

5

CAPÍTULO

TECNOLOGÍAS PARA AGUA DE CONSUMO HUMANO



Fotografía cortesía de Carlos Oajaca



ESTE CAPÍTULO tiene como objetivo dar información que permita construir y/o instalar, operar y mantener cada una de las tecnologías no convencionales que se presentan, las cuales son útiles principalmente para áreas rurales. Estas tecnologías son aplicables a localidades que no cuentan con un sistema convencional de abastecimiento de agua.

Para seleccionar cual de las tecnologías sería conveniente para una localidad, recomendamos apliquen los conceptos y algoritmo de selección presentados en el Capítulo IV.

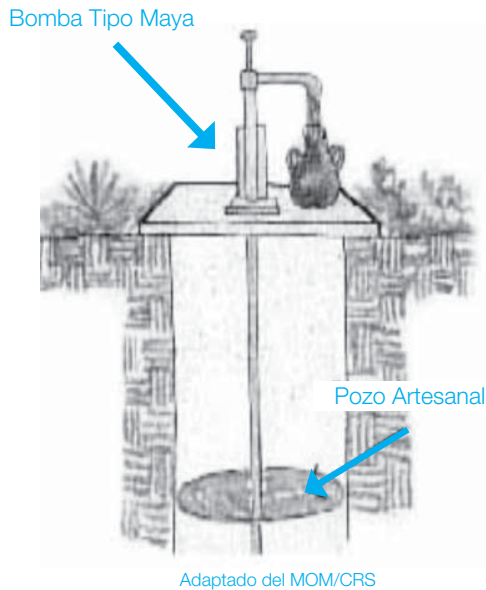
5.1 SISTEMAS DE POZOS ARTESANOS

Esta tecnología debe acompañarse siempre con un proceso de educación sanitaria y un proyecto de saneamiento, este último de mucha importancia para evitar que los pozos y las bombas se contaminen con aguas residuales. En esta Guía consideramos los siguientes tipos:

- Pozo artesanal con bomba manual tipo Maya o Tara
- Pozo artesanal con bomba New 6
- Pozo artesanal con bomba manual tipo India Mark II
- Pozo artesanal con bomba manual de lazo o mecate

5.1.1 Pozo artesanal con bomba manual tipo Maya o Tara

La bomba manual Maya es la versión centroamericana de la bomba Tara hecha en Bangladesh y de la bomba Yaku fabricada en Bolivia. La bomba Maya se desarrolló en Guatemala y se utiliza en todos los países de la región centroamericana. Es una bomba aspirante e impelente, de émbolo de acción recíproca de doble efecto, es decir, eleva agua tanto al subir como al bajar el maneral, proporcionando un caudal de 0.67 l/s (40 litros por minuto en 40 acciones). Es ideal para pozos excavados a mano o perforados para uso comunitario, con una altura máxima de bombeo de 14 metros (nivel dinámico). La bomba Maya no permite bombear el agua hacia un depósito elevado, únicamente se limita a extraerla del pozo.



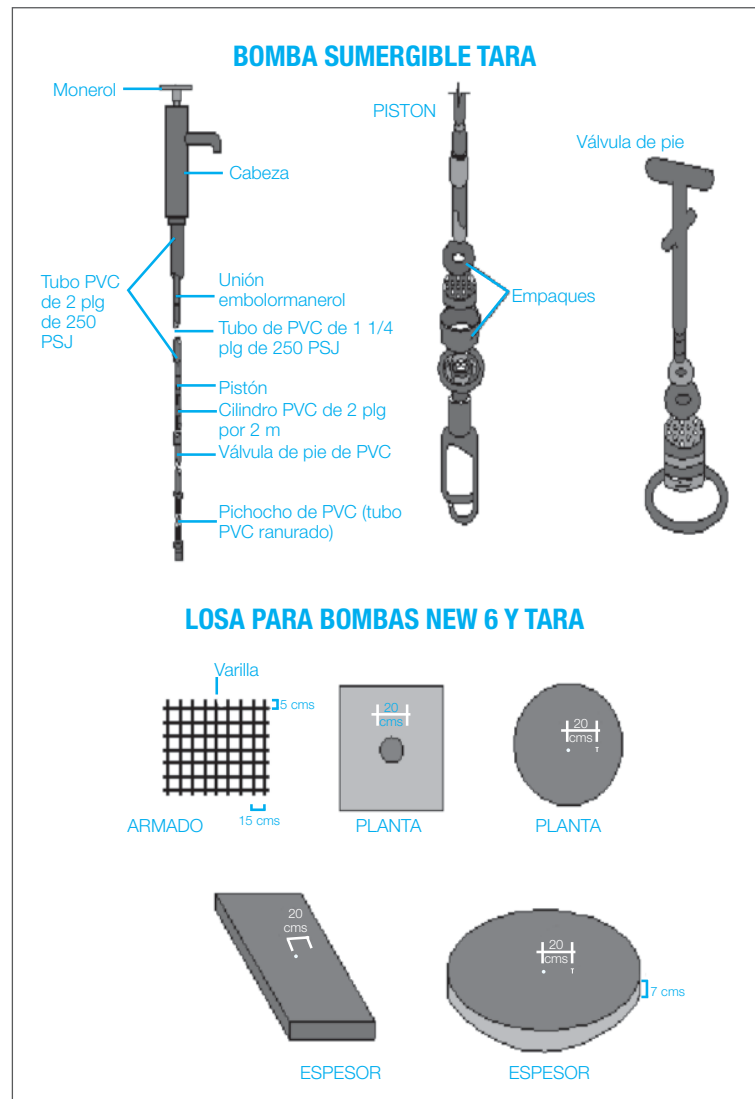
Está fabricada con materiales metálicos y plásticos, siendo sus componentes básicos los siguientes :

- **Cabezal:** fabricado de tubo de hierro galvanizado de 2" y 2½".
- **Maneral:** fabricado con tubo de PVC de 1¼", de 250 psi y tubo de acero de ¾".
- **Cilindro:** fabricado con tubo de PVC de 2" de 160 psi.
- **Émbolo:** fabricado con tubo de PVC de 1¼", componentes de polietileno inyectado, cuero y hule.
- **Válvula de pie:** fabricada con polietileno inyectado y hule.
- Además, para su instalación requiere de **tubería de PVC** de 2" y 1¼", de acuerdo a la profundidad del pozo.
- **Rejilla**

Para instalarla solo se requieren dos personas. Se instala directamente sobre la losa del pozo, fundiendo la base de la bomba y fijando el cabezal por medio de cuatro tuercas. Para la instalación solo se requiere hacer cortes y uniones en la tubería de PVC, dependiendo de la profundidad del pozo, usando herramientas comunes (sierra,

martillo, llave universal o cangrejo o llaves de cola, etc.).

Para el mantenimiento solo se necesita cambiar tres componentes: el empaque de cuero del émbolo (por lo menos cada 6 meses), el diafragma de hule y el aro junta de hule (cada año), usando herramientas comunes. En las dos siguientes figuras se ilustra lo mencionado en los párrafos anteriores.



Operación y Mantenimiento de la bomba Maya o Tara

Para garantizar o ampliar la vida útil de la bomba se recomienda considerar los períodos de mantenimiento y trabajos que se indican en el siguiente Cuadro:

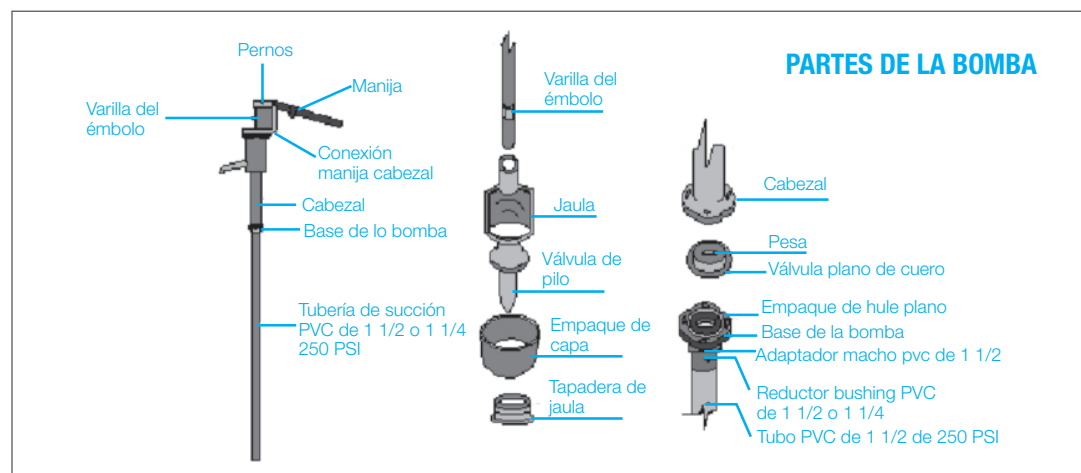
PERÍODO DE MANTENIMIENTO	TRABAJO A REALIZAR
SEMANAL	• Revisar el cabezal • Revisar los tornillos del cabezal (la base). • Revisar el agarrador.
MENSUAL	• Revisar la guía del maneral • Revisar el maneral • Revisar la verticalidad y el sostenimiento de la tubería.
ANUAL	• Revisar empaques de pistón y cambiar. • Revisar unión émbolo-maneral. • Revisar cilindro y válvula de pie. • Revisar tubería de impulsión. • Limpiar el cabezal. • Chequear la loza y el brocal del pozo (que estén en buenas condiciones). • Chequear y limpiar el pozo (se debe limpiar, que no tenga ningún objeto dentro, quitar las raíces que tuviera). • Desinfectar el pozo.

5.1.2 Pozo artesanal con bomba New 6

La bomba New 6 es una bomba de succión que tiene una altura máxima de bombeo de 6 metros (y como máximo hasta 7m), por ello se utiliza en pozos superficiales o donde el nivel freático está alto (por ejemplo en zonas costeras). Esta bomba es de constitución robusta y utiliza como tubería de succión PVC, principalmente de 1 1/4".

Es necesario pintar con pintura anticorrosiva o de aceite el cabezal de la bomba, pues por su material de construcción se puede corroer fácilmente. Esta bomba puede usarse para atender aproximadamente a 75 personas (15 familias).

Estas bombas no se deben instalar en pozos que tengan menos de 5 metros de profundidad. Por ser de succión se debe cebar (es decir echarle agua a la bomba



dentro del cilindro) para que funcione. También se le debe poner una válvula de pie para no cazarla continuamente, evitar el desgaste rápido de los empaques y también evitar la contaminación.

Guía de Instalación

- El pozo debe tener construido un brocal de unos 50cms de alto y estar desinfectado y limpio de cualquier objeto. Su profundidad máxima será de 7 metros con una altura mínima de agua de 2 metros, debido a que esta bomba es para pozo superficial (bomba de succión).
- Cinco días antes de la instalación se funde la plancha de concreto de 7cms de espesor dejando un agujero de 3 pulgadas a 20cms del centro que servirá de base para el soporte de la bomba.
- Para empezar la instalación se coloca la plancha de concreto sobre el brocal del pozo y luego se llevan a cabo los siguientes trabajos:
 - Medir exactamente la profundidad del pozo con una pita de nylon para conocer la profundidad total en metros y la altura de agua que contiene el pozo.
 - Conociendo la medida exacta total del pozo, se corta el tubo de PVC de 1 ¼", tomando en cuenta que hay que dejar 30cms de altura de manera que no tope con la superficie del fondo del pozo.
 - Por lo menos 20 minutos antes de bajar el tubo dentro del pozo se pega en la punta un reductor Bushing PVC de 1 ½ "a 1 ¼"; luego sobre el reductor se pega un adaptador macho PVC de 1 ½", con pegamento solvente.
 - Antes de instalar la bomba sobre la plancha es necesario hacer un chequeo general a todas

las piezas que la componen, es decir desarmarla por completo y revisar que estén todas para luego apretarlas y asegurarlas logrando con esto tener armado el cabezal y listo para instalar.

- Terminado el armado del cabezal se aparta la base de la bomba, luego se baja el tubo PVC de 1 ¼", con el respectivo adaptador macho de 1 ½", enroscándolo a la misma.
- Enroscada la base al tubo PVC de 1 ¼" se atornilla al cabezal, cuidando que el empaque de hule plano y la válvula plana de cuero estén bien colocados. Con esto se termina la instalación.
- Efectuada la instalación es necesario tener cemento y arena para hacer una mezcla y llenar la parte inferior del soporte para evitar que el agua que se desperdicia se infiltre al pozo por las ranuras.
- Cuando la bomba ya está instalada se procede a sacar agua y para ello es necesario cazar la bomba.
- El cebado consiste en echar agua dentro de la bomba para lograr que el empaque del pistón (empaque de copa) se expanda y pueda funcionar bien. Es importante que el agua con la que se hace el cebado no esté contaminada, de lo contrario estaríamos contaminando el pozo.
- Cuando a esta bomba se le coloca válvula de pie no es necesario cazarla cada vez que se usa, ya que la válvula de pie mantiene lleno el tubo de succión y el agua está lista para sacarse.

Operación y Mantenimiento

Para una mejor vida útil de la bomba es necesario aplicar adecuadamente los períodos de mantenimiento. Se recomienda considerar lo que se indica en el siguiente cuadro:

PERÍODO DE MANTENIMIENTO	TRABAJO A REALIZAR
SEMANAL	Engrase de varilla del émbolo y pernos de la manija (si tienen óxido quitarlo y engrasar las partes)
MENSUAL	• Revisar empaque de copa (ver si hay desgaste). • Revisar la válvula de cuero (que no esté quebrada). • Revisar la válvula de pié (que funcione bien). • Revisar pines de los pernos (que los tengan). • Revisar tornillos de cabezal (si están flojos ajustarlos bien, apretándolos).
ANUAL	• Cambiar empaques de copa • Cambiar válvula de cuero. • Revisar varilla de émbolo (si está desgastada cambiarla). • Revisar los pernos (si están gastados cambiarlos). • Revisar la base de la bomba (que esté bien y no permita filtraciones). • Revisar la tubería de succión y accesorios (que no esté quebrada y los accesorios estén bien). • Limpiar y pintar el cabezal (se debe limpiar bien el cabezal y pintarlo con pintura anticorrosiva o utilizar pintura de aceite). • Chequear la loza y el brocal del pozo (que estén en buenas condiciones). • Chequear y limpiar el pozo (se debe chequear que esté bien, a manera que no tenga ningún objeto dentro y quitarle las raíces que tuviera dentro). • Desinfectar el pozo.

5.1.3 Pozo artesanal con bomba manual tipo India Mark II

La bomba manual tipo India Mark II es una bomba aspirante e impelente para pozos profundos. Este tipo de bomba se utiliza en poblaciones de hasta 400 personas, bombeando caudales hasta una profundidad de 45 metros.

Esta bomba tiene capacidad para proporcionar un caudal de 12 litros por minuto en 40 acciones.

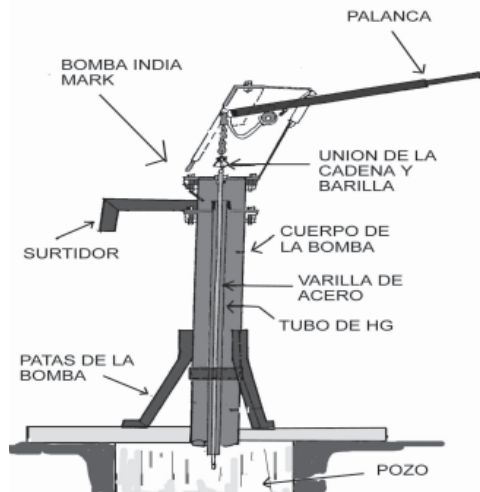
Entre las recomendaciones para utilizar este tipo de bomba se encuentran:

- No usar en profundidades menores de 24 metros

- No debe usarse cuando las aguas son corrosivas, debido a que la tubería utilizada es de hierro galvanizado.

Esta bomba manual se instala fundiendo directamente el cabezal sobre la losa del pozo. Después se fija todo el conjunto por medio de uniones roscadas, de tal manera que soporte verticalmente tanto a la tubería principal como a las varillas de la bomba

Se necesitan por lo menos cuatro personas para instalarla, las que requerirán usar: herramientas comunes y algunas específicas para hacer roscas o tarrajas y para cortar tubos, un dispositivo para levantar la tubería o equipo de extracción, llaves de



Adoptado de Serie Tecnologías de Bajo Costo UNICEF

tubo No. 18, otras). Se necesita además poseer conocimientos técnicos especiales. Generalmente, este tipo de bombas vienen con una caja de herramientas especiales.

Para instalarla se necesita construir una losa de concreto sobre el pozo, fundiendo en ella el cabezal. En este tipo de bomba se necesita

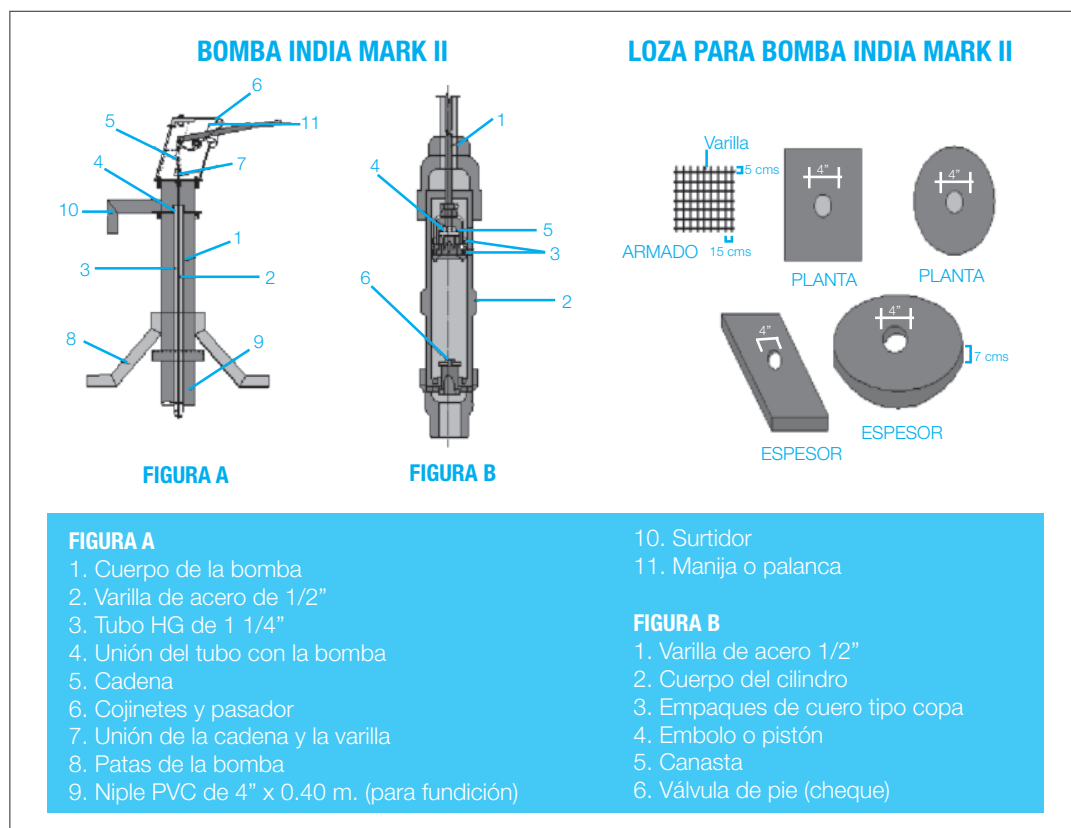
que el pozo esté bien protegido contra la contaminación externa y debe haber un canal de desagüe y un sumidero.

En el mantenimiento, es necesario extraer el cilindro del fondo del pozo para realizar el cambio de empaques de émbolo, levantando toda la tubería principal sin mover la base del cabezal de su lugar.

Generalmente, el mantenimiento está a cargo de la institución responsable a nivel central o de la empresa privada.

La bomba manual India Mark II no tiene capacidad de extensión. Esta es precisamente una de las bombas aspirantes e impelentes que únicamente puede extraer el agua desde grandes profundidades, pero no elevarla hacia un depósito ni conducirla lejos del pozo.

Las siguientes figuras ilustran lo mencionado en los párrafos anteriores.



Operación y Mantenimiento

Para conservar la vida útil de la bomba debe efectuarse lo siguiente

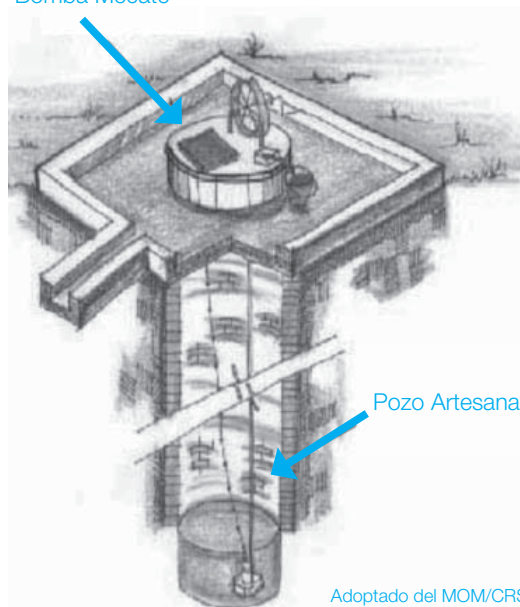
PERÍODO DE MANTENIMIENTO	TRABAJO A REALIZAR
SEMANAL	• Engrasar la cadena. • Engrasar los cojinetes. • Apretar todos los tornillos del cabezal
MENSUAL	• Revisar y ajustar el tornillo de la cadena. • Revisar y ajustar la unión de la cadena y la varilla. • Revisar y ajustar el pasador.
ANUAL	• Cambiar los empaques de cuero tipo copa del cilindro. • Limpiar bien el cilindro. • Revisar la canasta y la válvula de pie del cilindro. • Revisar las varillas aceradas y ajustar las uniones apretándolas. • Revisar la tubería de hierro galvanizado y ajustar las uniones apretándolas. • Limpiar bien el cabezal. (se puede pintar con pintura de aceite). • Desinfectar el pozo.

5.1.4 Pozo artesanal con bomba manual de lazo (cuerda) o mecate (soga)

Es una bomba manual que levanta el agua desde el fondo de un pozo (nivel estático) hasta la superficie. La parte central de la bomba es un lazo sin fin, con una serie de pistones separados equidistantemente. Este lazo sube por una tubería principal y pasa por una polea (rueda) en la parte alta del pozo y baja suelto al mismo. Dentro del fondo del pozo, bajo el agua, una guía asegura la entrada permanente del lazo y los pistones dentro de la tubería principal. Las siguientes figuras ilustran lo mencionado.

La bomba de lazo o mecate se desarrolló en Nicaragua como una versión centroamericana de la bomba de Soga de Perú. Es útil para profundidades desde 5 hasta 40 metros. Se fabrica con materiales locales, fácilmente accesibles en las comunidades rurales.

Bomba Mecate



Pozo Artesanal

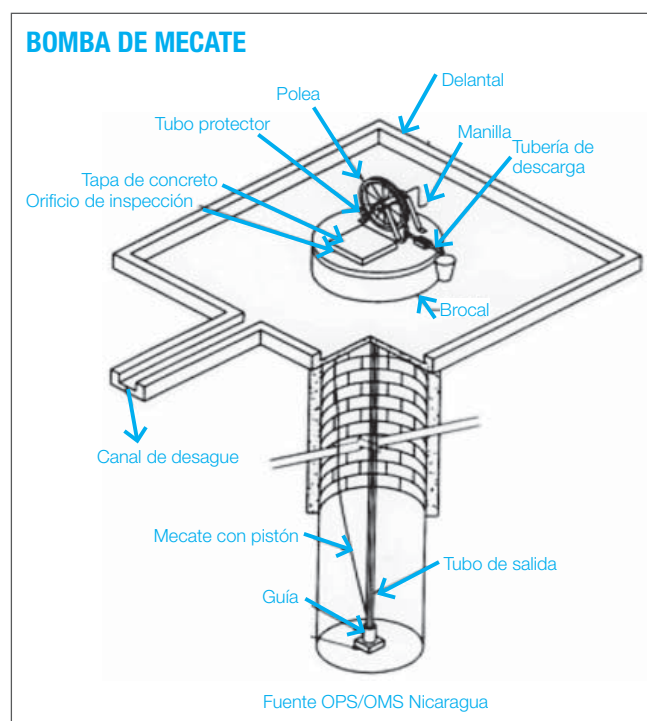
Adoptado del MOM/CRS

Existen diferentes modelos, dependiendo de la necesidad de extraer el agua y la situación existente.

No necesita cebado, eliminando los riesgos de contaminación. Proporciona un caudal aceptable desde 2 L/s para una altura de bombeo de 5 metros, hasta 0.3 L/s para una altura de bombeo de 40 metros, asumiendo 40 acciones por minuto.

Existen diferentes modelos de la bomba manual de Lazo. Hay modelos para pozos perforados, para elevar el agua a depósitos, modelos para grandes caudales y un modelo especial que se puede acondicionar a un motor mecánico o eléctrico o a un molino de viento.

El costo de una bomba de Lazo depende del modelo y si es de fabricación artesanal o semi-industrial.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA BOMBA DE MECATE

(ver siguiente cuadro)⁴¹

Capacidad de bombeo de la bomba de mecate según profundidad

PROFUNDIDAD (VARAS)	ADULTO (GALONES POR MINUTO)	NIÑO O NIÑA (GALONES POR MINUTO)	TIEMPO NECESARIO PARA QUE UN ADULTO LLENE UN BARRIL (MINUTOS)
5	22	12	2.5
10	11	6	5.0
15	7	4	7.8
20	5	3.1	11
25	4	2.5	14
30	3.5	2.1	16
40	2.7	1.5	21
50	2.2	1.2	25

El caudal indicado está basado en una persona con una fuerza normal. Gracias a la alta eficiencia de la bomba niños y niñas pueden llenar con facilidad un balde de 3 galones, siendo esto una condición

importante para la aceptación social de la bomba de mecate.

El diámetro de la tubería varía según la profundidad del agua en el pozo según se muestra en el siguiente cuadro.

⁴¹ Alberts, Henk y González, Gago, Manual de Instalación y Mantenimiento de la Bomba de Mecate, Los Cedros, Depto. de Managua, Nicaragua, mayo, 1994. 18 páginas.

PROFUNDIDAD (VARAS)	TUBERÍA DE BOMBEO	TUBERÍA DE DESCARGUE
0-13	1"	2"
13-23	¾"	1 ½"
23-50	½"	1"

El diámetro de la rueda siempre es de rines de 20" pero para pozos más profundos de 35 varas se utiliza rines de 16".

En pozos de poca profundidad también se utilizan tubos de bombeo de 1 ½" y de 2" con tubo de salida de 3".

INSTALACIÓN

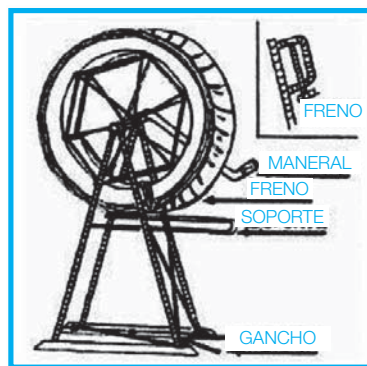
La bomba de mecate es una bomba de diseño simple, consta de pocos componentes y es fácil de instalar. Para asegurar su buen funcionamiento recomendamos que el instalador siga paso a paso las siguientes indicaciones.

- Con el maneral se acciona la rueda para bombear agua

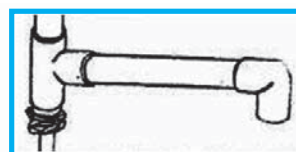
- El freno evita que la rueda retroceda al soltar el maneral.
- En el soporte y el gancho se fija la tubería.
- Los pistones están empistonados en el mecate a cada metro con un nudo corriente justo delante y atrás. El mecate es del grosor de ¼" o de 6 milímetros.
- La guía ayuda para que el mecate entre en la tubería de bombeo sin roce o desgaste.

Listado de componentes, herramientas y materiales

La bomba de mecate consta de las siguientes piezas.



a1. La Estructura de la rueda



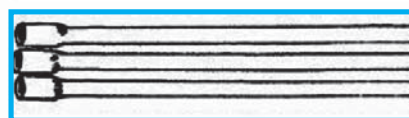
a2. Tubo de descargue



a3. Tee, Codo, Reductor y Niple



a4. Mecate con pistón



a5. Tubería de bombeo



a6. Guía

Partes de la bomba de mecate

Las Herramientas y los materiales básicos:

Martillo de oreja, serrucho, alicate, formón, cuchillo o navaja, 8 metros de alambre galvanizado para sondear la tubería, aceitera o engrasador, fósforo.

La instalación en una tapa de concreto que no está preparada requiere de las siguientes herramientas adicionales: mazo de 4 libras,

brocas para concreto de 5mm y de 8mm, taladro manual, saca bocado para concreto (perforador), cincel, llave número once en el caso de utilizar golosos.

Herramientas útiles pero no indispensables son: cinta métrica, encendedor, sierra mecánica, plomada, gurbia, caja de taladro para madera, broca para madera de $\frac{3}{4}$ ", escofina de $\frac{3}{4}$ ".

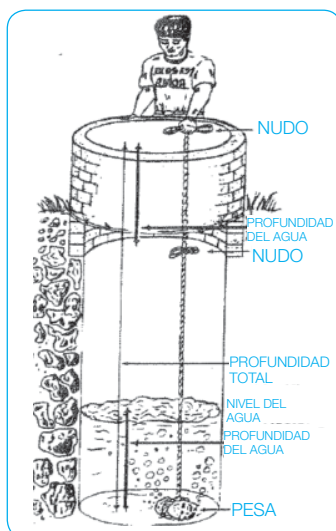
Materiales adicionales: pegamento para PVC, hule-neumático, golosos (tornillos) de 6mm o de $\frac{1}{4}$ " de cabeza exagonal, espiches de 8mm y clavos de 2" y 4".

Inspección y medida de la profundidad del pozo y cantidad de agua

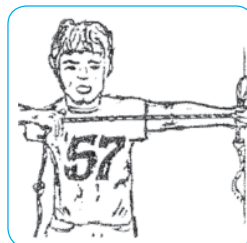
Inspeccionar si el pozo está limpio, pues no debe tener raíces ni otro tipo de suciedad que puedan obstruir el funcionamiento de la bomba. En todos los casos es aconsejable limpiar el pozo antes de instalar la bomba.

La profundidad del pozo se mide amarrando una piedra u otro objeto pesado a un lazo o mecate bajándolo suavemente en el pozo desde el brocal hasta que toque el agua y se coloca un nudo; luego se baja la pesa hasta el fondo del pozo y se coloca otro nudo. La distancia entre los dos nudos indica la profundidad del agua en el pozo. Luego se saca el mecate del pozo y se mide por medio de brazadas y de esta manera se determina la profundidad total del pozo y su cantidad de agua. El mismo mecate con su nudo se utiliza para medir la tubería y cortarla dejando unas 10 pulgadas extras según se ilustra a continuación.

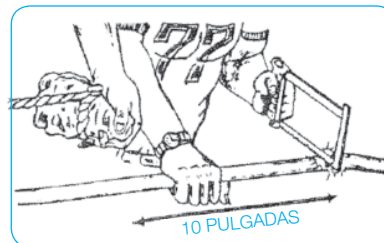
Una vez terminada la inspección y medición del pozo se determina el diámetro de la tubería que utilizará la bomba. El diámetro de la tubería depende de la profundidad del pozo. (vea el párrafo sobre las especificaciones técnicas)



b1. Medición del pozo



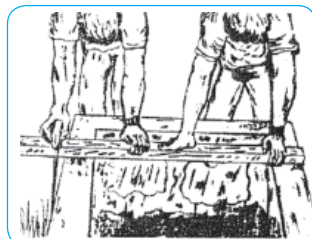
b2. Medir la profundidad



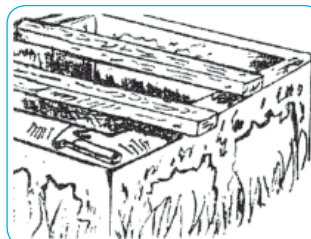
b3. Cortar el tubo de bombeo

Preparación del pozo para la instalación de la rueda (cuartones, tapa de madera, tapa de concreto)

La rueda se coloca de tal manera que el usuario puede accionar el maneral con facilidad, para esto la distancia hacia la orilla del pozo debe ser de aproximadamente 8 pulgadas. En caso de no existir ningún tipo de tapa se colocan dos cuartones como mínimo de 2 x 4" de grueso para ubicar la rueda, según se muestra en la siguiente figura.

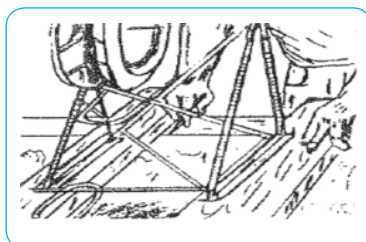


c1. Colocar cuartón

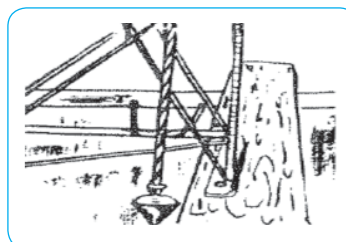


c2. Dos cuartones

La rueda se ubica encima de los cuartones de tal manera que el mecate que va libre no roce las paredes del pozo ni los cuartones, controlar esto con una plomada o una piedra amarrada al mecate. El tubo de bombeo puede ubicarse pegado a las paredes del pozo de acuerdo al siguiente gráfico



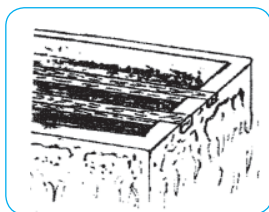
c3. Ubicar la rueda



c4. Buscar el plomo

Se fijan los cuartones en el brocal, ya sea empotrados en el brocal o clavados superficialmente.

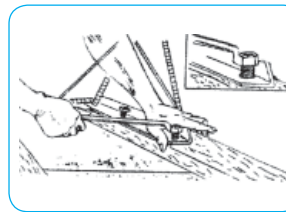
Se fija la rueda en los cuartones con golosos (tornillos) o clavos, según se ilustra a continuación.



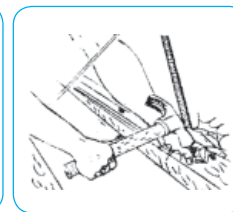
c5. Cuartones empotrados



c6. Cuartones clavados

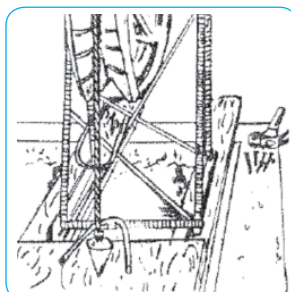


c7. Fijar golosos

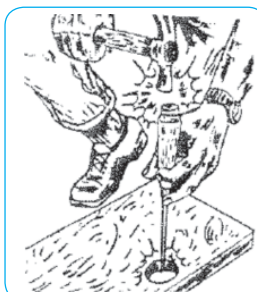


c8. Clavado

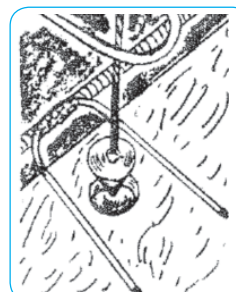
Delante de la rueda se pone sobre los cuartones la tabla de madera que sirve de apoyo para la tubería. En la tabla se perfora con la gurbia un hoyo del mismo diámetro de la tubería de bombeo. El lugar exacto del hoyo se busca con la plomada antes de clavar la tabla. Puede usarse una piedra atada a una cuerda o mecate en caso de no tener plomo, de acuerdo a lo que se muestra a continuación



c9. Lugar del hoyo



c10. Hoyo en tabla



c11. Plomo

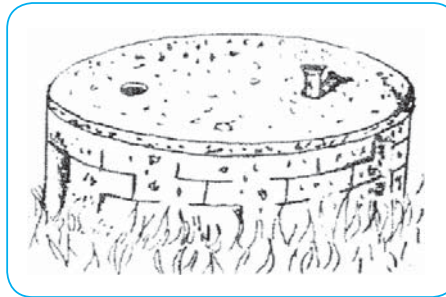
Tapa de madera

Se coloca la rueda encima de la tapa de tal manera que el mecate que va libre no roce las paredes del pozo, en cambio el tubo puede ubicarse pegado a las paredes del pozo. La rueda se fija en la tapa con golosos o clavos en los cuartones que lleva la tapa de madera, en ausencia de estos cuartones se refuerza la tapa por debajo con cuartones de 2" x 4".

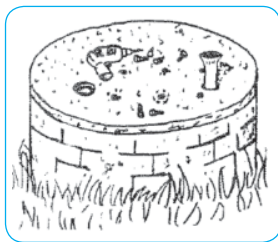
En la tapa se perfora un hoyo por donde pasa el tubo de bombeo. El lugar exacto del hoyo se busca por medio de la plomada que se coloca sobre la rueda donde va ir el mecate. De la misma manera se hace el hoyo por donde baja el mecate, este hoyo debe tener un diámetro mayor que el tubo de bombeo para el libre pase del mecate con sus pistones. Se fija la rueda de la misma manera que en los cuartones de madera.

Tapa de concreto existente

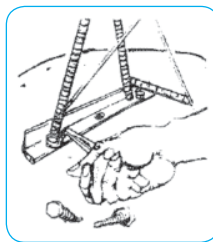
Similar a la tapa de madera, se coloca la rueda encima de la tapa, cuidando que el mecate que va libre no roce las paredes del pozo. Primero se perfora en la tapa el hoyo por donde va el tubo de bombeo y el hoyo por donde baja el mecate. En este último hoyo se coloca un pedazo de tubo boconeado para evitar el roce del mecate con la tapa de concreto. Solo cuando se termina este trabajo se perforan los hoyos para los espiches ya que en muchas ocasiones se encuentra hierro de refuerzo en la tapa, que causa una pequeña reubicación de la rueda.



c12. Tubo boconeado o tubo protectora



c13. Hacer hoyos con espiches



c14. Fijar los golosos

Se fija la rueda en el concreto por medio de tuercas y tornillos (espiches y golosos). Estos pasos se realizan cuando la tapa de concreto ya está hecha, en caso de que la tapa recién se fuera a construir se toman todas las medidas de la rueda y se empotra con pernos en el concreto de la tapa, además se determina el lugar exacto de los hoyos por donde pasa la tubería y por donde baja el mecate.

Despliegue de la tubería fuera del pozo y posición de la guía

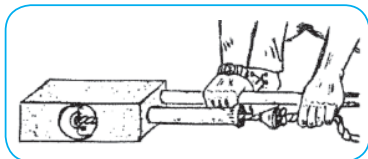
- Coloque la guía de manera que quede cerca del brocal del pozo.
- Despliegue la tubería cuidando que la camisa quede de acuerdo al enlace con su tubo.



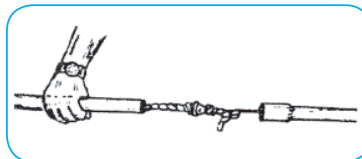
d1. Despliegue de guía y tubos

Forma de introducir el mecate dentro de la tubería

Se introduce la punta del mecate en la guía por los dos pedazos de tubo y pasando por el rodo de tal manera que los pistones van entrando en la tubería como flecha y no como copita. Así mismo los pistones subirán y bombean como flecha y no como copita. El mecate se amarra al alambre de sondeo, un alambre de 8 metros de largo. Se introduce el alambre en el primer tubo empezando al lado de la guía.



e1. Introducir mecate en guía



e2. Alambre de sondeo con mecate

Mucho cuidado con no meter los pistones al revés, fíjese bien en los dibujos siguientes



e3. Pasar el alambre



e4. Pasar el mecate

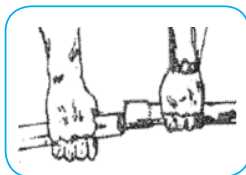


e5. Amarrar un palito

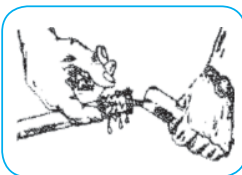
Cuando el alambre sale al otro extremo se jala mientras al mismo tiempo ya se introduce el alambre en el siguiente tubo y así seguido hasta pasar por todos los tubos. Después se amarra un palito al mecate para evitar que se regrese en el tubo. Durante este proceso no se pegan los tubos con pegamento. Desenrollar la otra mitad del mecate que quedó fuera de la tubería y amarrar las puntas del mecate para evitar que el mismo caiga en el pozo a la hora de introducir la tubería.

Forma de agregar pegamento a los tubos

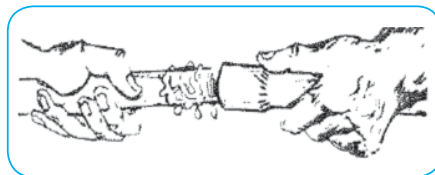
Antes de proceder a pegar los tubos, revise que los tapones hembras (camisas) estén limpios. Cubra con pegamento PVC la superficie exterior del tubo sin camisa, ya sea con el dedo o una brochita; inmediatamente introduzca la punta del tubo en la camisa del otro tubo, gire media vuelta y deje secar unos minutos. En la camisa no se aplica pegamento.



f1. Los tubos de bombeo



f2. Echar la pega



f3. Pegar los tubos

Forma de introducir la tubería con el mecate en el pozo



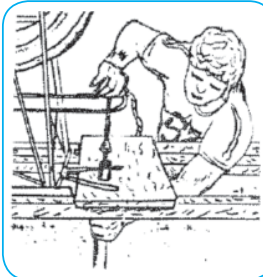
g1. Introducir la tubería

Introduzca el tubo de bombeo con su guía en el pozo. Una persona introduce la tubería, la otra sostiene el mecate y suavemente se va deslizando. La guía pasa entre los dos cuartones si no hay una tapa. Si hay una tapa se pasa la guía por la tapa de registro o se pone la tapa a un lado mientras se introduce la guía con la tubería.

Esto evita que la tubería se gire, lo cual causaría que el mecate se enrolle alrededor de la tubería. Cuando la guía llega al fondo del pozo se sueltan las puntas del mecate. El extremo del mecate que sale del tubo se pasa desde abajo por el hoyo en la tapa o la tabla y después se introduce el tubo por el mismo hoyo. (Vea dibujo h1). Pasar la otra punta del mecate por el tubo protector y amarrar las puntas en la estructura de la rueda.

Forma de amarrar o fijar la tubería en la tapa y rueda

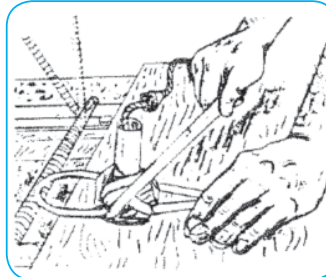
Levantar la tubería de bombeo hasta que la guía justo no toque el fondo del pozo. Cortar el tubo de bombeo a cuatro pulgadas encima de la tapa o de la tabla. Después proceder a enrollar el hule-neumático alrededor de la punta saliente del tubo para que este ya no pase por el hoyo en la tabla o tapa. Se amarra el tubo al gancho debajo de la rueda.



h1. Pasar la tubería



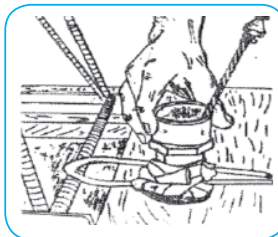
h2. Enrollar el hule alrededor del tubo



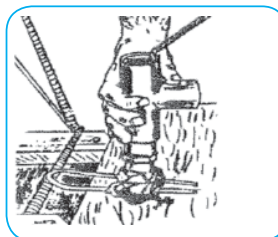
h3. Amarrar el tubo al gancho abajo.

Forma de ensamblar tee, niple y descargue

Cortar el tubo de bombeo a la altura deseada. Después colocar el reductor en la punta saliente del tubo de bombeo y poner la "tee" sobre el reductor, esto no necesita pegamento ya que podrá girarse para cualquier lado que al usuario le convenga.

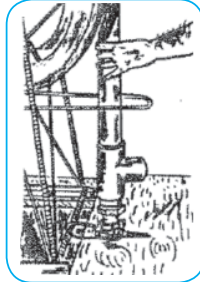


i1. Colocar el reductor

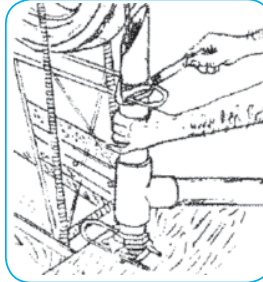


i2. Colocar la Tee

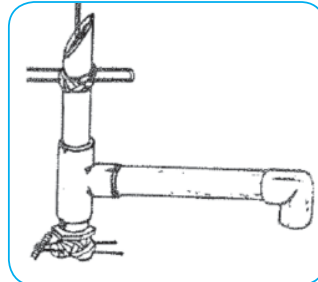
Cortar un pedazo de tubo niple y colocarlo a la tee previendo que no toque las cejas de la rueda. El niple se amarra con hule al soporte. Se corta el tubo de descargue de 1 metro de largo y en la punta extrema se coloca el codo. En ninguno de los casos se aplica pegamento.



i3. Poner el niple



i4. Amarrar el niple



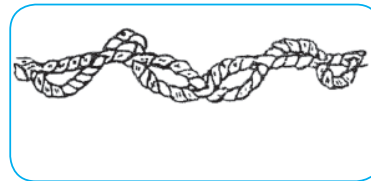
i5. Hules amarrados

Forma de amarrar o unir las puntas del mecate sobre la rueda

Ponga el mecate sobre la rueda con la tensión requerida para saber donde va el nudo. Quite el mecate de la rueda y córtelo de tal manera que sobren unas 5 pulgadas a ambos lados. Las puntas del mecate se deben quemar con fósforo o encendedor. Se toman las dos puntas y se procede a unir en forma de trenza. Unidos los extremos del mecate se le pone sobre la rueda. La tensión del mecate está correcta cuando el mecate no se desliza o patina sobre la rueda cuando se bombea agua.



j1. Tensar mecate



j2. Hacer trenza

MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN

La bomba de mecate tiene excelentes características en cuanto a su operación y mantenimiento.

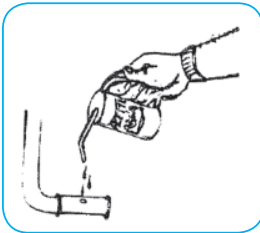
La operación es sencilla y solo consiste en girar el maneral. El freno de la bomba se puede apartar cuando se realice el bombeo para evitar el sonido continuo. Una vez terminado el bombeo se coloca el freno, evitando así que la rueda pueda retroceder.

Mantenimiento

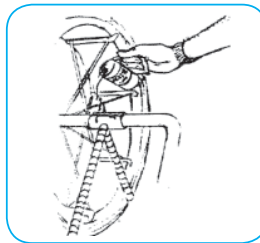
El mantenimiento se efectúa en los siguientes pasos:

- **Tensar mecate:** en las primeras semanas de uso puede ser necesario tensar el mecate, ya que los nudos tienden a alargarse. La falta de tensión en el mecate causa que este patine sobre la rueda. Para tensar el mecate se deben soltar las puntas entrelazadas jalándolas hasta obtener cierta tensión, luego se vuelven a unir las mismas.

- **Engrase:** Engrasar los bushings del eje de la rueda y la agarradera del maneral cuando se considere necesario. Cualquier tipo de aceite puede servir para el engrase.



Engrase del maneral



Engrase de los bushings

- **Fijación:** Revisión periódica de la fijación de la rueda, revisando las tuercas (golosos).
- **Limpieza y pintura:** limpiar y pintar la rueda cada año para evitar corrosión.

Reparación

Dando un buen mantenimiento, la bomba no debe causar problemas. Las fallas mas comunes están relacionadas con el mecate. El mecate debe ser de un grosor tal (1/4" o 6 milímetros) para que pueda aguantar unos tres años bajo circunstancias de uso normal.

Posibles fallas y sus respectivas soluciones

Desgaste del mecate (soga/cuerda)

Un desgaste excesivo puede ser causado por patinaje del mecate sobre la rueda porque el mecate roza con la tapa o la pared del pozo. Se recomienda cambiar el mecate, tensarlo bien y evitar el roce del mecate reubicando la rueda.

Cambio del mecate:

Se realiza introduciendo un mecate de apoyo (un mecate similar pero sin pistones) en la tubería mientras que se quita el mecate viejo con sus pistones. Con el mismo mecate de apoyo se puede introducir un mecate nuevo con sus pistones. Fíjese bien en la dirección de los pistones.

Rotura del mecate:

Antes de quitar la tubería del pozo se deja bajar en la tubería un mecate de apoyo con algún peso amarrado. (Una pesa que pase por la tubería). Después se quita la tubería del pozo y se introduce el mecate nuevo con ayuda del mecate de apoyo. Hay que pescar y sacar el mecate viejo. Si la tubería ya está fuera del pozo sin mecate se debería sondear toda la tubería con un alambre del largo de toda la tubería para poder introducir el mecate nuevo

Mecate pegado en la tubería:

Este tipo de falla siempre es causado por suciedad en el pozo que se introduce en la tubería. Si no se puede solucionar retrocediendo el mecate, se debe quitar toda la tubería para poder jalar el mecate con mas fuerza. Si todo esto no resulta se debe trozar la tubería y cambiarla. Para poder unir la tubería después se debe hacer una camisa al tubo de bombeo. También se debe añadir un pedazo de mecate.

5.2 OTROS SISTEMAS NO CONVENCIONALES

En estas tecnologías encontramos varias estructuras que en Guatemala han sido implementadas principalmente por parte de Organizaciones No Gubernamentales.

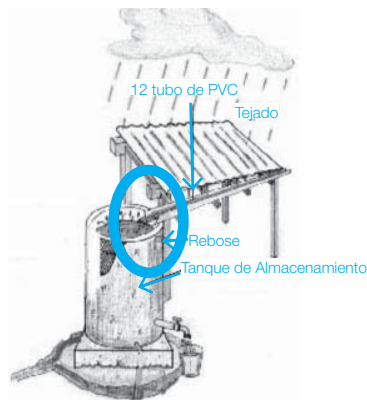
5.2.1 Captaciones de agua de lluvia

Generalidades

En comunidades rurales de Guatemala, como en algunas del Departamento de El Petén, El Quiché y Alta Verapaz, se utiliza el agua de lluvia captada a través de los techos de las viviendas y depositadas en tanques generalmente unifamiliares como los que se muestran a continuación



Fuente: INTERVIDA, julio 2004



Adoptado del MOM/CRS

El agua de lluvia usualmente es de buena calidad y aceptable por los usuarios en cuanto a apariencia y sabor. El sistema proporciona agua a la misma vivienda y a lugares que están alrededor de la misma, evitando su acarreo desde grandes distancias para beneficio principalmente de mujeres y niños.

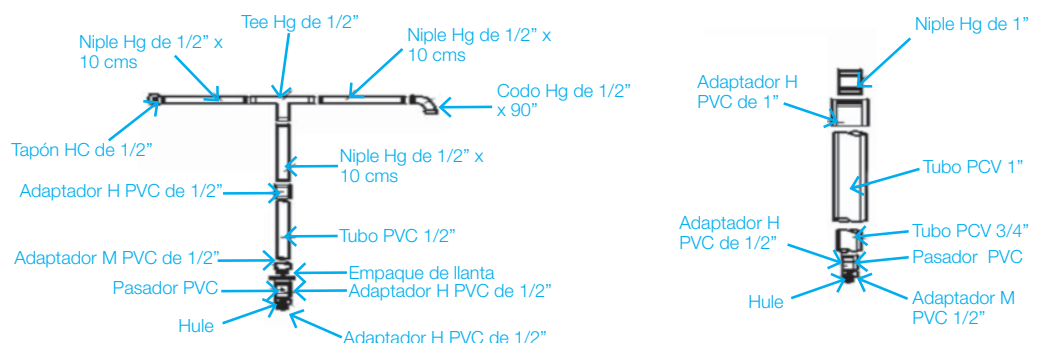
Con un sencillo sistema de filtrado y desinfección, si se utiliza para beber, preparar alimentos y lavar utensilios, el agua de lluvia, captada y almacenada en cisternas o tanques, puede reducir ostensiblemente el índice de enfermedades gastrointestinales en el área rural y también en las áreas urbano-marginales.

Uno de los principales criterios para decidir si conviene usar un sistema de captación de agua de lluvia, es cuando no existe posibilidad de contar con manantiales y el agua subterránea se encuentra a grandes profundidades o no existe.

Para utilizar el agua de lluvia se necesitan los siguientes componentes:

- Área de captación (generalmente el techo de las viviendas, siempre que éstos sean de teja, lámina de zinc o fibro-cemento)
- Filtro
- Cisterna o tanque de almacenamiento

BOMBA TIPO FLEXI (utilizada en proyectos de captación de agua de lluvia por SANAA en Honduras)



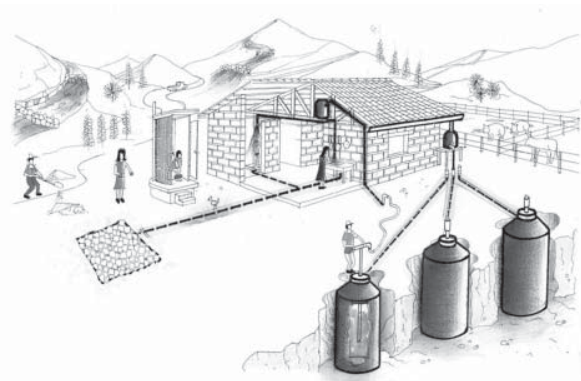
- Canaletas
- Cubierta de la cisterna.
- Bomba manual (tipo Flexi u otra)

Las pendientes recomendadas en los techos son:

- Techo de teja de barro: 28%
- Techo de fibro-cemento: 17%
- Techo de lámina de zinc: 9%

Con el objeto de garantizar la calidad del agua, generalmente se coloca un filtro en la cisterna. Sus dimensiones usualmente son de 0.60 m x 0.60 m x 0.80 m, y cada capa filtrante puede tener espesores de 0.10 o 0.20 m. Como materiales se utilizan los siguientes:

- Grava, piedrín o piedra de río.
- Carbón vegetal o mineral
- Arena gruesa
- Arena fina



Fuente: SANAA Honduras

Las figuras anteriores muestran los componentes principales del sistema de captación de agua de lluvia y detalles de la Bomba tipo Flexi utilizada para elevar el agua que se almacena en la cisterna (luego de su captación en el techo de la vivienda).

Adicional al filtro el agua debe desinfectarse para asegurar su calidad.

La cisterna puede ser de concreto armado, de ferrocemento, de metal, de madera con cinchos metálicos, de plástico o de fibra de vidrio. Las cisternas, por su forma, pueden

ser cilíndricas, cúbicas, tronco-piramidales, etc., y por su ubicación pueden ser aéreas o subterráneas.

En muchas viviendas del área rural, ya están utilizando tanques prefabricados de plástico para el almacenamiento. Las cisternas deben estar siempre cubiertas para evitar la contaminación del agua o accidentes principalmente de los niños.

Este tipo de tecnología se puede combinar con una bomba manual (como la Flexi u otra similar) para facilitar la extracción de agua del tanque o cisterna.

Comparados con el costo de las bombas manuales, los costos de inversión y mantenimiento de esta tecnología son altos para las comunidades rurales. Otro aspecto importante a considerar es que con esta tecnología solo se dispone de agua que reúne condiciones de cantidad y calidad en la época de lluvia.

Los riesgos de contaminación del agua en esta tecnología son altos y, por lo tanto, como resultado pueden ocurrir problemas de salud en los usuarios, por ello esta tecnología debe apoyarse siempre con programas de educación sanitaria.

Aplicación

La captación del agua de lluvia para consumo humano está recomendada sólo para zonas rurales o urbano marginales con niveles de precipitación pluviométrica que hagan posible el adecuado abastecimiento de agua de la población beneficiada.

Requisitos previos

- El diseño del sistema de captación de agua de lluvia con fines de abastecimiento de agua debe estar basado en los datos de precipitación mensual de por lo menos diez años.
- La oferta de agua de lluvia se debe determinar a partir del promedio mensual de las precipitaciones

correspondientes al período de años analizados.

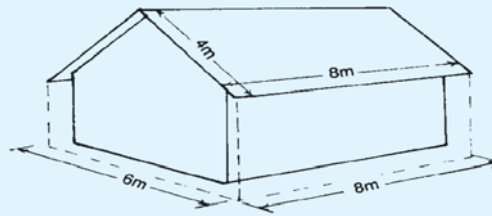
- La demanda de agua para el diseño de sistemas de captación de agua de lluvia debe considerar un mínimo de cuatro litros de agua por persona por día (4L/h/d) para ser destinada solamente a la bebida, preparación de alimentos e higiene bucal.

Diseño

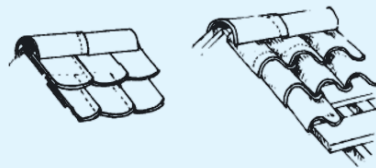
El sistema de captación de agua de lluvia para consumo humano se compone de cuatro partes principales: a) captación; b) recolección; c) interceptor; y d) almacenamiento.

Captación

- Está conformada por el techo de la vivienda, el mismo que debe tener una pendiente no menor al 5% en dirección a las canaletas de recolección del agua de lluvia.



- Los coeficientes de escurrimiento a ser aplicados, según el material constructivo del techo son:
 - Lámina o calamina metálica 0.90
 - Tejas de arcilla 0.80 – 0.90
 - Madera 0.80 – 0.90
 - Paja 0.60 – 0.70



Precipitación promedio mensual:

$$Pp_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} p_i}{n}$$

Donde:

n = número de años evaluados.

P_i = valor de la precipitación mensual del mes “i” en mm.

Pp_i = Precipitación promedio mensual del mes “i” de todos los años evaluados en mm

Cálculo de la demanda:

$$D_i = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000}$$

Donde:

Nu = Número de usuarios que se benefician del sistema.

Nd = Número de días del mes analizado.

Dot = dotación (L/persona/día)

D_i = demanda mensual (m^3)

Volumen del tanque de almacenamiento:

$$A_i = \frac{Pp_i \times Ce \times Ac}{1000}$$

Donde:

Pp_i = Precipitación promedio mensual (litros/m²) (en mm)

Ce = Coeficiente de escorrentía.

Ac = Área de captación en m²

A_i = abastecimiento correspondiente al mes "i" en m³

Acumulado de la oferta y la demanda en el mes "i":

$$Aa_i = Aa_{(i-1)} + \frac{Pp_i \times Ce \times Ac}{1000}$$

$$Da_i = Da_{(i-1)} + Nu \times Nd_i \times Dd_i$$

Donde:

Aa_i = volumen acumulado al mes "i"

Da_i = demanda acumulada al mes "i"

Volumen necesario:

$$V_i (m^3) = A_i (m^3) - D_i (m^3)$$

Donde:

V_i = volumen del tanque de almacenamiento necesario para el mes "i"

A_i = volumen de agua que se captó en el mes "i"

D_i = volumen de agua demandada por los usuarios para el mes "i".

Recolección

- Las canaletas podrán ser de PVC, metálicas galvanizadas, bambú o cualquier otro material que no altere la calidad físico-química del agua recolectada.
- El ancho mínimo de la canaleta será de 75mm y el máximo de 150mm. 
- Las canaletas deberán estar fuertemente adosadas a los bordes más bajos del techo.
- El techo deberá prolongarse hacia el interior de la canaleta, como mínimo en un 20% del ancho de la canaleta.
- La distancia que debe mediar entre la parte superior de la canaleta y la parte más baja del techo debe ser la menor posible para evitar la pérdida de agua.
- El máximo tirante de agua en las proximidades del interceptor no deberá ser mayor al 60% de la profundidad efectiva de la canaleta.
- La velocidad del agua en las canaletas no deberá ser mayor de 1.00m/s.
- Para calcular la capacidad de conducción de la canaleta se podrán emplear fórmulas racionales como la de Manning con sus correspondientes coeficientes de rugosidad, acordes con la calidad.
- Las uniones entre canaletas deben ser herméticas y lo más lisas posibles para evitar el represamiento del agua.

Interceptor

- El volumen del interceptor se debe calcular a razón de un litro de agua de lluvia por metro cuadrado del área del techo drenado.
- El techo destinado a la captación del agua de lluvia puede tener más de un interceptor. En el caso que el área de captación tenga dos o más interceptores, ellos deberán atender áreas específicas del techo y por ningún motivo un determinado interceptor deberá captar las primeras aguas de lluvia de un área que es atendida por otro interceptor.
- Al inicio del tubo de bajada al interceptor deberá existir un ensanchamiento que permita encauzar el agua hacia el interceptor sin que se produzcan reboses, y su ancho inicial debe ser igual al doble del diámetro de la canaleta debiendo tener la reducción a una longitud de dos veces el diámetro.
- El diámetro mínimo del tubo de bajada del interceptor no será menor a 75mm.
- La parte superior del interceptor deberá contar con un dispositivo de cierre automático una vez que el tanque de almacenamiento del interceptor se haya llenado con las primeras lluvias.
- El fondo del tanque de almacenamiento del interceptor deberá contar con grifo o tapón para drenaje del agua luego de concluida la lluvia.
- El interceptor contará con un dispositivo que debe cerrarse una vez que se hayan evacuado las primeras aguas de lluvia.

Almacenamiento



- El volumen del tanque de almacenamiento será determinado a partir de la demanda de agua, de la intensidad de las precipitaciones y del área de captación
- El tanque de almacenamiento podrá ser enterrado, apoyado o elevado (ver ejemplo en fotografía debajo) y tendrá una altura máxima de 2m. En este último caso, la parte superior del tanque no deberá estar a menos de 0.30 metros con respecto al punto más bajo del área de captación.
- El tanque de almacenamiento deberá contar con tapa sanitaria de 0.60 x 0.60m para facilitar la limpieza o el mantenimiento; drenaje de fondo para la eliminación del agua de lavado; grifo situado a 0.10m por encima del fondo; rebose situado a 0.10m por debajo del techo, e ingreso del agua de lluvia. El ingreso del agua de lluvia podrá realizarse por el techo o por las paredes laterales del tanque de almacenamiento y no deberá ser menor de 75mm de diámetro.
- El interior del tanque de almacenamiento deberá ser impermeable y por ningún motivo el agua debe entrar en contacto con el medio ambiente a fin de garantizar la calidad del agua.
- Se podrá instalar en el interior del tanque de almacenamiento un filtro de arena para purificar el agua de lluvia al momento de su extracción. El filtro deberá diseñarse de modo que la velocidad de filtración sea menor a 0.2 m/hora.
- Los tanques de almacenamiento apoyados deben tener alrededor de su base una losa de protección contra la infiltración de 0.20m de ancho. Asimismo, en la zona donde se ubica

el grifo para la extracción del agua debe construirse una losa de 0.50 x 0.50m y borde de 0.10 m de alto. Esta losa debe contar con dren para eliminar el agua que pueda almacenarse durante la extracción del agua.

- El extremo de la tubería de drenaje y de rebose deben apartarse de la pared del tanque de almacenamiento no menos de un metro y descargar a una canaleta para su disposición final.
- El volumen del tanque de almacenamiento se determinará por medio del balance de masa a partir del mes de mayor precipitación y por el lapso de un año, entre el acumulado de la oferta de agua (precipitación pluvial promedio mensual de por lo menos 10 años) y el acumulado de la demanda mes por mes del agua destinada al consumo humano. El volumen neto del tanque de almacenamiento es la resultante de la sustracción de los valores máximos y mínimos de la diferencia de los acumulados entre la oferta y la demanda de agua. (Ver fórmulas en el ítem captación).
- El volumen de diseño del tanque de almacenamiento será igual al 110% del volumen neto.

Tratamiento

El agua retirada del tanque de almacenamiento podrá ser tratada por medio de filtros de mesa o filtración seguida de cloración o cualquier otro proceso de desinfección.

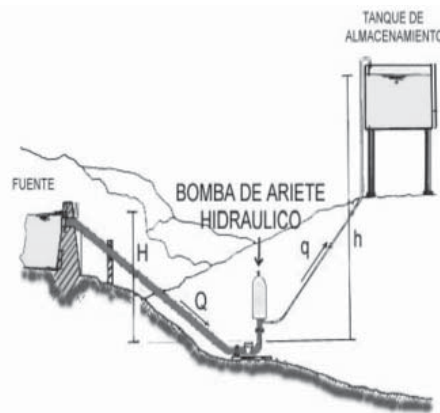
Mantenimiento

(Asegura que la máxima cantidad de agua de lluvia es recolectada adecuadamente).

- Reparar cualquier hueco en el techo, evitar goteras.

- Limpiar los techos y canales entre lluvias.
- Remover partículas extrañas y material fecal de pájaros.
- Asegurar que el canal esté fijado adecuadamente en el techo.
- Chequear todos los dispositivos y mallas.
- Mantener limpio el sistema de almacenamiento, hacer limpieza periódicamente.

5.2.2 Arietes Hidráulicos



Adoptado de Fuentes Renovables de Energía para Sistemas de Abastecimiento de agua/IRC

Este sistema opera por el principio de crear un aumento súbito de presión o golpe de ariete en el tubo de entrada, al detenerse súbitamente el agua que fluye a través de él.

Para poder instalar esta tecnología se debe contar con una fuente de agua que suministre un caudal uniforme y continuo. La fuente debe suministrar de 2.4 a 20 veces más del caudal que se desee bombear. Estas bombas pueden operar con un flujo tan pequeño como 4 litros/minuto, siempre y cuando la caída sea suficiente. Si el flujo de agua es relativamente grande, una caída de 0.80 metros es suficiente para operar una bomba de ariete.

El tubo que alimenta el agua desde la fuente hasta la bomba de ariete se llama tubo de entrada o de suministro. La parte móvil esencial de la bomba es la válvula

de impulso la cual, al abrirse, permite que el flujo de agua en el tubo de entrada gane velocidad y potencia. El cierre súbito de esta válvula hace que el flujo pare y de esta forma crea el aumento de presión en el tubo de entrada, el cual se convierte en potencia para bombear agua.

Al comienzo del ciclo de bombeo el agua de la fuente baja rápidamente por el tubo de entrada, ganando velocidad y potencia y pasa a través del cuerpo de la bomba, escapando finalmente a través de la válvula de impulso. A medida que el flujo a través de la válvula se vuelve más rápido, la presión hidráulica sobre la válvula aumenta hasta que excede el peso de la válvula, o la carga del resorte que sostiene la válvula, y se le obliga a cerrar súbitamente. La columna de agua en movimiento se para instantáneamente, y se crea un aumento súbito de presión en el tubo de alimentación. Esto obliga a que la válvula de entrega se abra y el agua fluya a través de esta válvula abierta a la cámara de aire. Este flujo continúa hasta que la energía del salto de presión se haya acabado. La válvula de impulso se abre entonces, debido a su propio peso o a la carga del resorte, y el agua de la fuente nuevamente empieza a correr a través del tubo de entrada, comenzando un nuevo ciclo de bombeo.

La mayoría de las bombas de ariete hidráulico opera de 30 a 100 ciclos por minuto, dependiendo del peso o la tensión del resorte en su válvula de impulso. La cámara de aire amortigua los pulsos de presión del agua que entra en ella, y de esta forma asegura que el flujo sea relativamente continuo en la tubería de entrega.

Una pequeña válvula de aire va fija a la carcasa de la bomba. Durante cada ciclo de bombeo, se aspira una pequeña cantidad de aire por ella. Esto es esencial, porque parte del aire se disuelve en el agua y sale de la cámara de aire con el agua bombeada. Si no se reemplaza este aire perdido, la cámara de aire se llenaría de agua y la bomba de ariete

hidráulico dejaría de operar.

Las bombas de ariete hidráulico no arrancan solas. Usualmente se opera la válvula de impulso manualmente hasta que la bomba comience a trabajar por la acción del impulso del agua.

¿Qué es el golpe de ariete?

La física reconoce el fenómeno denominado golpe de ariete o choque hidráulico, que ocurre cuando varía bruscamente la presión de un fluido dentro de una tubería motivado por el cierre o abertura de una llave, grifo o válvula; también puede producirse por la puesta en marcha o detención de un motor o bomba hidráulica. Durante la fluctuación brusca de la presión, el líquido fluye a lo largo de la tubería a una velocidad definida como de propagación de la onda de choque.

El cambio de presión provoca deformaciones elásticas en el líquido y en las paredes de la tubería. Este fenómeno se considera indeseable porque causa frecuentes roturas en las redes hidráulicas de las ciudades y en las instalaciones intradomiciliarias, y también es causante de los sonidos característicos que escuchamos en las tuberías cuando abrimos un grifo bruscamente en nuestras casas. Por tal razón, con frecuencia se diseñan válvulas de efecto retardado o se instalan dispositivos de seguridad.

¿Qué es el ariete hidráulico?

Un ariete hidráulico es una bomba elevadora de agua. Su característica principal es su bajísimo costo operacional ya que no consume bencina, gas, petróleo, electricidad etc. Esta bomba ofrece un funcionamiento ininterrumpido por muchos años por estar fabricada en plástico reforzado con fibra de vidrio.

Su costo de instalación no es más elevado que el de otros sistemas de bombeo (casetas, tomas de agua, filtros, anclajes, tanque elevado) con la ventaja de que puede ser

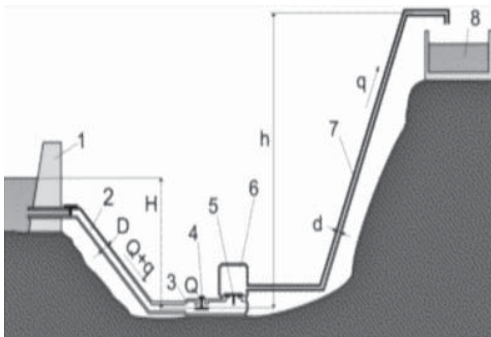
instalada a la intemperie, ya que no necesita una caseta de motobombas.

La bomba de golpe de ariete o ariete hidráulico es un motor hidráulico que utiliza la energía de una cantidad de líquido (comúnmente agua) situada a una altura mayor (el desnivel de un río, presa, acequia u otro depósito o caudal), con el objetivo de elevar una porción de esa cantidad de líquido hasta una altura mayor que la inicial, mediante el empleo del fenómeno físico conocido como golpe de ariete. El equipo bombea un flujo continuo y funciona

ininterrumpidamente sin necesidad de otra fuente de energía.

El ariete hidráulico también puede compararse con un transformador eléctrico, ya que éste recibe una tensión baja (en voltios) con una corriente eléctrica relativamente alta (en amperios) y obtiene un régimen de mayor tensión y menor amperaje, y en el caso del ariete ocurre un proceso similar a nivel hidráulico: recibe un gran caudal ($Q + q$) con una baja carga (H) y obtiene un régimen de mayor presión (h) con un menor caudal (q).

En la siguiente figura se ilustra el Principio de funcionamiento del ariete



El agua procedente de una fuente de alimentación (1) desciende por gravedad por la tubería de alimentación o impulso (2) bajo la acción del desnivel en relación con el ariete hidráulico (H), con un caudal determinado ($Q + q$), y se derrama al exterior del cuerpo o caja de válvulas (3) del ariete

en una cantidad (Q) hasta adquirir una velocidad suficiente para que la presión dinámica cierre la válvula de impulso o ímpetu (4).

El cierre brusco de esta válvula produce el efecto conocido como golpe de ariete, lo cual origina una sobrepresión en la tubería de alimentación que provoca la apertura de la válvula de retención (5), que permite el paso del agua hacia el interior de la cámara de aire (6), provoca la compresión del aire existente y cierta cantidad de agua (q) asciende por la tubería de bombeo o descarga (7). En ese instante se produce una ligera succión en el cuerpo o caja de válvulas, que provoca una disminución de la presión, la apertura de la válvula de impulso y el cierre de la válvula de retención. De esta forma se crean las condiciones para que el proceso se convierta en cíclico, con el consiguiente ascenso de una columna estable de agua hacia el tanque elevado (8), mediante la tubería de bombeo.

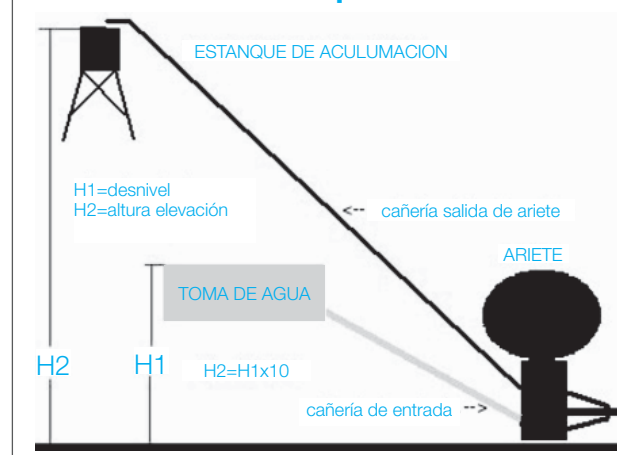
Las Características de Operación

del ariete se visualizan con mejor detalle en el gráfico de la siguiente página.

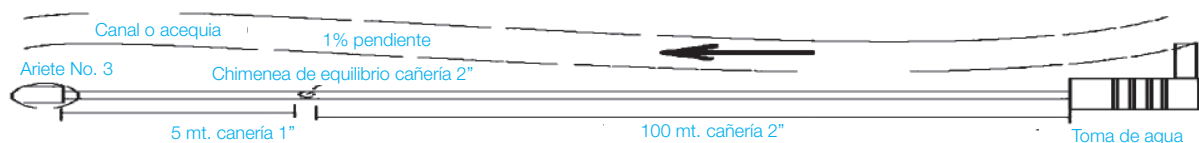
Elevación: El ariete puede elevar el agua a una altura superior a los 70 metros, dependiendo de las condiciones del terreno, básicamente depende de la diferencia de altura entre las tomas de agua y el ariete. La figura siguiente explica esta situación.

Distancia: Se puede conducir el agua a una distancia superior a los 2.000 metros entre el ariete y el estanque en altura. No tiene una gran pérdida de carga como las

Distancia Estanque de acumulación



Detalle para crear el desnivel de funcionamiento para el ariete en este caso 1 metro



NOTA: El agua que bota el ariete se devuelve al canal.

motobombas, ya que la velocidad del agua es muy baja.

Sobre desniveles...

Para que el ariete funcione debe haber un desnivel mínimo de 1 metro de altura entre la toma de agua y la entrada del ariete. Cuando hay una caída natural de agua es muy simple la instalación

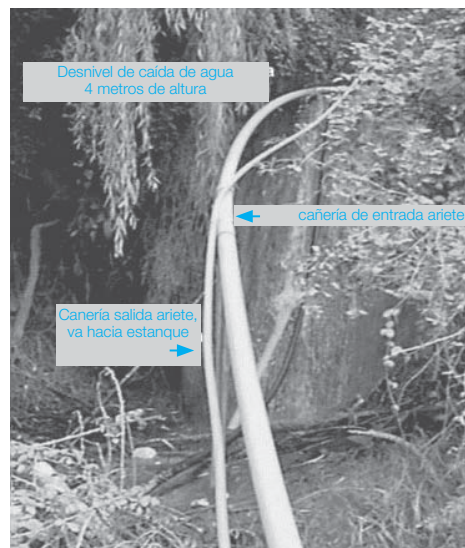
Pero, ¿Qué sucede si no hay una caída de agua en mi propiedad? Es posible crear el desnivel necesario. Como es de suponer, todo canal de agua tiene una pendiente natural, obviamente, la parte mas baja en altura se encontrará siguiendo el curso de agua.

Aprovechando esta condición se puede crear un desnivel usando un largo de cañería tal que en una distancia razonable podamos obtener un desnivel de un metro como mínimo. Considerando una pendiente de 1 % es posible obtener un metro de desnivel en 100 metros de distancia. Las fotos del lado derecho ilustran lo mencionado.

Se puede ver que el canal no es de gran caudal, se observa la toma de agua (la manguera más gruesa) que va corriente abajo hacia el ariete y la manguera de retorno desde el ariete hacia el estanque (la más delgada)

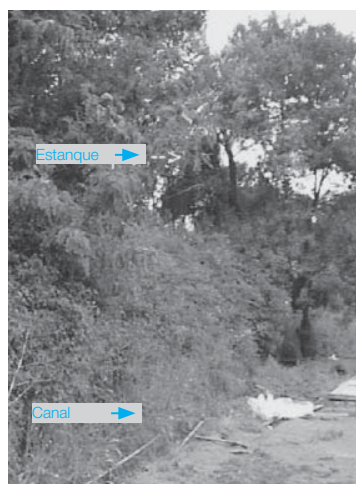


Captación de agua



Caída de agua o desnivel aprox 4 mts

El estanque de agua se encuentra a 8 metros sobre el canal, 12 metros sobre el ariete y a una distancia de 60 metros del ariete. En estas condiciones, el estanque está recibiendo 22.000 litros aproximadamente al día. Las siguientes fotos ilustran la situación descrita.



Estanque de agua

5.3 TRATAMIENTO INTRADOMICILIARIO DEL AGUA

Las comunidades que **no cuentan** con sistemas de agua potable requieren tratar el agua en sus domicilios.

Las que **si cuentan** con sistemas de agua potable requieren prevenirse porque no basta que el agua sea desinfectada y clorada en los sistemas de abastecimiento. La mala higiene

y almacenamiento en las viviendas afecta la calidad y muchas veces es ahí donde el agua se contamina.

En el domicilio es posible mejorar la calidad de pequeños volúmenes de agua aplicando procesos de tratamiento, de acuerdo a la calidad del agua y los contaminantes que existan. Los procesos más utilizados son:

Para remoción de:	Tratamiento utilizado:	Tecnología
Turbiedad	Filtración	Filtro lento de arena a nivel domiciliario Filtros de mesa
Desinfección	Radiación solar Calor Productos químicos	Desinfección solar del agua Ebullición Cloración

5.3.1 Filtro lento de arena a nivel domiciliario

Consiste en un tanque con una capa de arena clasificada. El agua cruda fluye verticalmente en la arena siendo removidas en ese recorrido, mayormente en la capa superior de la arena, las partículas en suspensión y las bacterias.

El agua filtrada es recolectada desde el fondo del filtro. Periódicamente, la capa

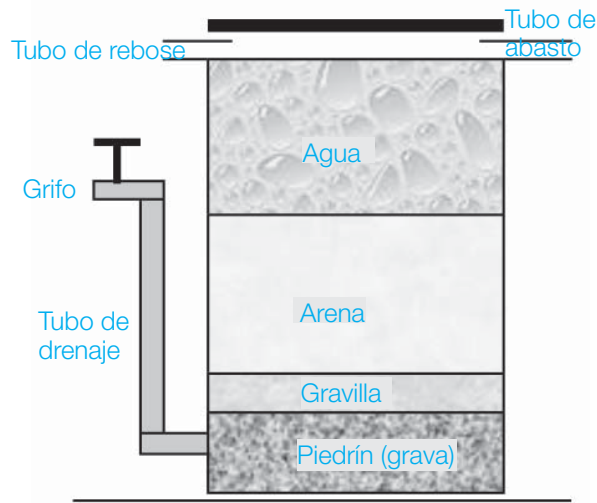
superior de la arena que contiene los sólidos retenidos debe ser removida, lavada y repuesta.

Este proceso sólo se aplica para aguas con turbiedad baja. En estos filtros se desarrollan bacterias colaboradoras útiles para la eliminación de parásitos. El proceso es efectivo también para remoción de compuestos orgánicos, incluyendo algunos pesticidas⁴².

⁴² WORLD HEALTH ORGANIZATION (2006). Guidelines for Drinking-water Quality. First Addendum to Third Edition. Vol1 Recommendations.

Componentes

- Recipiente de plástico (barril), ferrocemento o concreto, con tapadera hermética
- Tubos de entrada y de rebose
- Tubo de salida, con grifo
- Capas de grava, gravilla y arena



Características

- Se utilizan recipientes relativamente fáciles de conseguir o fabricar en la comunidad.
- Para que un filtro nuevo pueda eliminar bacterias y virus deberá funcionar entre 2 y 3 semanas antes de que esta capacidad se desarrolle.
- El filtro no debe usarse como recipiente para el almacenamiento de agua.
- Alrededor del tubo de drenaje, en el fondo del recipiente, se colocan 7.5 cm de piedrín (grava). Luego sobre la grava se colocan 5 cm de arena gruesa y, sobre ésta, se coloca la arena fina.
- Para mantener siempre húmedo el material filtrante, la salida del tubo por el que se sirve el agua filtrada (tubo de drenaje) deberá estar por lo menos 5 cm más alto que el nivel superior de la arena.

- El agua filtrada puede adicionalmente ser desinfectada por medio de la aplicación de cloro.
- Cuando la velocidad de salida del agua disminuye demasiado es tiempo de darle mantenimiento

Mantenimiento

El mantenimiento del filtro consiste en lavar por separado y con agua limpia, el piedrín, la arena gruesa y la arena fina, así como el recipiente.

Ventajas

- Efectividad comprobada en la reducción de la turbiedad y alguna remoción de patógenos. Constituye una opción para reducir la turbiedad del agua, previo al proceso de desinfección, en hogares o a pequeña escala,
- Es una opción sencilla y práctica,
- Costos bajos de adquisición y operación,
- La operación y el mantenimiento son sencillos.

Desventaja

- Útiles solo para situaciones intrafamiliares o a muy pequeña escala.

5.3.2 Filtros de mesa de arena⁴³

Estos filtros se componen de dos baldes de PVC de 20 litros cada uno. El balde superior contiene el elemento filtrante y el inferior se utiliza para almacenar el agua filtrada. Así tenemos el filtro con velas filtrantes de cerámica y prefiltro de arena.

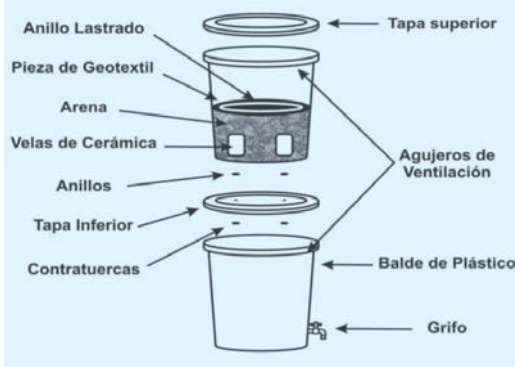
A continuación se presentan las características básicas de un filtro de mesa con reductor de caudal. Este filtro ha sido

⁴³ CEPIS, OPS/OMS, Filtro de mesa de arena, guía de construcción, operación y mantenimiento, Lima 2,000, 10 páginas.

diseñado para el tratamiento domiciliario de agua con baja carga bacteriológica y hasta 100 UNT de turbiedad. También se abordan los aspectos relativos a su construcción, operación, ubicación y mantenimiento, con el objetivo de obtener así el mayor beneficio del filtro.

Características del filtro

Este filtro de mesa permite obtener en promedio 3.75 litros de agua por hora. La pieza de geotextil y la arena, cada una en grado diferente, se encargan de remover la turbiedad. El reductor de caudal es el encargado de controlar la tasa de filtración permitiendo obtener de este modo agua clara, para realizar luego la desinfección con cloro. La siguiente figura muestra los componentes del filtro.



Materiales

- Dos baldes de plástico de 20 litros de capacidad
- Un grifo de plástico.
- 84 centímetros de manguera gruesa (Ø : 3/8")
- 2 cm de manguera de pared delgada (Ø : 5/16" para que ingrese en la manguera de 3/8")
- Arena de río aproximadamente 10 litros
- **La arena debe clasificarse empleando dos mallas:**
 - Malla metálica No. 20 (Ø interno: 0.84mm) de 50x50 cm
 - Malla metálica No. 60 (Ø interno: 0.25mm) de 50x50cm

- **Un reductor de caudal, el cual será construido tal como se indica más adelante, con los siguientes materiales:**

- 12 cm de tubo PVC clase 10 (Ø : 3/4")
- 2 cm de tubo PVC clase 10 (Ø : 1")
- 5.5 cm de tubo PVC clase 10 (Ø : 1/2")
- 1 tapón para el tubo clase 10 (Ø : 3/4")
- 1 frasco de pegamento para PVC (1/32 de galón)
- 20 cm de microtubo clase 10 (Ø : 1mm)
- Una pieza de geotextil de 2 cm x 17 cm.

- **Una pieza de geotextil de 40 x 40 cm con las siguientes características:**

- Material no tejido de polipropileno y resistente a la radiación UV.
- Espesor de la pieza 2.0-2.5 mm
- Permeabilidad 0.40-0.60 cm/s
- Permitividad $2.10-2.28 \text{ s}^{-1}$
- Tamaño aparente de abertura:
 - » Malla (estándar U. S.) 100-70
 - » En milímetros 0.15-0.20

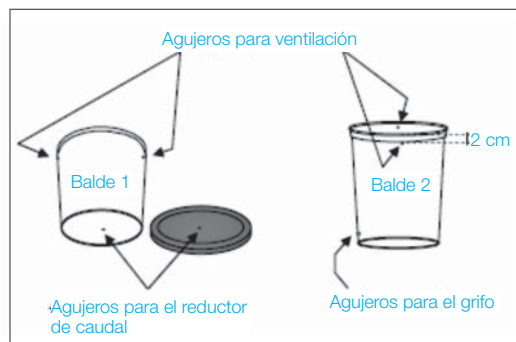
Construcción

En la construcción del filtro se realizan dos procedimientos; primero, la preparación de algunos elementos del filtro y segundo la colocación de los mismos.

PREPARACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL FILTRO

Balde

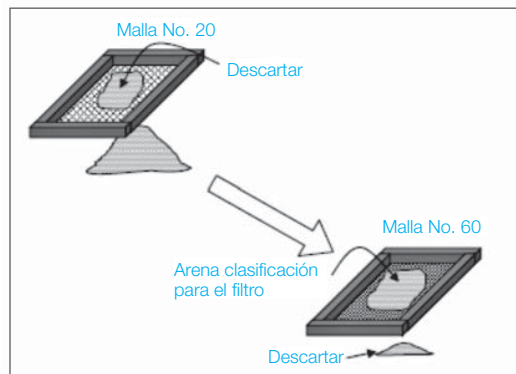
- En la base y tapa de uno de los baldes hacer dos agujeros coincidentes de 2.1 cm de diámetro. Estos agujeros servirán para la colocación del reductor de caudal.
- En el otro balde hacer un agujero del diámetro de la espiga del grifo.
- En la pared de los dos baldes hacer dos agujeros diametralmente opuestos, de 2mm de diámetro, deben estar ubicados a 2 cm del borde superior del balde. Estos servirán para la ventilación, según se ilustra a continuación.



Clasificación de la arena

- Cernir la arena en la malla No 20 y desechar los granos retenidos en la malla.
- Pasar la arena cernida a través de la malla No 60 y descartar la porción que la atraviesa.
- Lavar la arena retenida en la malla No 60 con abundante agua hasta que esté libre de suciedad.

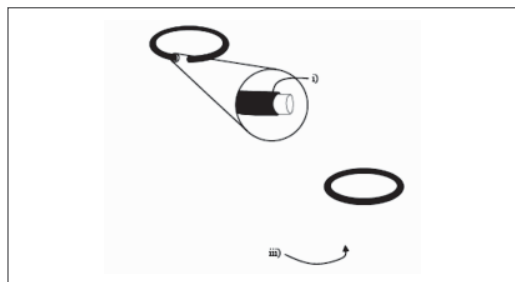
El proceso a seguir se ilustra en la siguiente figura



Pieza de geotextil

- Cortar en el geotextil un círculo de 35 cm de diámetro.

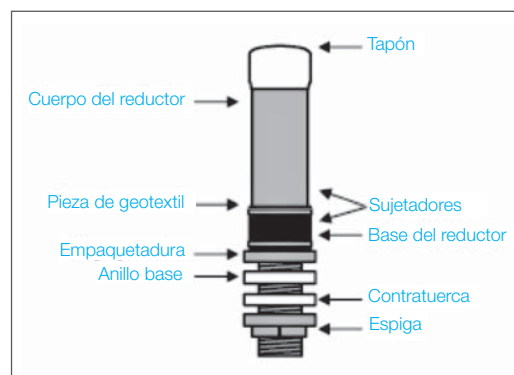
Anillo sujetador (sus detalles se muestran en la siguiente figura)



- Pegar en un extremo de la manguera gruesa la manguera de menor diámetro (servirá de unión en el momento de hacer el anillo).
- Rellenar la manguera con arena gruesa u otro material similar (así tendrá suficiente peso).
- Unir ambos extremos de las mangueras.

Reductor de Caudal

Consta de las siguientes partes



Los pasos que se requieren para construir el reductor de caudal deben efectuarse con mucho cuidado debido a que este dispositivo es la parte principal del filtro.

PREPARACIÓN DE LOS MATERIALES

Realizar los siguientes trabajos a los materiales listados anteriormente.

1. Hacer un roscado interno de 2.2 cm de longitud al tubo de $\frac{3}{4}$ ".



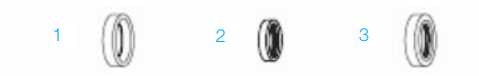
2. Hacer un roscado externo de 5.5 cm de longitud al tubo de $\frac{1}{2}$ ".



Base del reductor

1. Cortar un anillo de 0.5 cm de longitud del tubo de 1".
2. Cortar un anillo de 0.5 cm de longitud del extremo roscado del tubo de $\frac{3}{4}$ ".

3. Coger ambos anillos y pegarlos.
4. La siguiente figura ilustra secuencialmente las tareas descritas



Contratuerca

1. Cortar un anillo de 1 cm de longitud del extremo roscado del tubo de $\frac{3}{4}$ "
2. Cortar dos anillos de 0.5 cm de longitud del tubo de 1"
3. A un anillo de 0.5 cm darle una forma hexagonal.
4. Coger el anillo de 0.5 cm y la forma hexagonal y pegarlos sobre el anillo de $\frac{3}{4}$ ".

Las tareas descritas están ilustradas en la siguiente figura



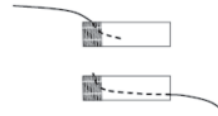
Cuerpo del reductor

1. Cortar 9.5 cm desde el extremo roscado del tubo de $\frac{3}{4}$ ", (debe quedar una rosca interna de 0.5 cm).
2. En el extremo roscado, hacer una rosca externa de 2 cm de longitud.
3. Hacer cuatro cortes (surcos) transversales equidistantes al roscado externo.
4. Hacer un agujero de 2mm de diámetro en el extremo roscado del tubo a 1 cm del extremo. En lo posible el agujero debe ser inclinado según la dirección de la flecha. Lo mencionado se ilustra a continuación

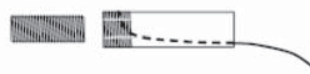


5. Introducir el micro tubo por el agujero dejando 0.5 cm de micro tubo libre, agregarle pegamento internamente y

externamente, cuando haya secado el pegamento nivelar el extremo libre.



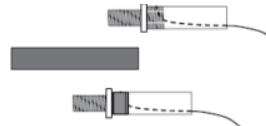
6. Pegar el tubo $\frac{1}{2}$ " enroscándolo en el cuerpo del reductor.



7. Pegar el anillo de la base enroscándolo en el tubo de $\frac{1}{2}$ ".



8. Colocar con el geotextil alrededor del agujero y asegurarlo con cable de atadero (u otro dispositivo). Como en la siguiente figura



9. Enrollar el micro tubo cuidando que el extremo libre quede hacia arriba.



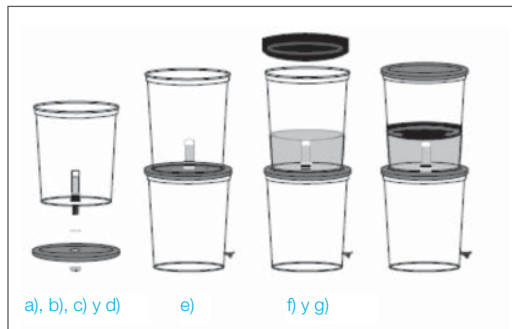
10. Colocar el tapón.

COLOCACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL FILTRO

- a) Insertar la espiga del reductor de caudal en el agujero de la base del balde. Asegurarse que la espiga tiene la empaquetadura.
- b) Colocar el anillo.
- c) Colocar la tapa.
- d) Colocar la contratuerca del reductor de caudal.
- f) Agregar la arena clasificada hasta cubrir totalmente el reductor de caudal.

- g) Colocar el anillo sujetador sobre el geotextil extendido, luego, con cuidado, ubicarlo sobre la arena dentro del balde. Asegurarse que el pre filtro quede fuertemente presionado entre la pared del balde y el anillo de sujeción.

Este proceso se ilustra a continuación



Ubicación del filtro

- El filtro debe colocarse en el interior de la casa, preferentemente en la cocina o comedor y sobre una mesa o una banca.
- El grifo debe quedar libre para facilitar el retiro del agua.
- Cada vez que retire agua del filtro asegúrese que el grifo quede bien cerrado.
- El filtro no debe emplearse para transportar el agua desde la fuente a la vivienda porque el grifo puede dañarse.

Operación del filtro

- Llenar el filtro con agua hasta 4 cm por debajo del nivel de la tapa.
- Revisar periódicamente el nivel del agua.

Mantenimiento del filtro

- La limpieza debe hacerse cuando el flujo del agua se reduce notoriamente.
- Con mucho cuidado retire el anillo sujetador, la pieza de geotextil y la arena.
- Coloque la arena en un balde o cualquier otro tipo de recipiente para su lavado.
- Lave la arena frotándola con la mano y con ayuda de abundante agua. El

proceso del lavado se repite hasta que el agua de lavado esté libre de turbiedad.

5.4 TECNOLOGÍAS PARA LA DESINFECCIÓN DEL AGUA

La selección de la tecnología a utilizar para desinfectar el agua para consumo humano debe tomar en cuenta varios criterios, entre ellos se pueden mencionar:

a) en cuanto al agente desinfectante:

- su eficacia, su facilidad y seguridad en el manejo,
- el costo de adquisición,
- el equipo para su producción, aplicación y dosificación,
- la fuente o fuentes de energía necesarias
- su aceptación por el usuario, etc.

b) en cuanto al equipo para su producción, aplicación y dosificación:

- costo del equipo,
- eficiencia y eficacia,
- fuentes de energía
- facilidades, costos y seguridad en su instalación, operación y mantenimiento,
- vida útil,
- aceptación por parte de la comunidad, etc.

Adicionalmente a lo anterior, es de suma importancia contar con el apoyo institucional (tanto de los organismos rectores y reguladores, como de las instancias responsables del abastecimiento y calidad del agua), así como de una buena organización de la comunidad, en caso de ser necesario.

Existen una serie de opciones tecnológicas para la aplicación de métodos o agentes de desinfección de agua para consumo humano. Estas tecnologías pueden clasificarse en: tecnologías **sencillas**, tecnologías para **sistemas grandes de abastecimiento** y tecnologías **especiales**.

En esta guía solo consideramos algunas de las tecnologías sencillas utilizadas (o con posibilidades de ser usadas) en comunidades rurales. Estas tecnologías tratan de evitar los problemas que genera la manipulación del cloro gas o del hipoclorito de calcio utilizados en grandes sistemas de abastecimiento y sistemas especiales.

5.4.1 Ebullición o calentamiento con combustible

La ebullición o calentamiento con combustible (leña, gas propano, gas butano, kerosene, etc.) se ha utilizado tradicionalmente para desinfectar el agua para beber en el hogar. Este método es efectivo para destruir toda clase de patógenos (virus, bacterias, esporas bacterianas, hongos, protozoos y huevos helmintos de helmintos), sin importar mucho el grado de turbiedad y la existencia de sustancias disueltas. La OMS recomienda llevar el agua al punto de ebullición como indicador de que se ha alcanzado una alta temperatura.

El agua debe ser hervida en un recipiente tapado, por un tiempo de al menos 5 minutos contados a partir del inicio de la ebullición vigorosa. Luego de hervida, el agua debe enfriarse naturalmente para su posterior consumo, evitándose introducir recipientes en el agua que puedan provocar la recontaminación.

Aunque generalmente las bacterias relacionadas con enfermedades de origen hídrico no forman esporas, debe recordarse que las esporas de las bacterias termofílicas pueden sobrevivir a temperaturas superiores a los 100 °C.

Debido a que este método es costoso, pues se estima que para hervir 1,0 litros de agua se necesita quemar 1,0 kg de leña, se recomienda para desinfectar pequeñas cantidades (por ejemplo, agua para beber) o cantidades más grandes sólo en situaciones de emergencia.

Para asegurar la eficacia de este método se recomienda que el agua se almacene en el mismo recipiente utilizado para la ebullición y, preferiblemente que tenga una tapadera o cierre protector, de modo de evitar la recontaminación. Se recomienda también que se consuma el mismo día. En este caso es necesaria también la higiene personal para evitar la recontaminación en el manejo del agua hervida, principalmente si no se cuida la limpieza de las manos y de los recipientes para beber.

Ventajas

- Efectivo para destruir toda clase de patógenos (virus, bacterias, esporas bacterianas, hongos, protozoos y huevos helmintos de helmintos),
- No importa el nivel de turbiedad del agua y sustancias disueltas,
- Sencillo y práctico para cantidades pequeñas de agua,
- El punto de ebullición es un indicador de que se ha alcanzado una temperatura suficientemente alta para la destrucción de patógenos,
- Accesible a comunidades del área rural, principalmente cuando se usan estufas de leña o carbón, mejoradas
- No existen problemas de operación ni de mantenimiento.

Desventajas

- El consumo de energía es alto y por consiguiente, los costos pueden ser prohibitivos,
- Solo se puede usar para pequeñas cantidades de agua, generalmente a nivel del hogar,
- Su utilización puede provocar la depredación de bosques, por el uso de leña,
- La recontaminación puede darse con facilidad si no se toman las medidas higiénicas y de protección pertinentes,
- El agua, de preferencia, debe consumirse el mismo día,

- El sabor del agua se modifica y, por lo tanto, requiere aireación posterior para mejorarlo.

5.4.2 Desinfección por energía solar (Tecnología SODIS⁴⁴)

Una de las maneras más sencillas de garantizar la calidad del agua a nivel domiciliario es utilizando la desinfección solar del agua.

El efecto de destrucción de microorganismos a través de la radiación solar se debe a la combinación de los rayos ultravioleta (UV), en el rango de 320 a 400 nm, y del calentamiento a temperaturas entre 50 y 60 °C, rango que es suficiente para inactivar muchos virus entéricos, bacterias y parásitos, si se expone el agua durante 1 hora o más.

Esta tecnología fue desarrollada por científicos de la Swiss Federal Agency for Environmental Science and Technology⁴⁵ (EAWAG) y otros colaboradores. Además de económica, es una opción tecnológica bastante simple y práctica. El sistema SODIS considera las siguientes etapas básicas:

- remoción de sólidos en aguas con turbiedad alta (>30 UTN) por medio de filtración, si es necesario;
- colocación de agua de baja turbiedad (<30 UTN) en recipientes plásticos de 1 a 2 litros de capacidad (pueden usarse botellas descartables de bebidas gaseosas, de plástico duro, y preferiblemente pintadas de negro en una de sus mitades exteriores);
- aireación (oxigenación) del agua por agitación vigorosa en contacto con el aire o intercambiando el agua entre recipientes limpios; y,

- exposición del recipiente lleno con el agua a desinfectar, a la luz solar durante cerca de 5 horas (o más tiempo si es un día parcialmente nublado).

El sistema SODIS tiene la ventaja de que no modifica el sabor del agua, al no agregársele productos químicos como en el caso del cloro.

Este sistema es eficaz para desinfectar pequeñas cantidades de agua con baja turbiedad (<10 litros). Se utilizan botellas plásticas transparentes que son llenadas con agua y expuestas al sol, durante cinco horas o más, para alcanzar la desinfección esperada. Las botellas plásticas duras son preferidas sobre el vidrio en virtud de su fácil manejo, menor riesgo a la rotura y costos más bajos. Si se utilizan botellas de tereftalato de polietileno (PET), debe tomarse en cuenta que estos se deforman si las temperaturas exceden 65 °C.

Para acortar los tiempos de irradiación, o cuando la radiación solar no es suficientemente elevada, puede utilizarse una base semicilíndrica forrada con papel de aluminio, o pintar de negro la parte inferior externa de la botella.

Ventajas

- La inactivación microbiana se da por pasteurización y es eficaz para pequeños volúmenes de agua,
- Es una tecnología simple, práctica y de muy bajo costo,
- No se modifica la calidad del agua. Se obtiene buena calidad microbiológica del agua si la turbiedad es <30 UTN y se tiene suficiente oxígeno disuelto,
- Se combinan los efectos de la radiación UV y calentamiento,
- La operación es muy sencilla,
- No existen problemas de mantenimiento.

⁴⁴ SODIS: Solar Desinfección

⁴⁵ Agencia Federal Suiza para la Ciencia y Tecnología Ambiental.

Desventajas

- Frecuentemente se requieren varias horas para desinfectar, e inclusive hasta días, dependiendo del nivel de insolación,
- No se reduce significativamente la población de la mayoría de patógenos termo resistentes o no se destruyen otros como el virus de la hepatitis A y las esporas,
- Los volúmenes de agua se limitan a unos pocos litros y, por lo general, se requieren varios recipientes por día.
- No existe efecto residual desinfectante, por lo que el agua debe consumirse el mismo día.
- Si hay alta turbiedad, ésta interfiere con la inactivación microbiana. Al haber alta turbiedad, ésta debe reducirse por sedimentación o filtración, antes de exponer las botellas al sol.
- Requiere pre-aireación para crear condiciones aeróbicas.

y se deja reposar de 20 a 30 minutos en un recipiente con tapa.

Se puede utilizar cloro líquido (hipoclorito de sodio) o cloro sólido (hipoclorito de calcio). El hipoclorito de sodio es una solución que se puede obtener en concentraciones del 1% al 10%.

Las soluciones comerciales pueden ser apropiadas, pero existen dudas en cuanto a aquellas que se usan para el lavado de ropa porque pueden contener sustancias tóxicas. El hipoclorito de calcio se vende en forma de polvo o de gránulos con concentraciones de 20, 35, 65 y 70% de cloro disponible, y en tabletas con concentraciones de 65% y 70% de cloro disponible.

Generalmente, para desinfectar el agua, es más fácil aplicar el hipoclorito de sodio, por ser una solución líquida. En todo caso, se debe preparar una solución madre con una concentración de cloro disponible del 1%.

El siguiente cuadro muestra la cantidad, en gramos, de diversas formas de hipoclorito de calcio que se añade a un litro de agua para preparar una solución madre al 1%.

5.4.3 Aplicación de cloro en el hogar: Desinfección química con cloro⁴⁶

Para tener agua segura se debe almacenar el agua en recipientes con tapa, que no presenten óxido ni sedimentos. No se usan recipientes que hayan contenido productos tóxicos o estén revestidos con brea. Para desinfectar el agua se aplica con gotero una cantidad de solución clorada⁴⁷ (dependiendo de la concentración) por cada litro de agua

⁴⁶ El cloro es peligroso. Es muy corrosivo en solución concentrada y las salpicaduras pueden causar quemaduras y lesiones en los ojos. Si salpica cloro en los ojos o en la piel, deben lavarse inmediatamente con abundante agua. Los lugares donde se almacene deben ofrecer condiciones de seguridad, y es necesario tomar precauciones especiales para impedir el acceso de niños, niñas y animales.

⁴⁷ Lejía, es el término utilizado en el Perú y otros países, para el agua clorada al 2% de cloro activo. También se le llama, lavandina o agua sanitaria.

PREPARACIÓN DE 1 LITRO DE SOLUCIÓN MADRE DEL 1% DE HIPOCLORITO CON DIVERSOS COMPUESTOS DE HIPOCLORITO DE CALCIO

Nombre del compuesto	Cloro disponible (%)	Gramos del compuesto de cloro por litro de agua
Cal clorada	20	50
Cal clorada	25	40
Hipoclorito de calcio	35	28,6
Hipoclorito de calcio (HTH)	65	15,4
Hipoclorito de calcio (HTH)	70	14,3

Fuente: Manual de Desinfección, OPS/OMS, 1995

En los cuadros que siguen se indica la cantidad de diversas concentraciones de solución de hipoclorito que hay que agregar a diversos volúmenes de recipientes domésticos para dosificarlos con 2 mg/litro y 5 mg/litro de cloro disponible, dependiendo del nivel de turbiedad del agua a desinfectar.

Actualmente existen en el mercado preparados de hipoclorito de sodio y de hipoclorito de calcio, con las instrucciones correspondientes a las dosis a aplicar.

DESINFECCIÓN DE AGUA EN RECIPIENTES DOMÉSTICOS DE VARIAS CAPACIDADES, CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SOLUCIONES DE HIPOCLORITO

(Dosis deseada: 2 mg/litro de cloro. Para agua de poca turbiedad pero contaminada)

Cloro libre disponible (%)	Capacidad del recipiente (litros)			
	1	10	15	20
0,5	8 gotas	4 ml	6 ml	8 ml
1	4 gotas	40 gotas (2 ml)	3 ml	4 ml
2	2 gotas	20 gotas	30 gotas	40 gotas
5	1 gotas *	8 gotas	12 gotas	16 gotas
10	1 gotas *	4 gotas	6 gotas	8 gotas

Fuente: Manual de Desinfección, OPS/OMS, 1995

* Dosis mínima posible

DESINFECCIÓN DE AGUA EN RECIPIENTES DOMÉSTICOS DE VARIAS CAPACIDADES, CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SOLUCIONES DE HIPOCLORITO

(Dosis deseada: 5 mg/litro de cloro. Para agua turbia muy contaminada)

Cloro libre disponible (%)	Capacidad del recipiente (litros)			
	1	10	15	20
0,5	20 gotas	10 ml	15 ml	20 ml
1	10 gotas	5 ml	7,5 ml	10 ml
2	5 gotas	2,5 ml	3,75 ml	5 ml
5	2 gotas	20 gotas	1,5 ml	2 ml
10	1 gotas *	10 gotas	15 gotas	20 gotas

Fuente: Manual de Desinfección, OPS/OMS, 1995

* Dosis mínima posible

Inmediatamente después de aplicar la solución de hipoclorito, se debe mezclar bien y dejarla reposar durante un mínimo de 30 minutos antes de usarla.

A continuación en forma de afiche se muestran los tres métodos más utilizados a

nivel domiciliario en Guatemala. Este afiche fue desarrollado por la Red de Agua Potable y Saneamiento de Guatemala (RASGUA), y fue muy útil en el trabajo de promoción desarrollado por las organizaciones miembros, ante la emergencia suscitada por la tormenta Stan en octubre del año 2005.

Tres métodos para tener agua segura para tomar

Si el agua está turbia, colarla en tela o pasarla en filtro casero.

SODIS

- 1 Usar botellas limpias de 1 ó 2 litros transparentes de plástico con tapaderas.
- 2 Lavar las botellas y las tapaderas.
- 3 Llenar las botellas con agua clara y taparlas bien.
- 4 En la mañana, colocar las botellas al sol en el techo o sobre una lámina.
- 5 Al final del día recoger las botellas.
- 6 Si el día estuvo nublado dejar las botellas por un día más.
- 7 Tomar el agua en un vaso o taza limpia.

CLORAR

- 1 Llenar un envase limpio de 1 litro con agua clara.
- 2 Poner cloro al 5%, 2 gotas por 1 litro de agua y agitar bien.
- 3 Tapar bien la botella.
- 4 Mezclar el agua con el cloro.
- 5 Esperar a que pasen 30 minutos.
- 6 Tomar el agua desinfectada en una taza o vaso limpio.
- 7 Guardar el agua en un recipiente con tapadera.

HERVIR

- 1 Lavar y llenar una olla con agua limpia.
- 2 Poner la olla al fuego. Cuando salgan burbujas, dejar hervir el agua cinco minutos más.
- 3 Dejar enfriar el agua con la olla tapada.
- 4 Echar el agua hervida en un envase o tinaja limpia con tapadera.
- 5 Servir el agua en un vaso o taza limpia.
- 6 Tapar la tinaja o el envase.
- 7 Tomar el agua.

Si utiliza cualquiera de los tres métodos, su agua es segura

Plan de Emergencia en Agua y Saneamiento. Tormenta Stan



Fotografía cortesía de Carlos Oajaca