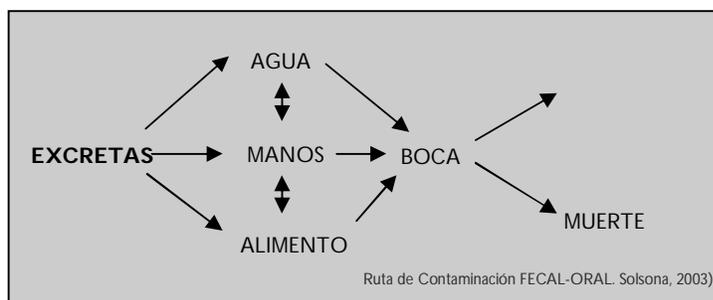
Una de las causas comunes de contaminación de los recursos hídricos superficiales es su uso como destino final de residuos domésticos e industriales, sobre todo en las áreas urbanas e incluso en grandes ciudades. Estas descargas son las principales responsables de la alteración de la calidad de las aguas naturales, que en algunos casos llegan a estar tan contaminadas que su potabilización resulta muy difícil y costosa.

Relación AGUA-SALUD

El agua es un recurso básico de salud, pero puede ser también un factor de enfermedad. Si una comunidad no cuenta con acceso al agua segura, tiene menores chances de desarrollo.

Las enfermedades transmitidas por el agua, especialmente las diarreas, son unas de las principales causas de morbilidad y mortalidad en el mundo. Según el *Reporte de Salud Mundial* realizado por la OMS a fines del siglo XX, las diarreas son la séptima causa de muerte mundial (después de las enfermedades coronarias, accidentes cerebro-vasculares, infecciones respiratorias agudas, HIV/SIDA, obstrucciones pulmonares y condiciones adversas perinatales), y la primera causa de morbilidad en humanos (Solsona, 2002). Las infecciones en el tracto digestivo ocasionadas por bacterias, virus o parásitos, tienen como principal síntoma la diarrea (deposición de heces sueltas o líquidas, 3 veces o más al día).

Una de las rutas habituales de contagio es la ruta de contaminación FECAL-ORAL. La eliminación inadecuada de excretas humanas contamina el agua, las manos y los alimentos. Por estos medios, los microorganismos tienen ingreso por la boca, dando origen a las enfermedades.



Si las diarreas duran varios días, el organismo pierde agua y sales. Una grave deshidratación puede provocar la muerte.

Los grupos más vulnerables ante estas enfermedades son los niños, ya que al disminuir sus defensas o deshidratarse, se ven comprometidos la nutrición, el crecimiento y desarrollo normal. Si sus defensas no son buenas, disminuye su capacidad de reponerse ante enfermedades de mayor complejidad. Los niños malnutridos o inmunodeprimidos son los que presentan mayor riesgo de enfermedades diarreicas potencialmente mortales. De hecho, **las enfermedades diarreicas son la segunda causa a nivel mundial de muerte de niños menores de cinco años** (Ministerio de Salud de la Nación, 2011).



El agua segura debe usarse

para:

- Beber
- Lavar alimentos
- Preparar infusiones
- Lavarse los dientes
- Cocinar

Otras enfermedades, como el tracoma, lepra, tuberculosis, tos ferina, tétanos y difteria, prosperan en condiciones de saneamiento deficiente o escasez de agua.

Enfermedades producidas por **BACTERIAS**:

- Fiebre tifoidea y para tifoidea, ocasionada por *Salmonella typhi* y *Salmonella paratyphi*.
- disentería, causada por *Shigella* spp.
- cólera, causado por *Vibrio cholerae*.
- gastroenteritis agudas y diarreas, causadas por *Escherichia coli* enterotóxica, *Campylobacter*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella* spp. y *Shigella* spp.

Enfermedades producidas por **VIRUS**:

- Hepatitis A y B, causadas por el virus de la Hepatitis A y B.
- Poliomieltis, causada por el virus de la Poliomieltis.
- gastroenteritis agudas y diarreas, originadas por los virus Norwalk, rotavirus, enterovirus, edenovirus.

Enfermedades producidas por **PARÁSITOS**:

- Disentería amebiana, provocada por *Entamoeba histolytica*.
- Gastroenteritis, provocada por *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium*.

Sustancias Contaminantes

Todos somos contaminantes potenciales. Desde las actividades industriales o mineras, que vierten desechos químicos al agua, hasta las agrícolas, que emplean tóxicos para controlar las malezas o fertilizantes para mejorar la cosecha, inclusive el ciudadano común, arrojando basura en ríos y lagos o arrojando pinturas, aceites o venenos al inodoro, somos responsables de la contaminación constante del agua. A veces resulta fácil saber si el agua es potable o no. Probando, oliendo o viendo uno puede determinar si es apta para consumo. Pero otras veces, muchos químicos resultan invisibles y son difíciles de detectar. Para saber qué químicos hay en el agua debe hacerse análisis de laboratorio.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), clasifica a los agentes contaminantes según sean:

- Contaminantes microbiológicos

- Contaminantes químicos: inorgánicos, orgánicos (excluidos los plaguicidas), plaguicidas, desinfectantes y subproductos de desinfección
- Contaminantes organolépticos.

Entre los contaminantes microbiológicos, se encuentran los protozoarios, parásitos, bacterias, virus y otros organismos microscópicos. Debido a la enorme variedad de estos organismos, sólo son analizados en laboratorio, aquellos organismos **INDICADORES: coliformes totales y coliformes fecales**. Los primeros indican una contaminación genérica, y los segundos, una contaminación por heces.

Los contaminantes químicos también pueden ser variados y numerosos. Los de mayor importancia debido a su nocividad aun en exposiciones cortas, son los fluoruros, arsénico, nitratos, plomo, mercurio, bario y cromo.

La lista de contaminantes orgánicos, plaguicidas y productos de desinfección es

también extensa, y se diferencian de los anteriores por ser nocivos luego de un consumo considerable en el tiempo.

Por último, los contaminantes organolépticos, son aquellos que modifican las características del agua que afectan a los sentidos: sabor, olor y color. Estos no constituirían un riesgo para la salud.

En los anexos I y II, se presentan la Calidad del agua según el Código Alimentario Argentino, y las Normas de Calidad de Agua de la OMS.



Toma de muestras para analizar en laboratorio

Los análisis bacteriológicos permiten determinar las características físicas, químicas y biológicas del agua.

Características físicas

- Turbiedad
- Color
- Olor
- Conductividad eléctrica

Características químicas

- pH
- Sólidos presentes (totales y disueltos)
- Alcalinidad total
- Dureza total
- Sales presentes (sodio, potasio, calcio, nitratos, carbonatos, etc.)

Características microbiológicas:

- Bacterias coliformes
- *Escherichia coli*

• *Pseudomonas aeruginosa*

La forma en que se realiza la toma de la muestra de agua es clave. Las muestras deben llegar en condiciones al laboratorio para poder ser analizadas.

•El envase debe estar limpio, y debe ser enjuagado 3 veces con el agua a muestrear.

•Para un *análisis físico-químico* se deberá extraer 1-1.5 litros de agua. El envase puede ser de vidrio o plástico, con tapa a rosca. Se llena por completo, evitando burbujas de aire y turbulencia durante el llenado.

•Una vez extraída la muestra, se guardará en un lugar fresco. Debe ser analizada preferentemente dentro de las 24 horas, y como máximo, antes de las 72 horas.

•Para *análisis bacteriológicos*, el envase

debe estar previamente esterilizado (ver recuadro inferior). Se guarda en un lugar fresco (4°C) y oscuro. Debe ser analizado dentro de las 24 horas.

•Si la muestra es agua para riego, las muestras pueden tomarse en las épocas de creciente y estiaje. En el caso de aguas superficiales, se toman muestras a diferentes profundidades.

Es conveniente consultar antes con el laboratorio qué otras consideraciones deben tomarse, y qué días se realizan los análisis para que la muestra no supere las horas de envasado.

En algunas comunidades, los agentes sanitarios se encargan del muestreo del agua para consumo. (Consultar Anexo III: Laboratorio).

Esterilización de frascos

- Se utilizan frascos con tapa de cierre hermético (tapas con una cubierta plástica dentro)
- Los frascos y las tapas se lavan muy bien con agua y jabón, procurando que no queden residuos de grasa, pegamento o etiquetas
- Se colocan los frascos boca abajo y las tapas en una olla con suficiente agua como para cubrirlos
- Se tapa y se deja hervir durante 15 minutos a fuego medio
- Se deja enfriar el agua y se sacan los frascos tomándolos con un objeto limpio para no tocarlos directamente con las manos
- Se colocan boca abajo sobre una manta limpia para que escurran y se sequen

Recomendaciones: Nunca emplear un trapo para secarlos ya que se pueden contaminar nuevamente.

Lo mejor es esterilizar los frascos y sacarlos del agua en el momento en que se vaya a envasar el producto.

Desinfección del agua - VI Métodos

La técnica ideal de desinfección, necesariamente estará determinada por las características del lugar en donde se sitúa el recurso, del contexto cultural de la comunidad, de las tecnologías disponibles, la disponibilidad de desinfectante y la capacidad y continuidad del asesoramiento técnico. Un buen sistema de desinfección es aquel que no requiere mas cuidados del que se le pueda brindar en las condiciones existentes. Se pretenderá que ante posibles problemas, la solución sea lo más rápida posible, para garantizar la continuidad del abastecimiento de agua segura (analizar costo de los repuestos, tiempo en el traslado de las partes, disponibilidad de un técnico o persona con conocimientos, etc.). Otro punto a considerar, es la aceptación que tendrá el sistema de desinfección del agua (existen casos en el que no se continuó

con la técnica, ej. desinfección con cloro, debido a los olores y sabores residuales en el agua).

Por último, deben contemplarse los subproductos de la desinfección generados a partir de la reacción de un desinfectante del agua (como el cloro) con un precursor (como la materia orgánica natural presente en el agua), y los riesgos potenciales para la salud.

La mejor forma de garantizar la eficacia de un método de desinfección es conocer de dónde proviene el agua y las características que presenta antes de la desinfección (turbiedad, presencia de metales pesados, sales, etc.).

A continuación, se describen diferentes métodos de tratamiento del agua a nivel domiciliario, comenzando por los mas populares.



Datos de la Organización Panamericana de la Salud

•En una encuesta realizada en America Latina en 1995, sólo el 41% de las aguas entregadas a la población recibían tratamientos adecuados de desinfección.

Solsona, 2002.

Desinfección del agua. *Método I EBULLICIÓN*

La desinfección por ebullición consiste en mantener la temperatura a 100°C, de esta forma se eliminan por desnaturalización de proteínas o hidrólisis, gran parte de los microorganismos nocivos (algas, protozoarios, hongos y bacterias).

El agua debe hervirse en un recipiente tapado, no menos de 5 minutos ni más de 15, contados a partir del inicio de la ebullición vigorosa. Debe evitarse la aireación posterior, es decir, la práctica de vaciar el agua de un recipiente a otro varias veces, ya

que puede recontaminarse. Una vez hervida, el agua debe dejarse enfriar y vaciarse directamente al vaso o recipiente para su consumo. No deben introducirse recipientes dentro del agua hervida. En lo posible, consumir dentro de las 24 hs.

Ventajas	Desventajas
Método de conocimiento popular	Requiere de combustible
No requiere químicos ni tecnología extra	Riesgos al manipular agua caliente
El proceso mata a todos los organismos nocivos	Riesgo de recontaminación al cambiar de contenedor luego de hervir
Funciona con agua turbia	No elimina sustancias químicas nocivas
Recomendaciones: manipular el agua tratada en envases limpios. De tener olor o sabor, verter el agua ya fría en una botella limpia y agitar enérgicamente para incorporar oxígeno.	

Desinfección del agua. *Método II CLORACIÓN*

Este método junto con el anterior, es uno de los recursos de potabilización más utilizados en los sistemas de abastecimiento de agua. Su utilización masiva incrementó en un 50% la esperanza de vida en los países desarrollados.

Las ventajas del método son el bajo costo, la accesibilidad, su alta capacidad oxidante y su poder residual.

La cloración puede ser realizada mediante el uso de cloro gaseoso (gas licuado a presión), cal clorada (polvo), hipoclorito de sodio (solución líquida) e hipoclorito de calcio (polvo, gránulos y tabletas).

En el ámbito domiciliario se utiliza comúnmente el agua lavandina, empleada como blanqueador. Estas pueden ser comunes o concentradas (25 o 55g/l, respectivamente). Debe considerarse

utilizar sólo agua *lavandina regular* para el tratamiento del agua, ya que otras lavandinas aditivadas contienen químicos que son perjudiciales para la salud.

Otra consideración de importancia es la concentración de hipoclorito de sodio a utilizar. Dosis bajas no desinfectarán al agua, y dosis altas pueden resultar perjudiciales para la salud. La cantidad de hipoclorito recomendada se describe en el gráfico (abajo, derecha), y se detalla en el Anexo IV la cantidad a utilizar según la concentración de cloro activo.

Se aconseja siempre usar suficiente cloro para que una

parte quede en el agua luego de haber eliminado los gérmenes. Este cloro activo, o libre, estará disponible para eliminar nuevos gérmenes que entren en el agua. Si el agua a tratar posee compuestos orgánicos en suspensión, se generarán subproductos a partir del contacto del cloro. Los precursores orgánicos, como ácidos húmicos o fúlvicos, provenientes de la degradación microbiana y química de carbohidratos y proteínas, pueden reaccionar con el

Cantidad de lavandina a agregar	Capacidad del Envase
 2 gotas	1 litro
 3 gotas	1.5 litros
 5 gotas	2.25 litros
 6 gotas	3 litros
 1 cucharadita	20 litros (balde)
10 cucharaditas	200 litros (barri)



Las aguas subterráneas, al tener menor cantidad de precursores orgánicos, requieren de menos cantidad de cloro y por ende, generan menor concentración de subproductos que las aguas superficiales.

desinfectante y generar una serie de subproductos indeseables. Estos pueden ser compuestos orgánicos clorados, los cuales tienen comprobada su capacidad tóxica y/o mutagénica para el hombre (Olmedo Sánchez, 2008). Estos compuestos no deseados, sólo se forman si los precursores orgánicos y el *Cloro Residual Libre* están presentes conjuntamente durante el tiempo suficiente. Una vez formados, es difícil eliminarlos del agua por ello es de suma importancia prevenir su formación.

Subproductos indeseados:

~ Trihalometanos

- ~ Ácidos acéticos halogenados
- ~ Acetonitrilos halogenados
- ~ Hidrato de cloral
- ~ Clorofenoles, y demás.

Los síntomas comunes ante una intoxicación con cloro pueden ser trastornos gastrointestinales y vómitos, entre otros.

Reposar 30 minutos antes de consumir el agua.

Ventajas	Desventajas
Accesible, económico	Producto tóxico sin dilución
Diversas tecnologías de aplicación para ser aplicado a diferentes escalas	Por su persistencia, transfiere olor y sabor al agua
Persistencia en el agua y posibilidad de vigilancia	El producto es afectado por la luz, el calor y el paso del tiempo.
Poder germicida de amplio espectro	Genera Subproductos de la desinfección
	Debe evitarse su uso en aguas turbias
Recomendaciones: agitar el envase para incorporar oxígeno y disminuir el sabor y olor a cloro. Resguardar el producto y chequear las fechas de vencimiento.	

Para la desinfección de verduras y utensilios, se recomienda una concentración de cloro 10 veces mayor que la utilizada para la desinfección del agua. Para la desinfección de tanques de agua, pozos, paredes y pisos, la concentración debe ser 50 veces mayor.

Consultar anexo I y II : valores máximos aceptados para el agua de bebida.



6 RECOMENDACIONES PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA UTILIZADA PARA EL CONSUMO HUMANO

1. Debe filtrarse, colarse o decantar el agua para reducir la cantidad de partículas en suspensión.
2. La recolección del agua debe hacerse en RECIPIENTES LIMPIOS, que no hayan estado previamente en contacto con materiales contaminantes (remedios, plaguicidas, detergentes, combustible, aceites, etc.)
3. Los recipientes destinados para la recolección y transporte del agua deben ser empleados exclusivamente para este fin.
4. Procurar que los recipientes utilizados para almacenamiento y recolección sean de boca pequeña y con tapa para evitar el ingreso de objetos o las manos dentro del contenedor.
5. Los recipientes deben estar LIMPIOS y TAPADOS en todo momento.
6. El agua deberá desinfectarse SIEMPRE antes de su almacenamiento.

OPS. 2008.



Desinfección del agua. *Método III RADIACIÓN ULTRAVIOLETA*

El uso de la radiación UV para la desinfección del agua es uno de los métodos utilizados en comunidades pequeñas que cuentan con un sistema centralizado de agua. Actualmente, es utilizado con éxito para el tratamiento de aguas servidas.

Parte del éxito de esta técnica reside en su capacidad de desinfectar sin producir cambios físicos o químicos en el agua.

Su poder germicida se debe al rango de la longitud de onda. Estas ondas cortas de radiación inciden sobre el material genético de microorganismos y virus, provocando la destrucción en corto plazo de estos patógenos. La desinfección del agua con luz ultravioleta puede lograrse con longitudes de onda de luz entre 240 y 280nm.

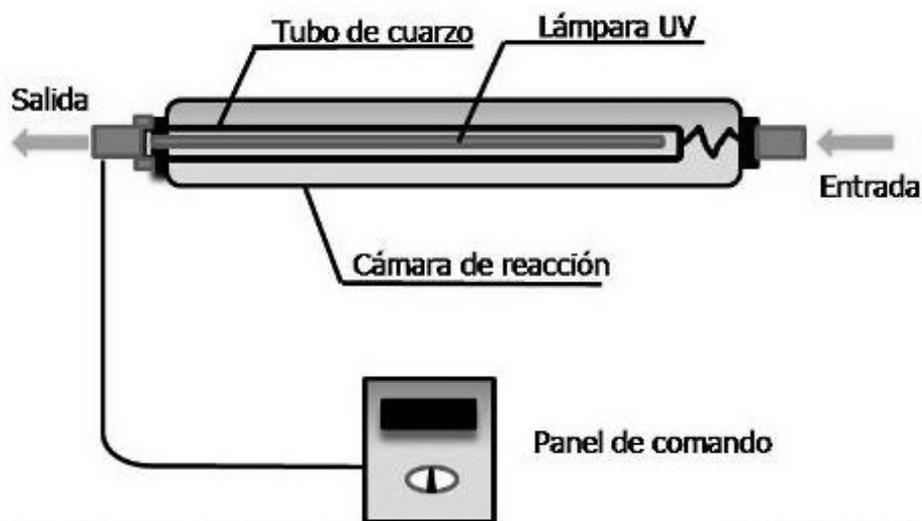
Los equipos utilizados son lámparas de vapor de mercurio de alta y baja presión o lámparas de arco de mercurio, balastos y arrancadores para sistemas ultravioletas. Estos pueden conseguirse fácilmente en tiendas de electricidad.

Las lámparas tienen una vida promedio de 9 meses a 1 año y el mantenimiento consiste en la limpieza de durezas en lámparas o camisas (una a dos veces al año en condiciones normales).

Existen dos formas de llevar a cabo la desinfección: lámpara sumergida o lámpara en superficie.

Para el primer caso, se aísla con una camisa de cuarzo o teflón (únicos medios transparentes al UV).

La Universidad de Barkley, en su proyecto *The UV-Tube Project*, diseñó un mode-



Partes del sistema de desinfección por luz UV

InterPure Water

lo fácil de construir, ideal para tratar el agua en el interior de las casas. Actualmente, es un modelo utilizado en comunidades de bajo recursos en México.

Para la construcción de este tubo se requiere de:

- lámpara UV
- Caño de pvc de 4"
- 2 tapas de pvc
- 1 codo de pvc
- retenes o pegamento para evitar pérdida
- cables y balastro electrónico.

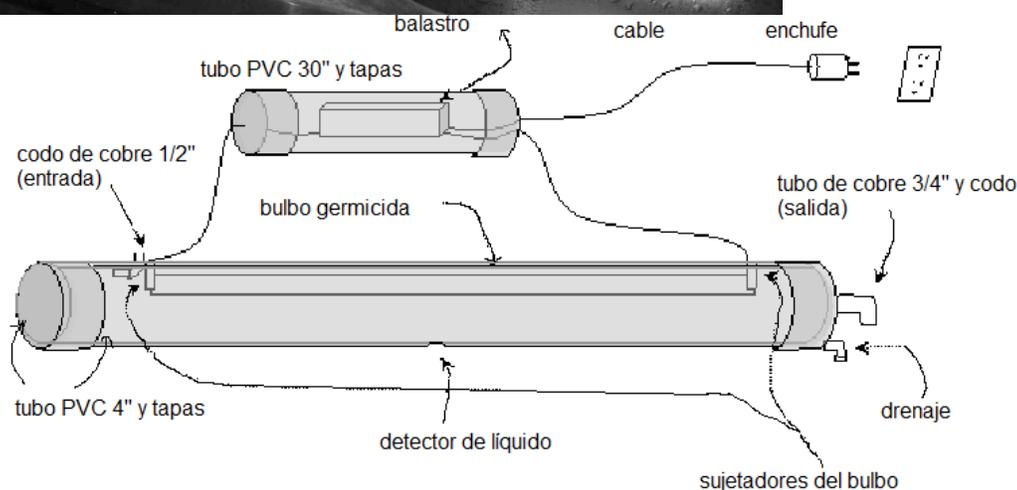
Se coloca la lámpara UV dentro del tubo de pvc, procurando que no entre en contacto con el agua. Uno de los orificios sirve de entrada para el agua y el otro, es la salida. El caudal de agua debe ser bajo. Para corroborar que la lámpara está encendida, se hace un orificio pequeño (no debe mirarse directamente a la lámpara ya que es dañino para la vista). Pasados unos minutos, el sistema está listo para ser utilizado.

Factores que afectan la desinfección

eficaz con UV

- *Calidad del agua*
- *Transmisión de luz UV*
- *Sólidos suspendidos*
- *Nivel de orgánicos disueltos*
- *Dureza total*
- *Condición de la lámpara*
- *Limpieza del tubo de cuarzo*
- *Tiempo de uso de la lámpara*
- *Tratamiento del agua antes de aplicar luz UV*
- *Flujo*
- *Diseño del reactor*

Una de sus principales desventajas es su baja eficiencia en casos de aguas turbias. Los sólidos en suspensión pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la luz. Es por esto que se recomienda realizar un análisis bacteriológico luego de aplicar el tratamiento para corroborar su efectividad. De esta forma, se realiza un calibramiento del método y se asegura la calidad del agua a tratar.



El agua segura es aquella que por su condición y tratamiento no contiene gérmenes ni sustancias tóxicas que puedan afectar la salud de las personas. Esto incluye su almacenamiento, para minimizar el riesgo de re-contaminación.

Desinfección del agua. *Método IV FILTRACIÓN*

El método de filtración consiste en la remoción de partículas suspendidas y coloidales, a través de un medio poroso. Este método por lo general, es utilizado como último paso en la clarificación del agua, pero si es diseñado y operado convenientemente, puede ser considerado como un sistema de desinfección del agua. Además de corregir problemas de turbidez, es útil como tratamiento contra bacterias y virus. Son técnicas sencillas, económicas, eficientes y limpias.

Filtración lenta en arena

Es uno de los más antiguos para hacer un

tratamiento del agua. Copia el proceso de purificación que se produce en la naturaleza cuando el agua de lluvia atraviesa los estratos de la corteza terrestre y forma los acuíferos o ríos subterráneos (Solsona & Méndez, 2002).

Comparado con la filtración rápida, la filtración lenta requiere de superficies mayores para tratar un mismo caudal, pero en vez de retener los microorganismos, el filtrado lento agrupa un conjunto de procesos físicos y biológicos que destruye hasta un 99% de los organismos patógenos.

Este tipo de desinfección es llamado también como *BIOFILTRACIÓN*. Se trata de dos filtros, uno biológico y otro inorgánico. El primer filtro requiere de la proliferación de organismos vivos (algas, plankton, diatomeas, protozoarios, bacterias, etc.). Esta capa es llamada *piel de filtro* o *capa biológica*. Estos organismos absorben bióxido de carbono, nitratos y fosfato, entre otros, a la vez que liberan oxígeno, el cual reaccionará químicamente con otras partículas orgánicas. En el proceso se liberará nitrógeno, se retendrán algunas partículas inertes y se removerá algo de color. Las masas micro-



bianas son utilizadas a su vez para la absorción y recuperación de metales pesados (Cañizares-Villanueva, 2000).

El segundo filtro, conformado por arena, constituye el proceso final de purificación. Los mecanismos que tienen lugar allí son: cernido, intercepción, sedimentación, difusión y flujo intersticial.

Se considera que el sistema es seguro cuando la capa biológica está completamente madura (vigoroso y en cantidad suficien-

te). Esto puede demorar de dos a cuatro semanas. Antes, sólo funciona como mejorador de la calidad del agua.

Para que la temperatura del exterior no afecte la capa de microorganismos, debe protegerse de las bajas temperaturas, procurando mantenerla por encima de los 10 grados Celsius. Se recomienda por lo tanto mantenerla bajo el abrigo de un techo, o dentro de un galpón o cualquier otra habitación.

Ventajas	Desventajas
Se eliminan hasta un 99% de organismos patógenos	Demora 2-4 semanas para ser totalmente efectivo
No requiere de electricidad ni combustible	La eficiencia se reduce con temperaturas bajas (min. 10°C)
Sencillo de construir y operar	Biocidas o plaguicidas pueden modificar o destruir la capa biológica
No genera subproductos de desinfección	
No genera cambios organolépticos	

Modelo FILTRO de CARBÓN

Propuesto por la *Fundación Hesperian*.

Uso intradomiciliario.

Materiales:

- 2 recipientes
- Piedras
- Arena
- Tela
- Carbón

Fabricación:

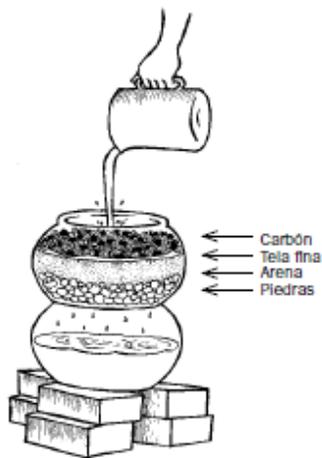
Perforar uno de los recipientes y colocarlo por encima del recipiente restante.

Moler el carbón hasta formar un polvo fino. Enjuagarlo con agua limpia.

Colocar capas de arena, grava y piedras en el recipiente.

Colocar una tela fina y por encima, una capa de carbón.

Se recomienda lavar el filtro de carbón si el sistema es utilizado a diario, o cada vez que vuelva a utilizarse luego de un período sin uso.



Modelo FILTRO de TELA

Propuesto por la *Fundación Hesperian*.

Uso intradomiciliario.

Materiales:

- Tela de pañuelo, lino u otro material, preferentemente gastada para que el tejido esté más cerrado.
- 2 recipientes

Fabricación:

En uno de los recipientes se deja reposar el agua hasta que se asienten los sedimentos.



Luego doblar la tela en 4 y utilizarla como filtro. Corroborar que siempre se utilice del mismo lado (para no volcar los desechos retenidos nuevamente al agua).

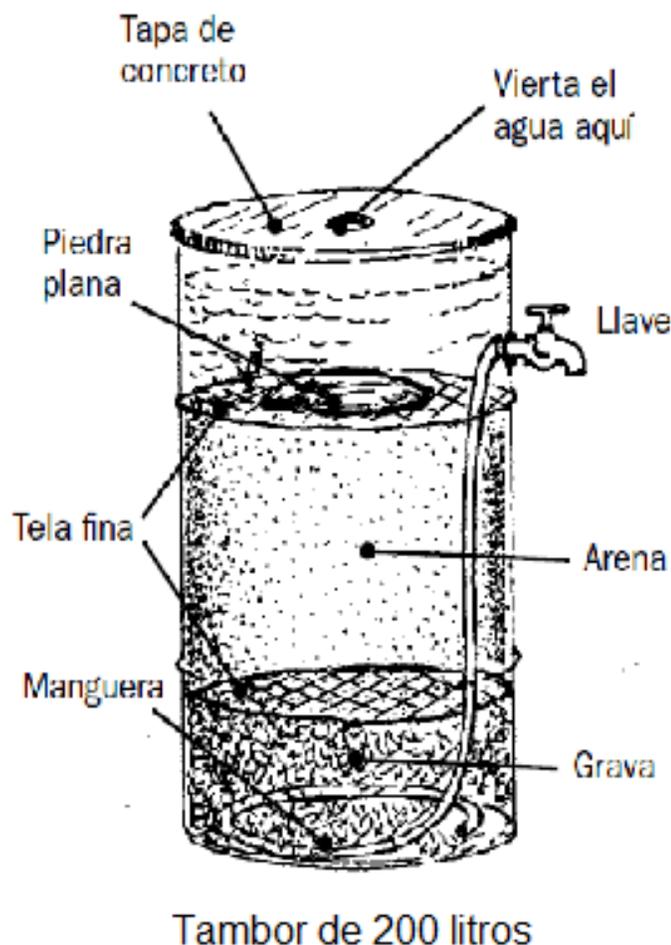
Luego de utilizarlo, lavar el paño y secarlo al sol o desinfectarlo con agua lavandina.



Modelo FILTRO LENTO DE ARENA

Propuesto por la *Fundación Hesperian*.

Purifica al menos 50 litros de agua al día



Materiales:

- Tanque de 200 litros de material plástico u hormigón (que sea impermeable). **Asegurarse que no haya sido utilizado para almacenar sustancias tóxicas.**
- Manguera de 20mm de diámetro
- Canilla o válvula
- Grava
- Arena de río, previamente lavada
- Tela de tejido fino

Fabricación:

Lavar el recipiente y desinfectarlo con agua lavandina.

Realizar un hueco a 1/3 de la parte superior del recipiente, donde se colocará la canilla. Los diámetros del hoyo y la canilla debe ser iguales. Colocar y fijar con adhesivo.

Realizar huecos en los primeros 35cm de la manguera con un taladro o clavo. Sellar la punta y ubicar en forma de aro dentro del tanque, con los hoyos hacia abajo. Conectar el extremo de la manguera a la canilla. Asegurar con abrazadera o alambre.

Colocar una capa de grava de 7cm de espesor en el fondo del tanque, cubriendo la manguera. Cubrir con la tela fina y rellenar con arena fina y limpia, hasta 10cm por debajo de la canilla. Cubrir la arena con otra tela fina. Colocar una piedra plana o plato invertido para impedir la remoción de la arena cuando se agregue agua.

Construir una tapa de cemento con un agujero, por donde entrará el agua cruda. Purgar completamente el filtro con agua. Después de algunos días, crecerá una capa verde de algas y bacterias por encima de la arena. Esto ayudará a purificar el agua. Para mantener esta capa biológica debe procurarse mantener la arena cubierta de agua. Se recomienda llenarlo todos los días y extraer agua en pequeñas cantidades.

Una vez vacío el tanque debe limpiarse y volverse a llenar.

Para el mantenimiento y evitar bajos caudales de salida, quitar todo el agua, recoger la capa biológica con cuidado y reservar. Reemplazar por arena y grava limpios. Esto puede ser necesario una o dos veces al año.

Recomendaciones: si el agua posee mucha turbiedad, dejar que los sólidos se asienten. De esta forma el filtro tendrá más vida útil. Si se deja que el agua fluya como cascada, la entrada de aire mejorará el sabor.



Modelo FILTRO de VELAS FILTRANTES

Propuesto por la Organización Panamericana de la Salud, 2005.

Materiales:

- 2 baldes de polietileno de 20 litros
- Filtros de cerámica (velas)
- Anillos coincidentes

Fabricación:

Los filtros cerámicos son de sencilla elaboración y pueden ser encargados a ceramistas locales.

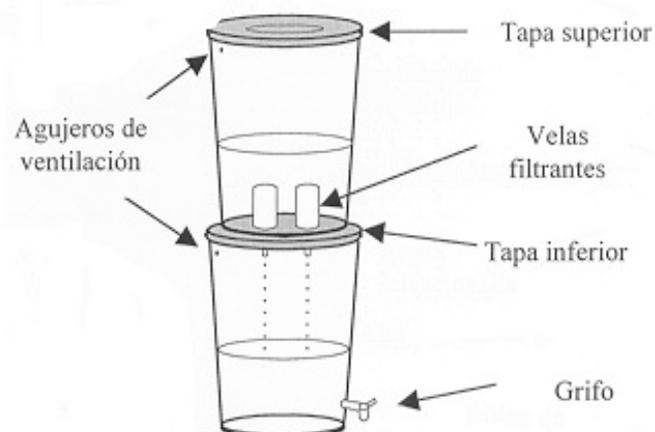
Se coloca un balde sobre otro, de modo que el balde superior contenga los filtros cerámicos.

Se perfora la parte inferior y la parte superior de dos baldes y se ubican las velas filtrantes. Entre la base del balde y la tapa inferior se colocan anillos coincidentes con las espigas de las velas, para obtener mayor rigidez y evitar pérdidas.

La tapa superior debe estar perforada para tener aireación.

Las velas deben ser de 9.5cm de largo, 5.5cm de diámetro y 4.5mm de espesor.

FILTRO CON VELAS FILTRANTES DE CERÁMICA



Modelo FILTRO de VELAS FILTRANTES y PREFILTRO DE ARENA

Propuesto por la Organización Panamericana de la Salud, 2005.

El armado es igual al modelo anterior, pero con la diferencia que se colocan sobre los filtros una capa de arena de 0.3mm de diámetro, sobrepasándolas por 5cm.

Para evitar turbulencias en el momento del llenado, se coloca una pieza de geotextil sujeta con un anillo hecho de manguera (rellena de arena para darle peso).

FILTRO CON VELAS FILTRANTES DE CERÁMICA Y PREFILTRO DE ARENA



El acceso al agua en cantidades suficientes es reconocido como un **DERECHO HUMANO** por muchas leyes y acuerdos internacionales tales como:

- La Carta de las Naciones Unidas
- La Declaración Universal de los Derechos Humanos

- La Convención de Ginebra
- La Declaración sobre los Derechos del Niño
- La Declaración de Estocolmo
- El Compromiso Mar del Plata
- La Declaración de Dublín
- La Declaración del Milenio de Johan-

- nesburgo
- La Resolución sobre el Derecho al Agua
- La Carta Africana de los Derechos Humanos y de los Pueblos
- El Protocolo de San Salvador



Modelo FILTRÓN

Propuesto por la Organización Ceramistas por la Paz.

Se trata de un filtro de cerámica de bajo costo, para uso intra-domiciliario.

El filtro es fácil de elaborar por ceramistas locales y no requiere de tecnología o elementos sofisticados. Es un método reconocido a nivel mundial, debido a sus respuestas en laboratorios, eficiencia y bajo costo.

El sistema es fácil de utilizar; elimina turbiedad, no genera sabor u olor y es culturalmente aceptable ya que muchas culturas almacenan su agua en ollas o tinajas. La plata coloidal actúa como antibiótico, antiviral y desinfectante natural, sin producir efectos negativos sobre el organismo.

Materiales:

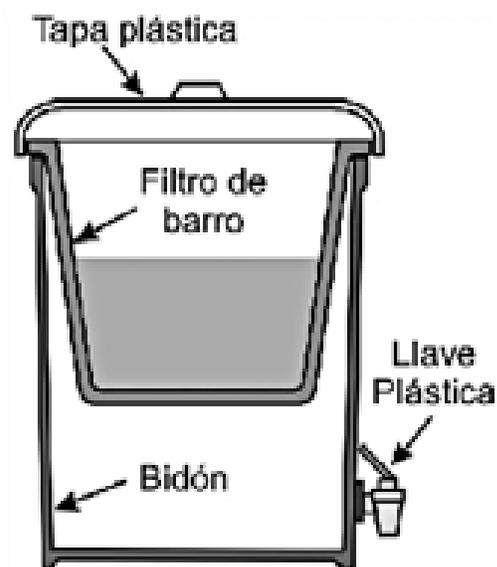
- Recipiente con tapa (plástico o cerámico)
- Arcilla, 1 parte
- Aserrín, 1.5 partes
- 1 canilla o llave
- Solución coloidal de plata (300cc agua y 1cc de plata coloidal al 3.2%)

Fabricación:

Para el filtro, se cocina la pasta hecha de arcilla y aserrín. Se pinta por fuera y por dentro con una solución coloidal de plata.

Se coloca dentro del recipiente y se mantiene hermético.

El sistema es apto para el almacenamiento.



Desinfección del agua. Método V REMOCIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

El agua cruda puede albergar otro tipo de contaminantes, diferentes a los microorganismos patógenos. Estos contaminantes pueden ser metales, generados a partir de residuos industriales, mineros o por productos agrotóxicos, entre otros. Esto es favorecido por la capacidad del agua de disolver o dispersar la mayoría de las sustancias con las que tiene contacto (ya sean sólidas, líquidas o gaseosas), y de formar con ellas iones, complejos solubles e insolubles, coloides o simplemente partículas dispersas de diferente tamaño y peso. Los compuestos químicos contaminantes pueden ser desde simples iones inorgánicos hasta

complejas moléculas orgánicas.

Contaminantes orgánicos

- *Hidrocarburos:* gases, líquidos o sólidos.
- PCB's: fluidos hidráulicos, refrigerantes o de aislamiento en transformadores y plastificadores en pinturas.
- *Insecticidas:* son peligrosos porque se acumulan en los tejidos grasos de los animales inferiores y se introducen en la cadena alimentaria.
- *Detergentes:* polares o apolares.

Contaminantes inorgánicos

- Fertilizantes inorgánicos

- *nitratos y fosfatos:* no son tóxicos pero generan florecimientos algales masivos, lo que concluye en la eutrofización de los cuerpos de agua.
- *Metales:* pueden estar presentes por meteorización de minerales (plomo, zinc, manganeso, calcio y potasio), generarse de forma artificial (proviene de reacciones nucleares) o ser metales pesados, que si bien pueden ser esenciales para el organismo se tornan tóxicos en concentraciones elevadas (Na, K, Mn, Co, Ni, etc.). La peligrosidad de esos últimos reside en no ser bio-degradables (no pueden fragmentarse en partículas más peque-



En la remoción de metales, uno de los requisitos importantes para la realización de los tratamientos es el acondicionamiento del agua a un pH determinado: generalmente $pH > 7$.

ñas), por lo que tienden a ser almacenados en los tejidos corporales.

- Isótopos radiactivos: provenientes de fuentes naturales (87%), y de actividades humanas.

Debido a la gran variedad de contaminantes químicos y la imposibilidad de detección sin medios tecnológicos adecuados, es necesario hacer tomas de muestra y analizarlos con laboratorios especializados (ver Anexo III Laboratorio, y Anexos I y II Normas de Calidad del Agua).

Las acciones a tomar en caso de corroborar la

presencia de contaminantes químicos, deberían ser:

- Considerar la búsqueda de otras fuentes si el nivel de toxicidad es alto o son de difícil remoción.
- Evaluar el efecto o daño a la salud humana de los contaminantes para rechazar la fuente de agua, particularmente en sitios donde el abastecimiento y las oportunidades de tratamiento son limitadas.

A continuación se presentan algunos métodos de remoción reproducibles a nivel casero.

Recomendaciones extraídas de OPS, 2005

Los tratamientos del pH, pueden a su vez remover más del 90% de:

Bario Boro Cadmio

ALCALINIDAD- pH

La alcalinidad está presente en las aguas naturales como un equilibrio de carbonatos y bicarbonatos con el ácido carbónico. Ésta se ve influenciada por el pH, la composición general del agua, la temperatura y la fuerza iónica. La importancia de su tratamiento reside en su capacidad de reacción con coagulantes hidrolizables (como sales de hierro y aluminio) durante el proceso de coagulación. La alcalinidad puede resultar corrosiva o generar mal sabor en concentraciones altas.

El pH, si bien no representa un riesgo para la salud, puede influir en los tratamientos del agua, como lo son la coagulación y

la desinfección.

El rango de pH en aguas crudas o tratadas, debería estar entre 5 y 9.

Para corregir el nivel de alcalinidad y mejorar el pH para optimizar el proceso de coagulación, puede utilizarse:

- hidróxido de calcio $[Ca(OH)_2]$,
- óxido de calcio (CaO), o comúnmente llamada cal viva, cal hidratada o cal dolomítica,
- mezclas como óxido de magnesio (OMg) e hidróxido de magnesio $[Mg(OH)_2]$.

Requerimiento de agua

Una persona requiere de 15 a 20 litros de agua por día.

En caso de necesidades de saneamiento, riego, bebida para el ganado, la demanda es mayor.

Lugares públicos como escuelas y hospitales requieren de volúmenes mayores. Los centros de salud, por ejemplo, deben contar con al menos 40 a 60 litros por día por cada persona atendida.



1 a 3 litros para beber



2 a 3 litros para preparar alimentos y lavar los trastos



6 a 7 litros para el aseo personal



4 a 6 litros para lavar la ropa



HIERRO-MANGANESO

Estos metales suelen encontrarse en aguas subterráneas. Se aconseja la remoción no por generar efectos nocivos en la salud, sino por consecuencias luego del proceso de coloración u oxigenación. En estas circunstancias, el hierro por ejemplo, precipita generando un color

oscuro en el agua, manchas en la ropa, obstrucción en tuberías, accesorios y bombas. El manganeso, si bien puede resultar perjudicial en dosis muy altas (provoca daños en el sistema nervioso central), no es muy común su presencia en el agua. Por lo general se encuentra asociado al hierro. Altas concentraciones

de este metal puede causar la proliferación de ciertas bacterias, las cuales forman depósitos insolubles de estas sales.

Los métodos de remoción son:

- Oxigenación
- Cloración
- Ozono

FLÚOR

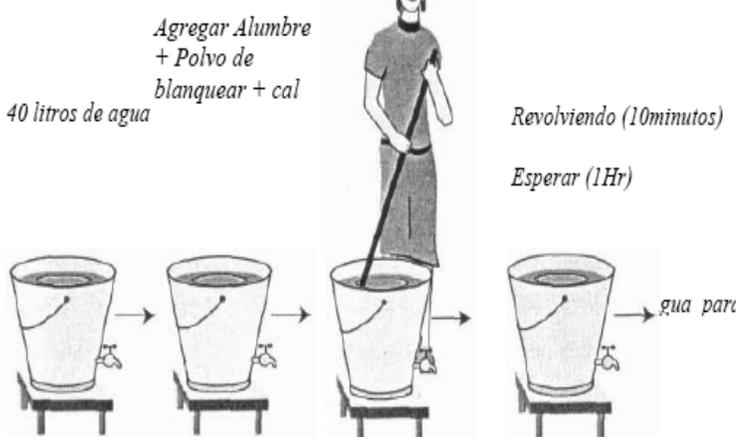
Si bien el flúor es esencial para la nutrición, concentraciones altas pueden causar manchas en los dientes (fluorosis dental) y dañar la estructura ósea.

Los métodos a aplicar son:

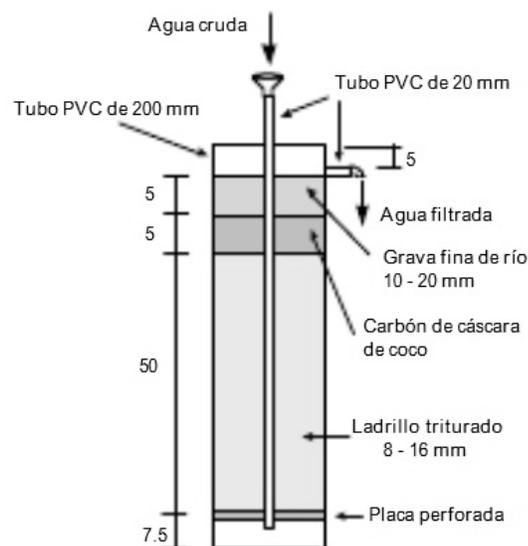
• **Hueso calcinado:** se utilizan huesos limpios (sin carne, grasa, médula) y sin puntas. Se lava y se calcina a 400°C. Luego se muele y se utiliza como filtro. Esto hará que los carbonatos constituyentes del hueso (fosfato de calcio, carbonato de calcio y carbón activado) sean reemplazados por flúor.

• **Alúmina activada:** se aplica óxido de aluminio (Al_2O_3) al agua cruda. Para el tratamiento a nivel intradomiciliario, se utiliza la técnica de nalgonda, ilustrada en el gráfico.

Técnica de nalgonda



• **Filtro casero de intercambio iónico de bajo costo:** se requiere de un cilindro de 20cm de diámetro y 75cm de alto (ver imagen). Como medio filtrante, se utiliza arcilla rica en hierro cocida a baja temperatura (tamaño de grano entre 8 y 16mm). Se puede utilizar ladrillo o tabique molido. El lecho tendrá un espesor de 50cm. Luego se coloca una capa de 5cm de carbón vegetal, y sobre ésta, una capa de 5cm de gravilla de río (granos de 1 a 2cm). El filtro tendrá una capacidad de 16 litros y trabajará a flujo ascendente intermitente. El poder de reducción de fluoruros es de 4mg/l hasta menos de 1mg/l. Para su operación se recolectan 10 litros de agua filtrada por la mañana, retenida por 16 hs y 5 litros por la tarde, con un tiempo de retención de 8 horas. El filtro dura de 2 a 3 meses. Ventajas: bajo costo de fabricación, disponibilidad medio filtrante, fácil operación.



Acotaciones en (cm)

Fuente: Adaptado de Padmasiri, 1995



ARSÉNICO

El arsénico es un metaloide tóxico, y es uno de los elementos naturales más abundantes en la corteza terrestre. Se lo encuentra disuelto en el agua superficial y subterránea. Cuando está en dilución se torna incoloro, inodoro e insípido, por lo que no puede ser detectado fácilmente.

Las concentraciones normales no alcanzan los 0.01 g/L, sin embargo, en zonas mineras pueden registrarse concentraciones de 0.2 a 1 g/L.

Las enfermedades relacionadas con la exposición al arsénico son: hiperqueratosis palmar y plantar, hiper e hipopigmentación de cara, cuello y tórax, lesiones vasculares periféricas, cáncer de piel,

pulmón, hígado y vejiga.

Los tratamientos para la remoción de arsénico dependen si o si de un pretratamiento de oxidación, para que las valencias del arsénico cambien de III a V para que pueda removerse mejor.

•**Oxidación:** se utiliza oxígeno atmosférico, hipoclorito y permanganato.

•**Adsorción y coprecipitación:** se utiliza cloruro de aluminio, cloruro férrico como coagulantes. Las sales férricas resultan más efectivas. Se mezclan energicamente 1 minuto. Se deja precipitar y se filtra. Éste método puede optimizarse utilizando dos vasijas. En una se coloca el agua cruda y se le agrega el coagulante. Se separan los dos tercios superiores y se colocan en la segunda

vasija. Ésta ya contará con una capa de arena filtro. El agua se recogerá mediante una canilla instalada en este contenedor.

•**Virutas de hierro:** el agua cruda se hace escurrir por un reactor de hierro metálico en forma de lana, o viruta para producir reacciones de óxido-reducción del hierro. Estos productos de corrosión precipitan en forma de partículas coloidales. Por adsorción, retiene el arsénico y precipitan juntos. El método resulta fácil de ejecutar, de operar y no requiere de químicos. (Mas información en Cáceres, 2007).

Desinfección del agua. *Método VI REMOCIÓN DE TURBIEDAD*

Si bien la turbiedad no es considerada un factor de riesgo para la salud humana, su remoción del agua de bebida favorece la estética y la aceptación por parte de los consumidores. Por otro lado, su remoción permite que otros métodos de tratamiento del agua resulten efectivos (la presencia de partículas suspendidas protegen a microorganismos del contacto directo con el desinfectante).

La turbiedad es causada por partículas pequeñas en suspensión (arcilla, limo, materia orgánica finamente dividida), que forman sistemas coloidales.

El diseño de los métodos para remover la turbiedad, deben contemplar el tamaño de las partículas y el comportamiento que tienen como coloides.

Para el tratamiento, se utilizan sistemas de eliminación de impurezas flocculadas (color y turbidez), y eliminación de impurezas precipitadas (dureza, hierro y manganeso).

• **Coagulación, mezcla y floculación:** se añaden sustancias químicas al agua con el fin de generar agregados. Se agita vigorosamente para favorecer la coagulación y por último, la floculación reunirá las particu-

las desestabilizadas para formar aglomeraciones de mayor peso que sedimentarán posteriormente.

• **Filtración:** es el paso final de clarificación del agua. Los métodos a utilizar propuestos se detallan en *MÉTODO V FILTRACIÓN*.



RECOMENDACIONES PARA EL CUIDADO DE ACUÍFEROS

El abastecimiento de agua mediante captaciones subterráneas es uno de los métodos más comunes en el mundo. Este método posee muchas ventajas: el agua no necesita de grandes distancias de traslado ya que el punto de toma suele ubicarse próximo a la vivienda; no requiere de tecnología costosa para su construcción y mantenimiento, el agua suele estar libre de bacterias o microorganismos patógenos, ya que el agua se purifica al infiltrarse a través del suelo (por prevención, el agua debe recibir un tratamiento de desinfección). En contraparte, las aguas superficiales pueden arrastrar contaminantes, por lo que debe emplearse técnicas de purificación.

A pesar de las ventajas de los acuíferos, estos pueden resultar afectados y contaminados. Algunas de las causas comunes son: ingreso de minerales naturales que resulten tóxicos, fugas de fosas sépticas o letrinas, escurrimiento de basureros o químicos industriales, presencia de ganado, recolección del agua con baldes sucios.

A continuación se desarrollarán recomendaciones para la elección del sitio antes de construir un sistema de captación subterráneo, y luego sugerencias para el mejoramiento de pozos que ya se encuentran en uso.

Un pozo sólo es útil si la gente puede extraer agua de él.

A veces un pozo cavado a mano donde la gente recolecta el agua en baldes, puede resultar más útil que uno con bombas pesadas o complicadas de manipular

Estudios demostraron que pueden reducirse los casos de diarrea:

25% si se realizan mejoras en el suministro de agua;

32% si se mejora el saneamiento;

45% si se acostumbra al lavado de manos con jabón;

39% si el agua es tratada en el hogar y si su almacenamiento es seguro.

Fundación Sodis. 2011

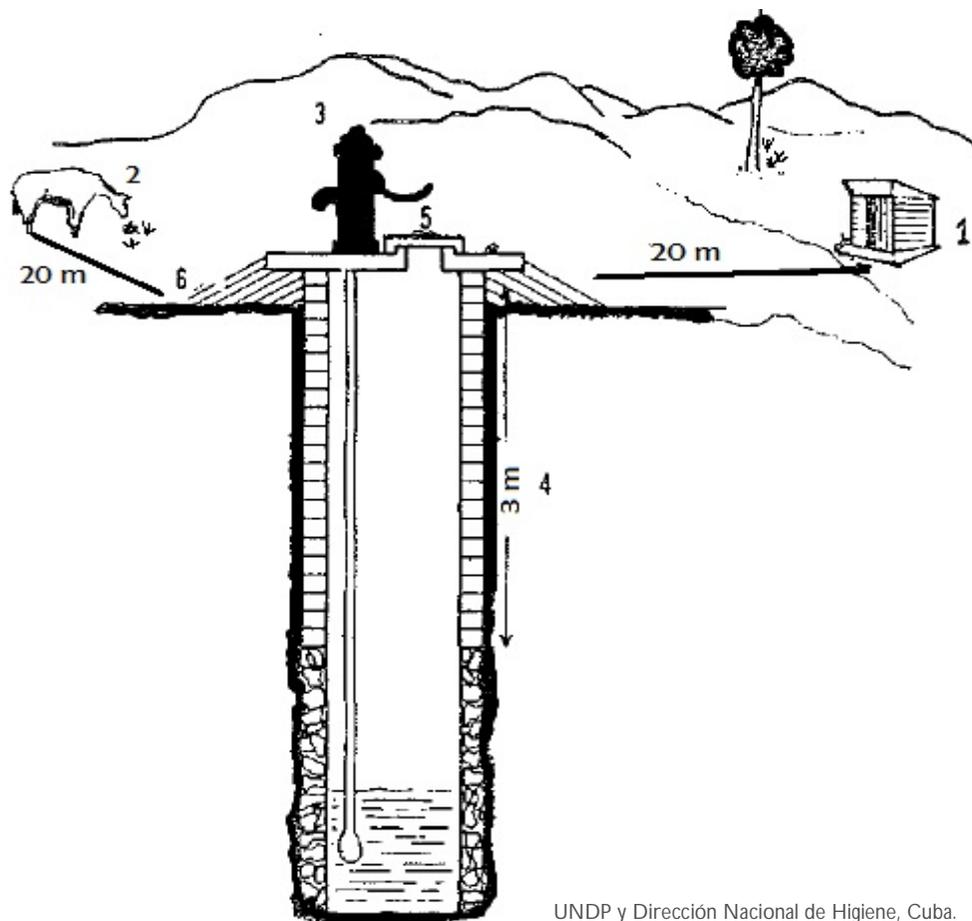


Tener una forma de lavarse las manos cerca del sanitario puede prevenir muchos casos de diarrea. El importante promover el uso del jabón. Éste es un anti-séptico capaz de suprimir la actividad bacterial.

Fundación Hesperian, 2005.



Recomendaciones para la ubicación de un pozo



Referencia del gráfico:

1. Ubicación adecuada de las letrinas.
2. Ubicación conveniente de corrales de animales.
3. Bomba (de mano o eléctrica) para la extracción de agua.
4. Impermeabilidad de las paredes interiores del pozo hasta 3m.
5. Protección de la abertura superior con tapa de concreto y registro para la limpieza periódica.
6. Elevación del borde superior del terreno.

UNDP y Dirección Nacional de Higiene, Cuba.

El *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*, en sus *Tecnologías en la Erradicación de la Pobreza*, hacen referencia las siguientes recomendaciones a la hora de seleccionar un sitio para la captación de aguas en pozos y aljibes.

- 1.El sitio de emplazamiento debe estar lo suficientemente apartado de focos de posible contaminación y agua arriba de éstos (letrinas, corrales, aguas negras o escurrimientos superficiales, etc.). Con respecto a los corrales, deberá ubicarse de tal forma que los vientos dominantes no arrastren material (materia fecal de los animales) hacia la toma de agua (ubicarlo al oeste de los corrales).
- 2.El pozo debe ubicarse sobre una cota libre de períodos de inundación.
- 3.Las paredes interiores deben estar revestidas con material impermeabilizante, a una profundidad mínima de 3m.
- 4.La abertura superior debe estar protegida por una cubierta adecuada (madera, nylon o placa de hormigón).
- 5.Evitar el contacto con agua superficial por medio de un piso lateral y zanjas de intersección.
- 6.Utilizar un medio adecuado para la extracción de agua.
- 7.Desinfectar el pozo luego de la construcción o reparación



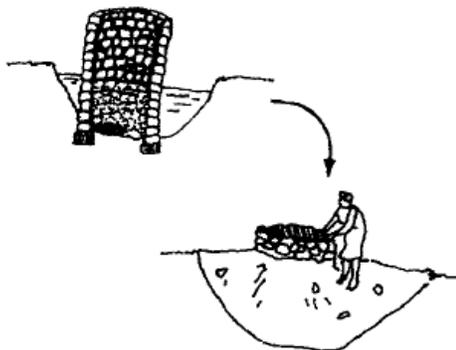
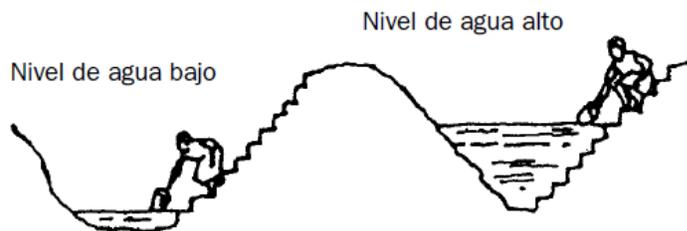
Mejoras en pozos

Antes de perforar nuevos pozos o realizar mejoras costosas, considerar si con pequeñas modificaciones no es posible aumentar la calidad del agua de bebida.

Las siguientes recomendaciones fueron extraídas del documento realizado por la *Fundación Hesperian* en colaboración con el *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*.

Mejoras en charcas o pozos abiertos

Construir escalones de piedra para evitar el ingreso de las personas al agua. La recolección del agua se realizará siempre desde el último escalón seco.



Si es posible, convertir la charca en un pozo para que la extracción se realice mediante una soga y baldes limpios.

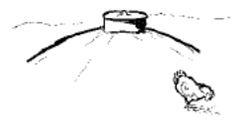
Mejoras en pozos simples o superficiales



1. Pozo superficial sin mejoras



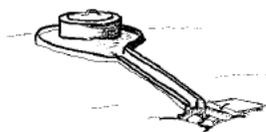
2. Boca del pozo elevada para que no entren los escurrimientos



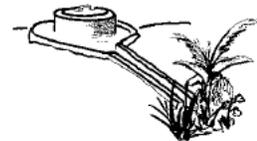
3. Boca del pozo protegida con barril y tapa



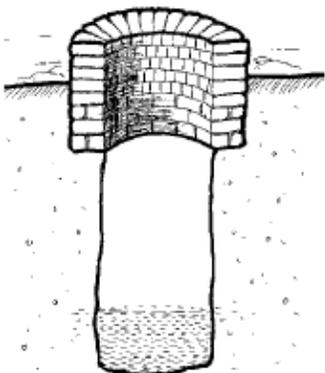
4. Parte superior reforzada con tabique y una pequeña plataforma de drenaje



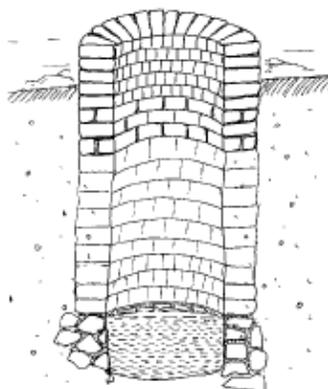
5. Pozo simple protegido con una plataforma de drenaje y un canal de escurrimiento



6. Pozo simple protegido con una plataforma de drenaje, un canal de escurrimiento y un jardín



Los primeros
1.5 a 2 metros forrados



Pozo totalmente
forrado

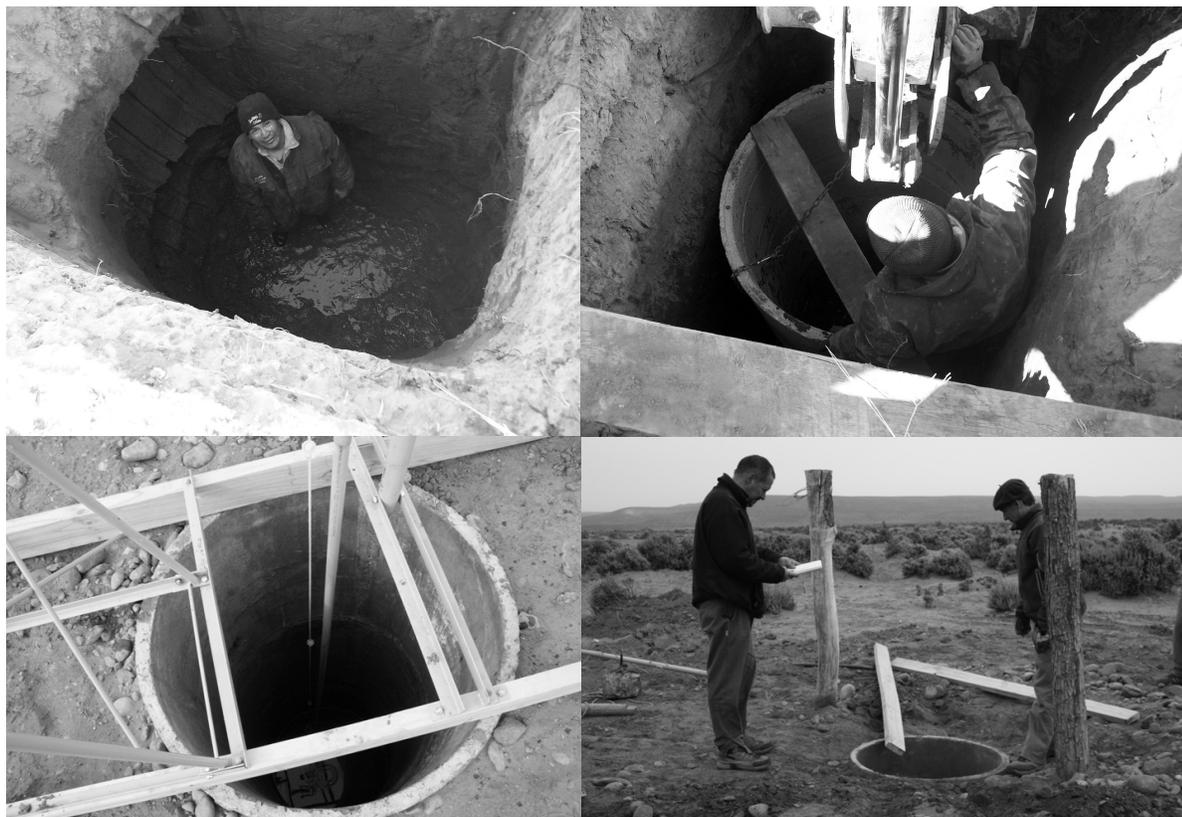
Encamisado de pozos

En caso de que los suelos no sean lo suficientemente firmes, es necesario hacer un encamisado para evitar desmoronamientos. Para esto, se recomienda recubrir el pozo al menos en los primeros 1.5 a 2 metros desde la superficie.

Si es posible proteger todo el pozo. La calidad del agua resultará más confiable, pero resultará complicado profundizar el pozo en el caso de que así se lo requiera.

Para el encamisamiento, pueden utilizarse piedras, ladrillos o concreto.

Otra opción, es realizar una técnica llevada a cabo en la zona de Cushamen. El calzado se realiza mediante la utilización de aros de cemento, la construcción de un brocal que supere la superficie del suelo y la colocación de una cubierta protectora.



Experiencia de encamisamiento de pozo de agua mediante el uso de aros de cemento, en Cushamen, Chubut.



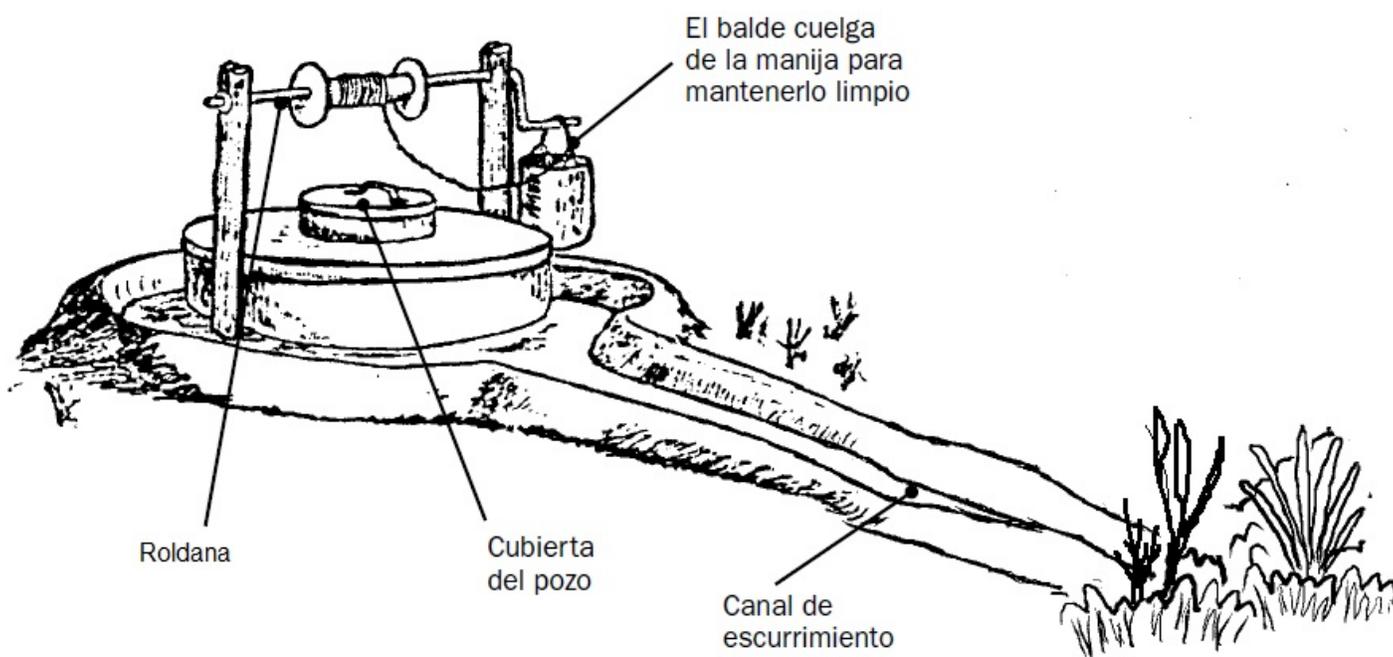
Recomendaciones. Buenas prácticas de uso de pozos de agua

Importancia de elevar la boca del pozo: de este modo se intentará evitar el ingreso de agua de escurrimientos superficiales (como las crecidas excepcionales o inundaciones).

Importancia de una tapa oscura: evita el ingreso de agua residual contaminada o que caigan objetos o personas (niños) dentro del pozo.

Importancia de un roldana, balde y cadena: mediante estos tres objetos unidos, procuramos que siempre se utilicen los mismos objetos para la recolección del agua. Se recomiendan cadenas de metal por su baja proliferación de microorganismos, y la utilización de baldes de metal ya que tiene más vida útil que uno de plástico. También pueden utilizarse llantas y cámaras de gomas usadas.

Importancia de una plataforma de drenaje: permite alejar del pozo el agua residual o de escurrimiento. De esta forma evitamos el encharcamiento en los alrededores del pozo y la proliferación de microbios e insectos. El agua que se escurre puede utilizarse para regar árboles o huertas. Si esto no es posible, se recomienda realizar un hoyo y rellenarlo con piedras o material grueso que permitan la infiltración de esta agua sobrante.



Para sistemas de captación de aguas, como bombas manuales, se recomienda consultar TECNOLOGÍAS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA EN POBLACIONES DISPERSAS, OPS, 2005.

El trasvase constante para el almacenamiento intra-domiciliario del agua, conlleva a la recontaminación y al consiguiente deterioro de la calidad bacteriológica, aumentando de esta manera la probabilidad de que el agua se convierta en la causa del brote de algún tipo de enfermedad gastrointestinal



Anexo I. Calidad del Agua. Código Alimentario Argentino

Características físicas:

Turbiedad: máx. 3 N T U;
Color: máx. 5 escala Pt-Co;
Olor: sin olores extraños.

Características químicas:

pH: 6,5 - 8,5;
pH sat.: pH \pm 0,2.

Substancias inorgánicas:

Amoníaco (NH₄⁺) máx.: 0,20 mg/l;
Antimonio máx.: 0,02 mg/l;
Aluminio residual (Al) máx.: 0,20 mg/l;
Arsénico (As) máx.: 0,01 mg/l;
Boro (B) máx.: 0,5 mg/l;
Bromato máx.: 0,01 mg/l;
Cadmio (Cd) máx.: 0,005 mg/l;
Cianuro (CN⁻) máx.: 0,10 mg/l;
Cinc (Zn) máx.: 5,0 mg/l;
Cloruro (Cl⁻) máx.: 350 mg/l;
Cobre (Cu) máx.: 1,00 mg/l;
Cromo (Cr) máx.: 0,05 mg/l;
Dureza total (CaCO₃) máx.: 400 mg/l;
Fluoruro (F⁻): para los fluoruros la cantidad máxima se da en función de la temperatura promedio de la zona, teniendo en cuenta el consumo diario del agua de bebida:
- Temperatura media y máxima del año (°C) 10,0 - 12,0, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,9; límite superior: 1,7;
- Temperatura media y máxima del año (°C) 12,1 - 14,6, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,8; límite superior: 1,5;
- Temperatura media y máxima del año (°C) 14,7 - 17,6, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,8; límite superior: 1,3;
- Temperatura media y máxima del año (°C) 17,7 - 21,4, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), Límite inferior: 0,7; límite superior: 1,2;
- Temperatura media y máxima del año (°C) 21,5 - 26,2, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,7; límite superior: 1,0;
- Temperatura media y máxima del año (°C) 26,3 - 32,6, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,6; límite superior: 0,8;
Hierro total (Fe) máx.: 0,30 mg/l;
Manganeso (Mn) máx.: 0,10 mg/l;
Mercurio (Hg) máx.: 0,001 mg/l;
Niquel (Ni) máx.: 0,02 mg/l;
Nitrato (NO₃⁻) máx.: 45 mg/l;
Nitrito (NO₂⁻) máx.: 0,10 mg/l;
Plata (Ag) máx.: 0,05 mg/l;
Plomo (Pb) máx.: 0,05 mg/l;

Selenio (Se) máx.: 0,01 mg/l;

Sólidos disueltos totales, máx.: 1500 mg/l;

Sulfatos (SO₄⁼) máx.: 400 mg/l;

Cloro activo residual (Cl) mín.: 0,2 mg/l.

La autoridad sanitaria competente podrá admitir valores distintos si la composición normal del agua de la zona y la imposibilidad de aplicar tecnologías de corrección lo hicieran necesario.

Para aquellas regiones del país con suelos de alto contenido de arsénico, se establece un plazo de hasta 5 años para adecuarse al valor de 0,01 mg/l.

Características Microbiológicas:

Bacterias coliformes: NMP a 37 °C- 48 hs. (Caldo Mc Conkey o Lauril Sulfato), en 100 ml: igual o menor de 3.

Escherichia coli: ausencia en 100 ml.

Pseudomonas aeruginosa: ausencia en 100 ml.

En la evaluación de la potabilidad del agua ubicada en reservorios de almacenamiento domiciliario deberá incluirse entre los parámetros microbiológicos a controlar el recuento de bacterias mesófilas en agar (APC - 24 hs. a 37 °C): en el caso de que el recuento supere las 500 UFC/ml y se cumplan el resto de los parámetros indicados, sólo se deberá exigir la higienización del reservorio y un nuevo recuento.

En las aguas ubicadas en los reservorios domiciliarios no es obligatoria la presencia de cloro activo.

Contaminantes orgánicos:

THM, máx.: 100 ug/l;

Aldrin + Dieldrin, máx.: 0,03 ug/l;

Clordano, máx.: 0,30 ug/l;

DDT (Total + Isómeros), máx.: 1,00 ug/l;

Detergentes, máx.: 0,50 mg/l;

Heptacloro + Heptacloroepóxido, máx.: 0,10 ug/l;

Lindano, máx.: 3,00 ug/l;

Metoxicloro, máx.: 30,0 ug/l;

2,4 D, máx.: 100 ug/l;

Benceno, máx.: 10 ug/l;

Hexacloro benceno, máx.: 0,01 ug/l;

Monocloro benceno, máx.: 3,0 ug/l;

1,2 Dicloro benceno, máx.: 0,5 ug/l;

1,4 Dicloro benceno, máx.: 0,4 ug/l;

Pentaclorofenol, máx.: 10 ug/l;

2, 4, 6 Triclorofenol, máx.: 10 ug/l;

Tetracloruro de carbono, máx.: 3,00 ug/l;

1,1 Dicloroetano, máx.: 0,30 ug/l;

Tricloro etileno, máx.: 30,0 ug/l;

1,2 Dicloro etano, máx.: 10 ug/l;

Cloruro de vinilo, máx.: 2,00 ug/l;

Benzopireno, máx.: 0,01 ug/l;

Tetra cloro eteno, máx.: 10 ug/l;

Metil Paratión, máx.: 7 ug/l;

Paratión, máx.: 35 ug/l;

Malatión, máx.: 35 ug/l.



Anexo II. Normas de Calidad de Agua Potable. OMS

Parámetros microbiológicos	Oms	Argentina
Colifecales o E. coli (NMP/100ml)	0	0
Coliformes totales	0	<3
<i>Físicos y organolépticos</i>		
pH	—	6.5-8.5
Color	15.0	5.0
UCV	(uH)	(uH)
Sólidos totales (mg/l)	1000	1500
Dureza (mg/l)	—	400.0
Magnesio (mg/l)	—	—
Calcio (mg/l)	—	—
Turbiedad (NTU)	5.0	3.0
Cloruro (mg/l)	250.0	350.0
<i>Sustancias inorgánicas (mg/l)</i>		
amoníaco	1.50	0.20
Antimonio	0.005	—
Arsénico	0.01	0.05
Bario	0.70	—
Boro	0.30	—
Cadmio	0.003	0.005
Cianuro	0.07	0.10
Cobre	2.0	1.0
Cromo	0.05	0.05
Fluoruro	1.50	*
Hierro	0.30	0.30
Manganeso	0.50	0.10
Mercurio	0.001	0.001
Molibdeno	0.07	—
Níquel	0.02	—
Nitrato	50.0	45.0
Nitrito	3.0	0.10
Plomo	0.01	0.05
Selenio	0.01	—
Sulfatos	250.0	400.0
Zinc	3.0	3.5

Parámetro	OMS	Argentina
<i>Sustancias orgánicas (g/l)</i>		
<i>Alcanos clorados</i>		
Tetracloruro de carbono	2.0	3.0
Diclorometano	20.0	—
1,2-dicloroetano	30.0	10.0
1,1,1-tricloroetano	2000	—
<i>Etenos clorados</i>		
1,1-dicloroetano	30.0	0.30
1,2-dicloroetano	50.0	—
Tricloroetano	70.0	—
<i>Hidrocarburos aromáticos</i>		
Benceno	10.0	10.0
Tolueno	700.0	—
Xilenos	500.0	—
Etilbenceno	300.0	—
Estireno	20.0	—
Benzopireno	0.70	0.01
<i>Bencenos clorados</i>		
Monoclorobenceno	300.0	3.0
1,1-diclorobenceno	1000	—
1,3-diclorobenceno	—	—
1,4-diclorobenceno	300	0.40
triclorobenceno	20.0	—
Cloruro de vinilo	5.0	2.0

*Argentina: fluoruro en función de la temperatura.

10,0 - 12,0 °C: 0.9 - 1.7 mg/l

12,1 - 14,6 °C: 0.8 - 1.5 mg/l

14,7 - 17,6 °C: 0.8 - 1.3 mg/l

17,7 - 21,4°C: 0.7 - 1.2 mg/l

21,5 - 26,2°C: 0.7 - 1.0 mg/l

26,3 - 32,6°C: 0.6 - 0.8 mg/l



Anexo III. Laboratorio

Laboratorio: Departamento de Zonal de Salud Ambiental, dependiente de la Secretaría de Salud del Chubut. Alvear 2412. Dto. "A". Esquel. Tel: 02945-454028.

Análisis que realiza: coliformes totales, bacterias mesófilas, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*.

Protocolo para la obtención de la muestra:

Utilizar frasco de vidrio esterilizado, con tapa de metal, o frasco esterilizado comúnmente utilizado para los análisis de orina. Debe procurarse llenar al menos 3/4 del frasco (100-120ml).

Si el agua proviene de un arroyo o río, la muestra se tomará de aquel sector donde el agua corre.

Si el agua proviene de un pozo, no utilizar mangueras para recolectar el agua. De haber bombas, debe flamearse previamente el pico si este es de metal.

Servicio de toma de muestras: en zonas rurales o distantes, los agentes sanitarios están a cargo de las tomas de muestras. Esto debe ser coordinado previamente con el agente a los fines de coincidir los viajes de las ambulancias hacia Esquel. De esta forma, se asegura que la muestra no supere las 24hs de envasado.

Costo: los análisis tienen un valor de \$90 (precio consultado en Julio, 2012). En el caso de que el interesado no cuente con este monto, el análisis es gratuito.

Sugerencias: los frascos esterilizados pueden retirarse directamente del laboratorio. Para esterilizarlos, recomiendan utilizar un frasco limpio, tapado, y con un papel blanco sobre la tapa (puede utilizarse hilo de algodón para sujetarlo). Una vez listo, ubicarlo dentro de un horno casero a temperatura baja (el papel no debiera tostarse ni cambiar de color). Para una esterilización exitosa, el frasco debe estar expuesto a una temperatura mayor de 130°C, al menos 5 minutos. Esto replicaría a un autoclave.



Anexo IV. Cantidad de cloro a dosificar

Tabla 1: si la concentración es de **0.5% (500 mg/)**

<i>Volumen de agua a desinfectar</i>	<i>Cantidad de cloro liquido a agregar en tiempo normal (30 minutos).</i>	<i>Cantidad de cloro a agregar en emergencia</i>
1 litro	4 gotas	8 gotas
2 litros	8 gotas	16 gotas
5 litros	20 gotas (1 mililitro)	40 gotas (1 1/2 mililitros)
10 litros	40 gotas (2 mililitros)	4 mililitros (1/2 tapita)
20 litros	4 mililitros (1/2 tapita)	8 mililitros (1 tapita)
100 litros	20 mililitros (2 1/2 tapitas)	40 mililitros (5 tapitas)
200 litros	40 mililitros (5 tapitas)	80 mililitros (10 tapitas)
1000 litros	200 mililitros (25 tapitas)	400 mililitros (50 tapitas)

Tabla 2: si la concentración es de **1% (10000 mg/)**

<i>Volumen de agua a desinfectar</i>	<i>Cantidad de cloro liquido a agregar en tiempo normal (30 minutos).</i>	<i>Cantidad de cloro a agregar en emergencia</i>
1 litro	2 gotas	4 gotas
2 litros	4 gotas	8 gotas
5 litros	10 gotas	20 gotas (1 mililitro)
10 litros	20 gotas (1 mililitro)	40 gotas (2 mililitros)
20 litros	40 gotas (2 mililitros)	4 mililitros (1/2 tapita)
100 litros	10 mililitros (1 1/4 tapitas)	20 mililitros (2 1/2 tapitas)
200 litros	20 mililitros (2 1/2 tapitas)	40 mililitros (5 tapitas)
1000 litros	100 mililitros (2 1/2 tapitas)	200 mililitros (25 tapitas)

Tabla 3: si la concentración es de **5% (50000 mg/)**

<i>Volumen de agua a desinfectar</i>	<i>Cantidad de cloro liquido a agregar en tiempo normal (30 minutos).</i>	<i>Cantidad de cloro a agregar en emergencia</i>
1 litro	1/2 gota	1 gota
2 litros	1 gota	1 1/2 gotas
5 litros	1 1/2 gotas	4 gotas
10 litros	4 gotas	8 gotas
20 litros	8 gotas	16 gotas
100 litros	40 gotas (2 mililitros)	4 mililitros (1/2 tapita)
200 litros	4 mililitros (1/2 tapita)	8 mililitros (1 tapita)
1000 litros	20 mililitros (2 1/2 tapitas)	40 mililitros (5 tapitas)



Bibliografía y material de consulta

- Cáceres, R.E.** 2007. *Proceso en lecho fijo de hierro metálico para la eliminación de arsénico de agua en pequeñas instalaciones* [en línea] Tesis Doctoral. [ref. 5 de junio de 2012]. Disponible en Web: www.cnea.gov.ar/pdfs/.../Tesis%20Roberto%20E.%20Cáceres.pdf
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.** 2002. *Pozos de agua Guía de Perforación Manual*. Lima, Perú. [en línea] [ref. 5 de junio de 2012]. Disponible en Web: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cosude/xxx.pdf>
- Ceramistas por la Paz.** *Fabricación FILTRÓN* [material audiovisual en línea][ref. mayo de 2012]. Disponible en Web: <http://www.youtube.com/watch?v=fXSgh8iNk9c>
- Ministerio de Salud de la Nación.** 2011. *Agua Segura*. [en línea][ref. junio de 2012]. Disponible en web: <http://www.msal.gov.ar/aguasegura/index.php/consumo-de-agua-segura/manejo-adecuado-de-excretas>
- Dirección General de Higiene-Ministerio de Salud Pública.** Cuba. *Recomendaciones para Captación de Aguas en Pozos* [en línea]. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. [ref. mayo de 2012]. Disponible en Web: <http://www.ideassonline.org/tecnologias/M041.Recomendaciones%20para%20captaci%C3%B3n%20de%20aguas%20en%20pozos.Cuba.pdf>
- Fundación Hesperian. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.** 2005. *Agua para Vivir: Cómo proteger el agua comunitaria* [en línea][ref. 28 de mayo de 2012]. Disponible en Web: <http://www.unwater.org/downloads/ACF8FA.pdf>
- Fundación SODIS.** *Tratamiento y Manejo Domiciliar del Agua: Capacitación Técnica* [en línea] [ref. 20 de mayo de 2012]. Disponible en Web: www.fundacionsodis.org/web/report/metodologia3.pdf
- García J.A. [et al.].** 2011. *Sistemas de captaciones de agua en manantiales y pequeñas quebradas de la región*. 1ra edición. Yuto: Ediciones INTA. 114pp.
- Ideass Nicaragua. Innovación para el Desarrollo y la Cooperación Sur-Sur.** *El Filtrón Filtro Cerámico para Agua Potable*. [en línea] [ref. mayo de 2012]. Disponible en Web: http://www.ideassonline.org/pdf/br_28_59.pdf
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Universidad de Berkeley.** *Desinfección agua con luz ultravioleta* [material audiovisual en línea] [ref. 12 de mayo de 2012]. Disponible en Web: <http://www.youtube.com/watch?v=z7VkyUZxyU>
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial.** 2011. *Guía técnica Construcción de pozos excavados y calzados para captación de agua subterránea* [en línea][ref. 5 de junio de 2012]. Disponible en Web: www.inti.gov.ar/salta/pdf/POZO_INTI%2009_22.pdf
- López Campistrous L., F. Monier García, B. Labada Vázquez.** *Estudio de la obtención electrolítica "in situ" de disoluciones acuosas de hipoclorito de sodio. Tecnología Química. Vol. XXV, No 2. 2005* [en línea] [ref. 23 de mayo de 2012]. Disponible en Web: <http://www.uo.edu.cu/ojs/index.php/tq/article/viewFile/2223/1763>
- Ministerio de Salud Pública. Guatemala.** 2002. *Diseño de Filtro Casero para el tratamiento en comunidades indígenas de Guatemala* [en línea] [ref. mayo de 2012]. Disponible en Web: <http://www.bvsde.paho.org/bvsapi/e/paises/guatemala/filtro.pdf>
- Olmedo Sánchez M.T.** 2008. *Subproductos de la desinfección del agua por el empleo de compuestos de cloro. Efectos sobre la salud*. Higiene y Sanidad Ambiental. **8**:335-342(2008).
- Organización Mundial de la Salud.** *Estándares de la calidad del agua de la OMS* [en línea] [ref. 15 de mayo de 2012]. Disponible en Web: <http://www.lenntech.es/estandares-calidad-agua-oms.htm>
- Organización Panamericana de la Salud.** 2005. *Guía para el mejoramiento de la calidad del agua a nivel casero* [en línea] [ref. mayo de 2012]. Disponible en Web: http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d25/067%20Gu%C3%ADa%20para%20el%20mejoramiento%20de%20la%20calidad%20del%20agua%20a%20nivel%20casero/guia-mejor_agua_metodocasero.pdf
- Organización Panamericana de la Salud.** 2005. *Tecnologías para abastecimiento de agua en poblaciones dispersas* [en línea][ref. 3 de junio de 2012]. Disponible en Web: <http://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%201%20Sistemas%20de%20agua%20en%20general/Tecnolog%C3%ADas%20para%20abastecimiento%20de%20agua%20en%20poblaciones%20dispersas.pdf>
- Solsona F., C. Fuentes.** 2003. *Guía de Promoción de Calidad del Agua para Escuelas de Países en Desarrollo*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y ciencias del Ambiente. Lima, Perú. 40 pp.
- Solsona F., J.P. Méndez.** 2002. *Desinfección del agua*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y ciencias del Ambiente. Lima, Perú. 211 pp.
- Universidad de Berkeley. The UV-Tube Project.** *el tUVo* [en línea] [ref. 28 de mayo de 2012]. Disponible en Web: <http://rael.berkeley.edu/sites/default/files/very-old-site/uvtube/uvtubeproject.htm>
- Urrutia Pérez R., O. Parra Barrientos, A. Acuña Carmona.** 2003. *Los recursos Hídricos. Una perspectiva global e integral*. Colección: Educar para el Ambiente. Manual para el docente. Proyecto INET-GTZ. Buenos Aires, Argentina. 193 pp.
- Wright. H.B, W.L Cairns.** *Desinfección de agua por medio de luz ultravioleta* [en línea] [ref. 28 de mayo de 2012]. Disponible en Web: <http://contraplagas.com/conductos.pdf>