

Sistema de captación, almacenamiento y purificación de agua de lluvia

Transferencia de tecnología es... *aprovechar mejor*



GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT

EJEMPLAR GRATUITO
PROHIBIDA SU VENTA



www.conafor.gob.mx



PAQUETE TECNOLÓGICO

**Sistema de captación,
almacenamiento y purificación
de agua de lluvia**

Presentación:

El presente material tiene como objetivo divulgar distintas técnicas para el aprovechamiento forestal sustentable, apropiadas para las condiciones de las zonas forestales y marginadas en nuestro país.

Con este manual de transferencia tecnológica se da a conocer un paquete práctico, sencillo y de bajo costo que contiene un sistema para la captación y almacenamiento de agua de lluvia, utilizando materiales de fácil localización, así como un biofiltro de arena para la purificación del agua captada.

Este manual forma parte de una serie que contiene distintos paquetes tecnológicos para el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales y forestales, los cuales se encuentran a su disposición en la página de Internet: www.conafor.gob.mx/biblioteca-forestal

Esperamos sean de utilidad para realizar la transferencia y divulgación de tecnologías sustentables.

ÍNDICE

Introducción	6
Objetivos	8
Metodología	8
Capítulo 1	
Sistema de captación de agua de lluvia	10
Materiales	10
Materiales para la conducción de agua captada	11
Materiales del filtro de grava para retención de sólidos	12
Construcción del sistema de captación de agua de lluvia	12
Paso 1 Preparación de las canaletas	12
Paso 2 Instalación de las canaletas	13
Paso 3 Instalación del bajante	14
Construcción del filtro de grava	15
Paso 1 Preparación del cuerpo del filtro	15
Paso 2 Llenado del filtro de grava	16
Recomendaciones para el mantenimiento del sistema de captación de agua de lluvia	18
Ventajas y desventajas del sistema de captación de agua de lluvia	19

Capítulo 2

Biofiltro de arena	19
Materiales para su construcción	20
Construcción del biofiltro de arena	22
Paso 1 Preparación del cuerpo del filtro	22
Paso 2 Llenado del filtro de grava	23
Paso 3: Posición de la placa difusora	23
Funcionamiento	24
Mantenimiento	26
¿Cómo funciona el biofiltro de arena?	28
Ventajas y desventajas de uso del biofiltro de arena	28
Literatura citada	29
Glosario	30

Introducción

El abastecimiento de agua, principalmente en zonas rurales, se ha vuelto una prioridad debido a que en algunas zonas del país las lluvias son escasas e irregulares. Implementando sistemas de captación de agua de lluvia se puede mejorar la calidad de vida de los pobladores de estas regiones, ya que se trata de un método por el cual se obtiene suficiente agua de calidad para el consumo humano.

Se puede decir, con base en los vestigios encontrados de sistemas de captación de agua de lluvia, así como su persistencia en diferentes culturas, que estas técnicas han desempeñado un papel preponderante en la vida de los habitantes de las zonas áridas y semiáridas de diversas partes del mundo. Este tipo de sistemas consistían en el desmonte de lomas haciendo que las escorrentías aumentaran para ser dirigidas a lugares específicos. Otro tipo de técnicas, como la microcaptación, han sido utilizadas en lugares como el altiplano y noreste de México, en Túnez y Estados Unidos (FAO, 2000).

Los sistemas de captación de agua de lluvia han sido poco utilizados, y este tipo de documentos son una herramienta que orienta sobre la obtención de agua para el uso humano, mediante tecnologías amigables con el entorno. Para este efecto, el agua de lluvia es interceptada en los techos de las casas y dirigida por medio de canaletas o tuberías hasta el lugar de su almacenamiento, donde se puede mantener el agua en buenas condiciones por largos periodos de tiempo.

El paquete tecnológico comprende dos tecnologías que pueden ser utilizadas en conjunto o por separado, según sea el caso y/o las necesidades de cada cual.

El Programa Especial de Cambio Climático de la SEMARNAT, en el tema sobre Recursos Hídricos, señala lo siguiente:

“En México, la disponibilidad media de agua por habitante se redujo, de 11,500 metros cúbicos (m³) anuales en el año 1955, a 4,900 m³ en el 2000, y a 3,822 m³ en el 2005. Si el régimen de precipitación pluvial no se modifica sustancialmente, sólo por el crecimiento de la población se esperarían disponibilidades medias de 3,610 m³ en el 2012, de 3,285 m³ en el 2030, y de 3,260 m³ en el 2050”.

Es muy probable que debido al cambio climático llueva menos o con mayor intensidad, y la disponibilidad media anual de agua por habitante disminuya en forma acelerada, especialmente en las regiones áridas y semiáridas del país.

Los escenarios más reconocidos del cambio climático señalan como altamente vulnerables los recursos hídricos asociados con la línea costera mexicana y con las zonas inundables, a causa de la intrusión marina y debido a impactos de fenómenos meteorológicos. Los asentamientos humanos y las obras de infraestructura localizadas en estas zonas también serán altamente vulnerables.

En esta sección se distingue entre recursos hídricos e infraestructura hidráulica, los que constituyen, respectivamente, sistemas naturales y sistemas humanos sujetos a impacto. El objetivo es reducir la vulnerabilidad por adecuación y ampliación de infraestructura hidráulica, así como fortalecer las capacidades estratégicas de adaptación mediante instrumentos institucionales, mejoras a infraestructuras y servicios, e investigación y desarrollo tecnológico.

Es importante señalar que es de observancia obligatoria en el territorio nacional para todos los organismos responsables de procesar, almacenar o distribuir agua para uso y consumo humano, cumplir con la modificación a la Norma Oficial Mexicana: NOM-127-SSA1-1994, “Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización”.

Objetivo General

Transferir una tecnología de captación, almacenamiento y purificación de agua de lluvia para las comunidades rurales forestales con altos índices de marginación.

Objetivos Específicos

1. Transferir la tecnología para la elaboración de un sistema de captación, almacenamiento y potabilización de agua de lluvia de forma sencilla y económica.
2. Proporcionar herramientas que contribuyan a mejorar las condiciones de vida y el enriquecimiento de la cultura del uso sustentable de los recursos naturales utilizando materiales y herramientas comunes de cada región.

Metodología

Este paquete tecnológico facilita la captación y el almacenamiento de agua de lluvia con la técnica conocida como SCAPT (Sistema de captación de agua pluvial en techos) o SCALL (Sistema de captación de agua de lluvia) en techos, la cual incluye rejillas y filtro de gravas que evitan que el agua arrastre sólidos a los tanques de almacenamiento.

El techo de las viviendas, escuelas, iglesias, almacenes, etcétera, proporcionan una superficie adecuada para interceptar el agua de lluvia y dirigirla, por medio de canaletas y tuberías, hacia un filtro de gravas y posteriormente al sitio final de almacenamiento, de donde después se puede conducir a un biofiltro de arena para que finalmente pueda ser utilizada por los habitantes de la comunidad. El filtro de gravas debe estar en una posición más elevada que el tanque o cisterna de almacenamiento para que el agua pueda fluir.

El biofiltro es un sistema en donde la purificación de agua se realiza por medio de una capa biológica que se forma en la superficie de la arena que contiene el

filtro. Al pasar el agua por el filtro, los microorganismos que ahí se desarrollan degradan los contaminantes disueltos y los sólidos suspendidos se retienen por filtración. El agua que sale del filtro se considera de calidad aceptable para su consumo, siempre y cuando se agregue una etapa de desinfección que asegure su calidad bacteriológica.

La cantidad de líquido que se puede captar con este tipo de tecnologías está en función de la precipitación anual de la zona y de la superficie de captación. Esta cantidad puede verse afectada por los materiales del techo, salpicaduras fuera del área de captación, fugas, evaporación y absorción.

El cuadro 1 muestra valores aproximados de la cantidad de agua que puede captarse dependiendo de la precipitación anual y del área disponible de captación. Sin embargo, las cantidades pueden variar dependiendo del material empleado.

Precipitación pluvial (mm/año)	Agua captada (litros/año)		
	Superficie de captación (m ²)		
	20	30	40
200	4,000	6,000	8,000
300	6,000	9,000	12,000
500	10,000	15,000	20,000
1,000	20,000	30,000	40,000
1,500	30,000	45,000	60,000

Cuadro 1. Cantidad aproximada de agua captada por superficie de captación.

Los volúmenes de agua de la tabla anterior deben multiplicarse por el coeficiente de escurrimiento, que depende del tipo de techo de captación (ver cuadro 2). Por ejemplo, para un techo de lámina metálica corrugada el coeficiente va de 0.7 a 0.9, mientras que para un techo de teja es de 0.6 a 0.9.

Material del techo	Coefficiente de escurrimiento
Lámina galvanizada lisa	> 0.9
Lámina metálica corrugada	0.7 a 0.9
Lámina de asbesto	0.8 a 0.9
Teja	0.6 a 0.9
Palma	0.20

Cuadro 2. Coeficientes de escurrimiento de agua de lluvia para techos de varios materiales. Fuente: Lee y Visscher, 1992, y Caballero, 2007.

La cisterna o tanque de almacenamiento debe tener la capacidad suficiente para almacenar toda el agua que pueda captar. Las dimensiones de las canaletas dependerán de la cantidad de agua que se capte y conduzca.

Capítulo 1

Sistema de captación de agua de lluvia

Materiales

Los materiales necesarios para la construcción del sistema de captación de agua de lluvia dependen del tamaño del área que se utilizará para captarla (techo) y de la cantidad que se espera captar.

Materiales para la conducción del agua captada

- Canaletas de lámina galvanizada grado sanitizante doblada en forma de "U" calibre 26 o superior, o media caña de tubo PVC sanitario de 4 ó 6 pulgadas. La sección de la canaleta propuesta es adecuada para conducir el agua captada en un techo de 50 metros cuadrados aproximadamente.
- Ménsulas de solera o abrazaderas. Las suficientes para poner una cada 50 centímetros a todo lo largo de la canaleta y una en cada extremo. También considerar las suficientes para fijar a la pared el bajante y la tubería de conducción.
- Un embudo de lámina galvanizada en el que su parte más ancha pueda conectarse con el extremo de la canaleta. El cono inferior del embudo no deberá ser de menos de 3 pulgadas de diámetro. También se puede utilizar como embudo una reducción de PVC de 4" x 3" o un garrafón cortado, colocando el extremo más ancho en la parte superior.
- Un rectángulo de 25 x 20 centímetros de malla de mosquitero con un tamaño de abertura de entre 0.5 y 1 centímetro. También se puede utilizar una coladera de las utilizadas comúnmente en los patios y baños de las casas.
- Tubería de PVC o galvanizada de mínimo 3 pulgadas de diámetro. La cantidad de tubo debe ser al menos la distancia entre la canaleta y el filtro de grava (Capítulo 3), más la distancia entre este filtro y el tanque de almacenamiento.
- Si el tanque o cisterna de almacenamiento está sobre el terreno y el desnivel entre éste y el techo de captación es tan poco que no permite el uso del filtro de grava, entonces se puede utilizar una trampa de sólidos en forma de horqueta en la misma tubería de conducción al tanque, para esto se necesitan cuatro codos de 90 grados, una "T" y tapón, todos de PVC sanitario de 3 pulgadas.

Materiales del filtro de grava para retención de sólidos

- Un bote de plástico con capacidad de 100 ó 200 litros con tapa, de preferencia con forma circular, limpio y que no haya contenido ningún tipo de pesticida, aceite u otra sustancia tóxica.
- Dos capas de grava: la capa inferior con piedra de 19 a 25 mm de diámetro y la capa superior con gravilla de 9 a 12 milímetros de diámetro. La capa inferior tendrá un espesor de 20 centímetros y la superior de 40 ó 50 centímetros dependiendo de la altura del bote.
- Un tramo de 35 a 65 centímetros de largo (dependiendo del diámetro del tanque) de tubería de PVC de 3 pulgadas de diámetro, con orificios dobles en la parte que quedará en el interior del bote, de 19 milímetros de diámetro y separados 10 centímetros entre ellos (Figura 1).
- Silicón frío de alta resistencia (cartucho y pistola).

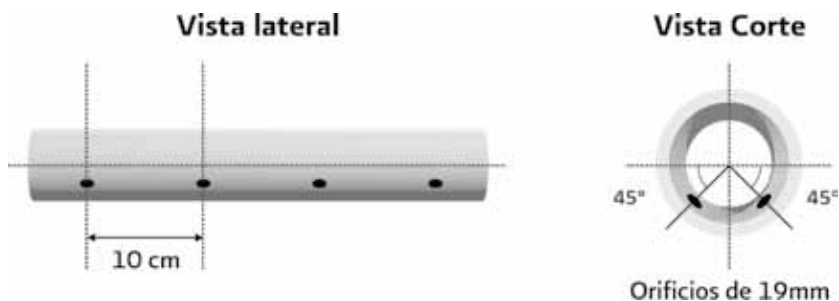


Figura 1. Tubería con orificios para filtro de gravas

Construcción del sistema de captación de agua de lluvia

Paso 1. Preparación de las canaletas

Los extremos de la canaleta deberán estar cerrados para evitar que se salga el agua. La canaleta deberá ser al menos 20 centímetros más larga que el techo que captará el agua en su lado más bajo (pueden ser varias canaletas unidas

entre sí, con las uniones selladas con silicón por la parte externa y traslapadas 10 centímetros). Las canaletas deben quedar suficientemente cerca del borde del techo, para evitar que el agua salpique o caiga fuera de la canaleta.

En el extremo de la canaleta que se fijará en la sección más baja del techo se perfora un agujero del tamaño de la boca del embudo. El embudo se corta de forma curva para que embone con la canaleta. Entre la boca del embudo y el agujero se coloca el rectángulo de malla para cernir o la coladera, y se sella el embudo a la canaleta con silicón para evitar fugas de agua. Esta malla se convierte en una trampa para sólidos (hojas, troncos, etc.) y también evita que entren animales (ratones y aves, entre otros) a la tubería (Figura 2).

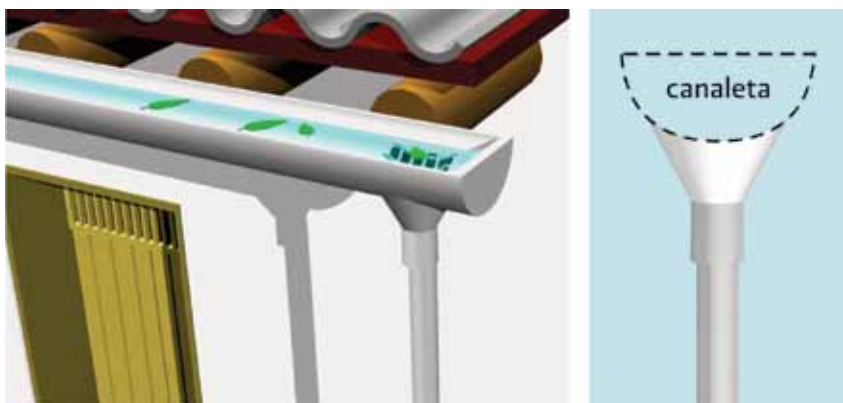


Figura 2. Trampa de sólidos en la canaleta y embudo recortado.

Paso 2. Instalación de las canaletas

Las canaletas deberán estar sujetas al techo, a la pared o a la viga más próxima por medio de las ménsulas o abrazaderas, de manera que el techo quede volado al menos 5 centímetros dentro de la canaleta, tal como se ilustra en la figura 3.

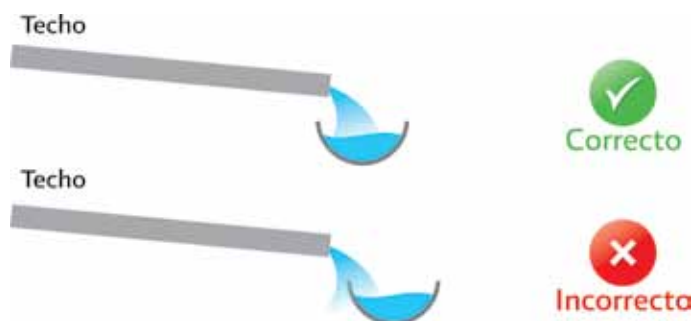


Figura 3. Posición de las canaletas respecto al alero del techo (modificado de Caballero, 2007).

Es importante que las canaletas tengan una pendiente que permita que el agua escurra hacia el embudo y no se quede estancada en ningún tramo de las mismas. Esto se logra dejando una diferencia de altura de 1 centímetro por cada metro de longitud entre la parte más alta y la más baja de la canaleta al momento de sujetarla al techo, pared o viga. Por ejemplo, una canaleta de 5 metros de longitud tendrá un desnivel de 5 centímetros (Figura 4).

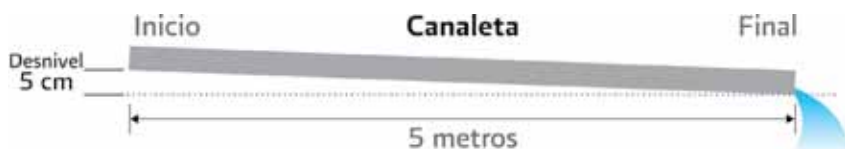


Figura 4. Ejemplo de inclinación de canaleta

Paso 3. Instalación del bajante

El tubo que formará el bajante deberá embonar perfectamente en el embudo y sellarse con silicón para evitar fugas de agua. Para sostener el bajante se utilizarán abrazaderas o ménsulas y deberá sujetarse firmemente a la pared o a una esquina de la casa. Pueden ponerse algunos espaciadores de madera o algún otro material entre el bajante y la pared, esto con la finalidad de alinear el tubo con el embudo y el filtro de grava. El tubo bajante se conecta a la parte inferior del filtro de gravas, como se verá más adelante.

Si no se utiliza un filtro de gravas, se puede colocar un codo de PVC de 3 pulgadas que se conecte al tanque de almacenamiento con tubería PVC para formar una trampa de sólidos. Las piezas se unen con pequeños tramos de tubo y se pegan, excepto el tapón; la forma será de horqueta con la "T" hacia abajo (Figura 5).

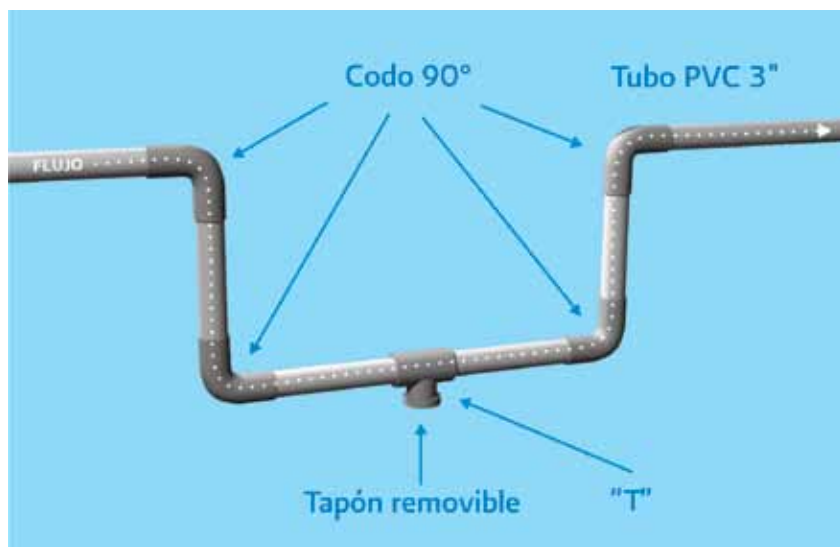


Figura. 5. Trampa para sólidos en la tubería PVC de 3". Modificado del manual de instalación del IMTA.

Construcción del filtro de grava

Paso 1. Preparación del cuerpo del filtro

Se realizan dos perforaciones diametralmente opuestas de 3 pulgadas de diámetro en la parte inferior de la pared del bote de 100 ó 200 litros, y se coloca ahí el tramo de PVC perforado. En un extremo del tubo (por fuera del bote) se coloca un codo de 90 grados para conectar el tubo bajante y por el lado opuesto (también por fuera del tambo), una válvula o un tapón removible que servirá para extraer los sólidos acumulados. Se sellan ambos extremos a la pared del tambo para evitar fugas. En la parte superior del tambo, 5 cen-

tímetros abajo del borde, se hace otra perforación de 3 pulgadas a la pared del tambor para introducir el tubo de PVC que conducirá el agua prefiltrada al tanque o cisterna de almacenamiento. Si lo considera necesario, puede poner una "T" de PVC para poner una llave y aprovechar el agua inmediatamente. (Figura 6).



Figura 6. Disposición de la grava y el tramo de PVC en el bote.

Paso 2. Llenado del filtro de grava

Se lavan las gravas y se coloca la más gruesa en el fondo del bote sobre el tubo de PVC perforado, y sobre ésta la gravilla hasta llegar a diez centímetros del borde del bote. Se coloca la tapa del bote para evitar que entren basura, insectos y animales al filtro (Figura 7).



Figura 7. Filtro de grava totalmente armado.

Una vez terminada esta instalación, lo único que resta es conectar una tubería de PVC desde el tubo de salida del filtro hasta el depósito de almacenamiento final, que puede ser de alguno de los materiales siguientes y el cual se recomienda esté a un lado de la casa, a nivel del suelo o enterrado, de tal manera que el agua llegue por gravedad desde el filtro.

Material	Costo por litro aproximado (pesos mexicanos)	Tamaño en litros (ejemplo)	Comentarios
Cemento	3.28	40,000	Posibles riesgos por grietas, el olor y el sabor del agua pueden cambiar.
Ferrocemento	1.2	10,000	Posibles riesgos por grietas, el olor y sabor del agua pueden cambiar.
Geomembrana	0.35	200,000	Mayor duración del agua potable en almacenamiento.
Madera	1	200	Evitar barriles que desprendan material tóxico o estén oxidados.
Plástico	2	600	Buena duración del agua en almacenamiento, espacio relativamente pequeño.

Cuadro 3. Materiales de sistemas de almacenamiento, costo por litro aproximado, tamaños y comentarios. Modificado de Anaya G. M y J. J. Martínez, 2007.

Recomendaciones para el mantenimiento del sistema de captación de agua de lluvia

Hay que recordar que este sistema está conformado por varias partes, las cuales requieren cierto mantenimiento periódico para evitar que se deterioren o puedan deteriorar la calidad del agua que captamos.

- Revisar (previo al temporal de lluvias y continuamente durante éste), las uniones de las canaletas y bajantes para que no existan fugas que puedan ocasionar una pérdida significativa de líquido.
- Durante las primeras lluvias del año es necesario desconectar la parte de conducción previa al depósito final. Esto ayuda a “lavar” el sistema y no contaminar el agua captada.
- Si está en un lugar donde el temporal de lluvias no es cuantioso (menos de 500 milímetros de lluvia al año), asegúrese de que el techo esté muy limpio antes del temporal para desaprovechar lo mínimo de las primeras lluvias.
- Hay que revisar continuamente las canaletas y bajantes, así como la trampa de sólidos y el filtro de grava, todo esto con la intención de que no se tape el sistema y se derrame el líquido antes de llegar al depósito final. Si se acumula materia en la malla del bajante o en el filtro para sólidos, hay que retirarlo con cuidado para que no se vaya por los ductos.
- Revisar la calidad de agua antes de que entre al depósito, con la intención de verificar que no existen cambios de color u olor que puedan indicarnos que hay alguna contaminación en el sistema. Esto se puede hacer desconectando por poco tiempo la tubería para dejar salir un poco del agua captada y observarla.

Ventajas y desventajas del sistema de captación de agua de lluvia

La captación de agua de lluvia para consumo humano presenta las siguientes ventajas:

- El agua captada en la mayoría de los casos tiene alta calidad.
- Puede ser implementado en comunidades dispersas y alejadas.
- Es de fácil construcción.
- Es un sistema autónomo.
- Requiere de poco mantenimiento y su costo es relativamente bajo.
- Ahorro en tiempos de recolección del líquido.
- Disponibilidad del agua almacenada para su consumo.

Las desventajas de este método de abastecimiento de agua son las siguientes:

- Los costos de algunos materiales pueden dificultar su implementación para usuarios de bajos recursos.
- Totalmente dependiente de las lluvias y del área disponible para captación.

Capítulo 2 Biofiltro de arena

La filtración lenta en arena es un proceso que sirve para eliminar partículas en suspensión y microorganismos que pueden causar enfermedades gastrointestinales. Aunque este proceso reduce los riesgos de consumir agua contaminada, para mayor seguridad es necesario clorar o hervir el agua antes de beberla.

El biofiltro de arena conjuga las propiedades mecánicas filtrantes de la arena, con las biológicas de una capa de microorganismos estable en la superficie de la misma (en los 2 primeros centímetros del lecho). Este tipo de sistema se emplea para hacer una filtración del agua intermitente y a bajo costo.

Una gran variedad de microorganismos (bacterias, protozoarios, algas, hongos, microcrustáceos y nemátodos) forman la capa biológica sobre la superficie del lecho de arena, la cual es en gran medida responsable del mejoramiento de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua. Como la purificación del agua en un filtro lento es esencialmente un proceso biológico, la comunidad microbiana necesita agua y alimento continuo y la arena debe mantenerse húmeda todo el tiempo (sumergida totalmente en agua).

Materiales para su construcción

El filtro de arena se puede construir con un tambo de lámina o plástico de 100 a 200 litros, empacado con una capa de arena fina y dos capas soporte de grava graduada. Además requiere tubería de PVC, conexiones y una llave de paso (ver Figura 8).

Su construcción puede hacerse con materiales y mano de obra locales. Los bancos de arena se localizan en los lechos de los ríos, pero el material debe cernirse para retirar los granos de arena más finos y más gruesos. Antes de empacarla hay que lavarla muy bien para retirar materia orgánica, limo, etc.

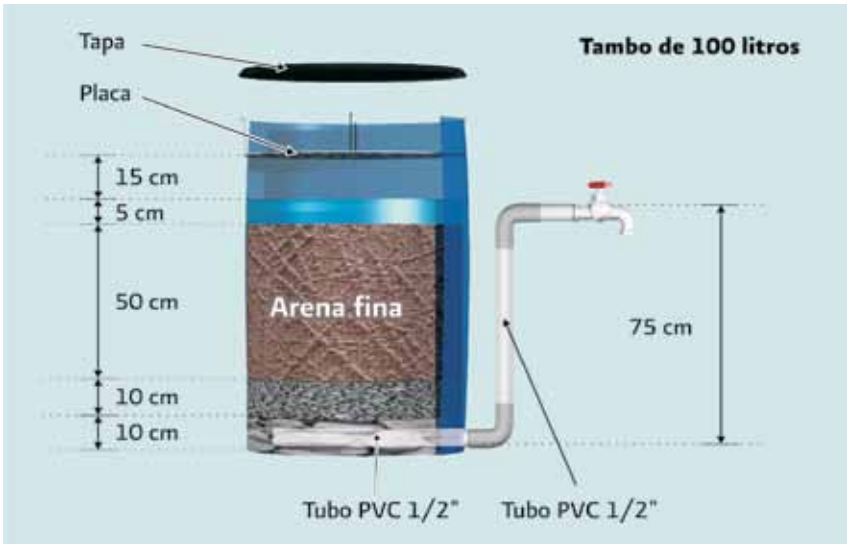


Figura 8 Biofiltro.

- Un tambo de plástico de 100 o 200 litros.
- Tres y media cubetas de arena sílica fina y bien lavada si se usa un tambo de 100 litros y seis y media cubetas si se usa un tambo de 200 litros, con tamaños de grano entre 0.3 y 0.8 milímetros.
- Medio costal de gravilla de 9 a 12 milímetros, y medio costal de grava con tamaños de 16 a 25 milímetros, bien lavadas.
- Una placa de plástico con agujeros de 1/8 de pulgada de diámetro, siguiendo un patrón de 2 x 2 centímetros entre cada agujero (placa difusora) (Figura 9).

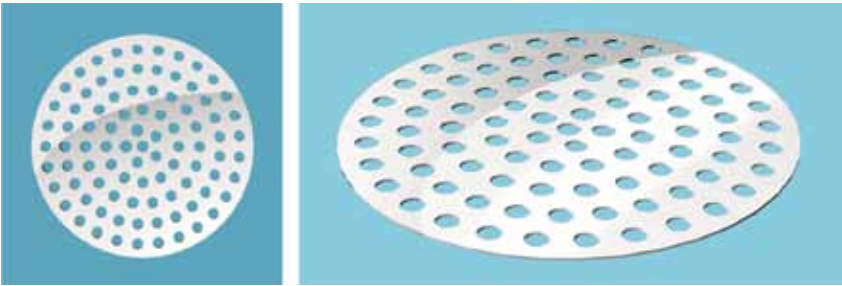


Figura 9. Tapa con el patrón de agujeros.

- Tubo de PVC de 1/2 de pulgada, de 1.50 m de largo, cortado en tres partes: un tramo de 40 a 60 centímetros (dependiendo del diámetro del tambo), un tramo de 75 centímetros y otro de 10 centímetros. El tramo del mismo diámetro del bote debe llevar orificios de 2/8 de pulgada separados 7 centímetros en la parte que quedará en el interior del bote.
- Una llave de paso de plástico de 1/2 de pulgada.
- Dos codos de plástico de 1/2 de pulgada.
- Pegamento para PVC.

Construcción del biofiltro de arena

Paso 1. Preparación del cuerpo del filtro

Se realiza una perforación de 1/2 de pulgada de diámetro en la parte inferior de la pared del bote, y se coloca ahí el tramo de PVC perforado (Figura 10). En un extremo del tubo (por fuera del bote) se coloca un codo de 90° para conectar el tubo de 75 cm que sube a lo largo del bote. En el extremo superior de este tubo se coloca otro codo de 90°, el tramo de tubo de 10 cm y la llave de paso; se sella cada unión con pegamento de PVC para evitar fugas. Es importante que la salida de agua del filtro quede 5 cm por arriba del nivel de la arena dentro del tambo para asegurar que siempre esté con agua (Figura 11).



Figura 10 . Tubería con orificios para distribución de agua en el biofiltro.

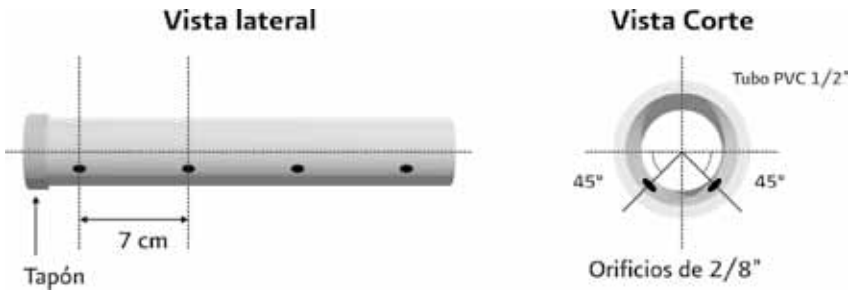


Figura 11. Forma de perforar y colocar la salida de agua en el cuerpo del biofiltro.

Paso 2. Llenado del filtro de grava

Se lavan las gravas y se colocan 10 cm de la más gruesa en el fondo del bote (16 a 25 mm), sobre el tubo de PVC perforado; sobre ésta se coloca otros 10 cm de la grava más fina (9 a 12 mm) y finalmente 50 cm de arena sílica bien lavada.

Paso 3: Posición de la placa difusora

La placa difusora se coloca a una distancia de 15 cm por encima del nivel de la arena. Esto puede hacerse colgando con alambre la placa difusora del borde del biofiltro (Figura 12).

NOTA. Las cantidades de material presentadas están contempladas para el sistema de captación aquí ilustrado y es un ejemplo de lo que se puede hacer; el diseño puede modificarse en extensiones o disposición para adecuarlo a las necesidades propias de cada instalación.

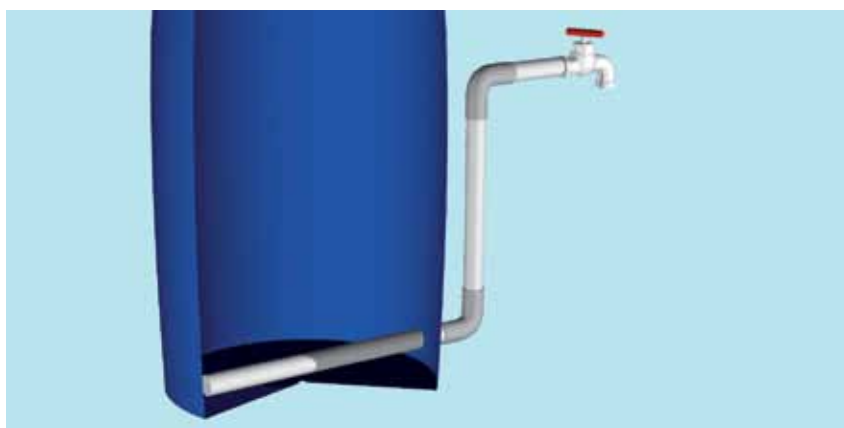


Figura 12. Forma de armado del cuerpo del biofiltro.

Funcionamiento

El biofiltro de arena no funciona adecuadamente al inicio de su puesta en marcha, esto debido a que primero debe formarse la capa biológica sobre la arena. En condiciones normales la capa biológica se establece en un periodo de 2 a 3 semanas después del primer llenado del filtro, y de ahí en adelante aumenta su efectividad conforme transcurre el tiempo.

Para el primer llenado y puesta en marcha del biofiltro, hay que agregar suficiente agua para que sobrepase el nivel de la tapa difusora, luego hay que abrir la llave de paso y dejar que salga el agua hasta que deje de hacerlo. Hay que verificar que el nivel del agua en ese momento esté a no menos de 5 centímetros por encima del nivel de la arena. Estos 5 cm de agua sobrenadante son recomendables cuando el filtro no está filtrando (entre usos) para evitar que la capa biológica se seque y favorecer que tenga oxígeno suficiente. Cuando el filtro está en uso normal, el agua podrá subir más de 5 centímetros sobre la arena, a mayor altura de agua, mayor flujo de salida (Figura 13).



Figura 13. Nivel del agua dentro del biofiltro.

Una vez establecido el nivel del agua, se procede a cerrar la llave de paso y entonces podemos decir que nuestro biofiltro está “cargado” y es momento de dejarlo “madurar” para que la capa biológica crezca adentro.

Todos los días, durante las tres primeras semanas, se deberá agregar un litro de agua y dejarla salir por la llave, esto ayudará a ingresar más material a la capa biológica y durante este tiempo la eficiencia del biofiltro aumenta con el crecimiento de esta capa.

Después de tres semanas el biofiltro ya será totalmente funcional y podemos agregar más cantidad de agua para que sea tratada. Es muy importante que la velocidad con la que pasa el agua a través de la arena sea suficientemente lenta para que los microorganismos de la capa biológica funcionen adecuadamente, por lo que hay que controlar el flujo de salida con la válvula. El flujo de agua filtrada estará en función del diámetro del tanbo y de la altura del agua sobre la arena. Se debe medir la cantidad de agua filtrada usando una cubeta o garrafón de 19 litros y un reloj. Esta medición debe hacerse cuando el agua en el biofiltro tenga la máxima altura. El cuadro 4 ofrece una guía de la cantidad de agua filtrada y los tiempos requeridos.

Diámetro del tambor en centímetros	Litros de agua filtrada en una hora	Tiempo en minutos para el llenado del recipiente de 19 litros
30	42	27
40	75	15
50	118	9.5
60	165	7

Cuadro 4. Cantidad de agua producida por biofiltros de diferentes diámetros.

También se debe controlar el flujo de entrada al filtro para que no derrame. El filtro se puede llenar en forma continua con una manguera o intermitentemente con cubeta hasta filtrar el agua requerida en el día.

Podemos filtrar la cantidad de agua que necesitemos durante el día, pero siempre con la recomendación de hacerlo con la guía del cuadro 4.

Mantenimiento

El mantenimiento del biofiltro de arena debe ser frecuente, dependiendo directamente de la calidad del agua utilizada (turbiedad y color), es decir: entre más contaminada esté el agua que se agrega, más frecuentemente deberá hacerse el mantenimiento.

El mantenimiento debe efectuarse cuando el flujo del agua sea demasiado lento o se haya obstruido por completo, ya que esto quiere decir que la capa biológica ha crecido tanto que ha tapado los poros entre la arena. (Figura 14)



Figura 14. Filtro limpio y filtro obstruido.

Para restablecer el flujo del agua sólo es necesario retirar la tapa difusora y raspar con una cuchara limpia la arena de los primeros 10 centímetros sin retirarla, esto hará que flote una parte de la capa biológica (Figura 15).

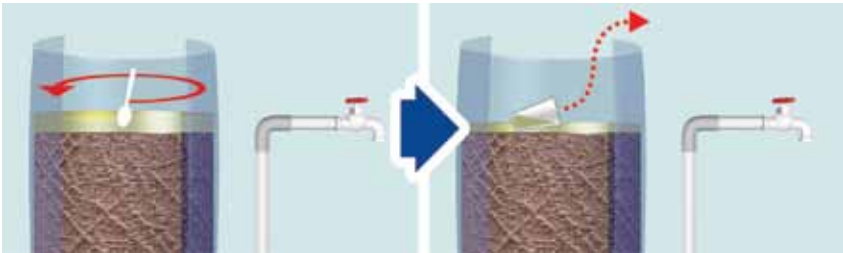


Figura 15. Forma de remover la capa biológica.

Se deja sedimentar la arena revuelta y con ayuda de un vaso se saca el agua que contiene materia flotante y se repone con agua limpia. La capa biológica se restablece en muy poco tiempo y al día siguiente ya puede seguir usándose el filtro como de costumbre (Figura 16).



Figura 16. Remoción del agua turbia y forma de rellenar con agua limpia.

¿Cómo funciona el biofiltro de arena?

La filtración del agua en este tipo de biofiltros se debe a cuatro procesos que se describen brevemente a continuación:

1. Depredación. Los microorganismos, al quedar atrapados en los primeros centímetros de la arena, empiezan a comerse unos a otros, reduciendo considerablemente su número. También consumen la materia orgánica contenida en el agua.
2. Muerte. Debido a la poca disponibilidad de oxígeno y alimento en la parte profunda de la arena, muchos de los patógenos no pueden sobrevivir en esas condiciones.
3. Retención mecánica. Debido al tamaño de los granos de arena, los sedimentos, quistes y gusanos quedan atrapados ahí.
4. Procesos físico químicos. Algunas sustancias sufren de manera natural un proceso conocido como floculación, que hace que se agreguen en grupos más grandes y se queden atoradas entre los granos de arena.

Ventajas y desventajas del uso del biofiltro de arena

Ventajas:

- Elimina más del 90% de las bacterias y el 99.9 % de los parásitos.
- Elimina gran parte de la turbiedad del agua.
- La calidad del agua filtrada mejora con el tiempo.
- Construcción de bajo costo.

- Mantenimiento fácil y sin costo.
- Materiales de construcción fáciles de encontrar.
- El agua no se altera en color y sabor.

Desventajas:

- No remueve compuestos disueltos en el agua (sales, dureza, arsénico y fluoruro, entre otros).
- No puede remover los químicos (pesticidas y fertilizantes, entre otros).
- No remueve todo el color del agua.
- El agua con mucha turbiedad tapa el filtro, por lo que se requiere dejar sedimentar el líquido antes de verterlo.

Literatura citada

Anaya G. M. y J.J. Martínez. 2007. Sistemas de captación y aprovechamiento del agua de lluvia para uso domestico y consumo humano en América Latina y el Caribe. Centro Internacional de Capacitación en aprovechamiento del agua de lluvia. México.

CAWST. 2009, Biosand filter, household water treatment technology, Center for Affordable Water and Sanitation Technology. Canada, <http://www.cawst.org/>

CAWST. 2007, Technical update, biosand filter, Center for Affordable Water and Sanitation Technology. Canada, <http://www.cawst.org/>

Caballero T., 2007, Captación de agua de lluvia y almacenamiento en tanques de ferrocemento. Manual técnico, Instituto Politécnico Nacional, México.

FAO. 2000. Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia; expe-

riencias en América Latina. Serie Zonas áridas y semiáridas. Chile.

González A., Figueroa R., 2000. Evaluación de tecnologías alternativas tanto para el tratamiento y desinfección del agua de consumo humano como para el tratamiento de excretas y aguas residuales en pequeñas comunidades. Tecnologías de Tratamiento y Desinfección de Agua para uso y Consumo Humano, informe de proyecto IMTA, Fundación México- Estados Unidos para la Ciencia, A. C., México.

IMTA, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Manual de instalación de sistema de captación y conducción de agua de lluvia .

Lee M. D., Visscher J. T., 1992, Waterharvesting, a guide for planners and project managers. Technical papers Series No. 30, IRC, The Netherlands.

Glosario

Arena sílica: material granular. Su composición química la constituye íntegramente el bióxido de silicio.

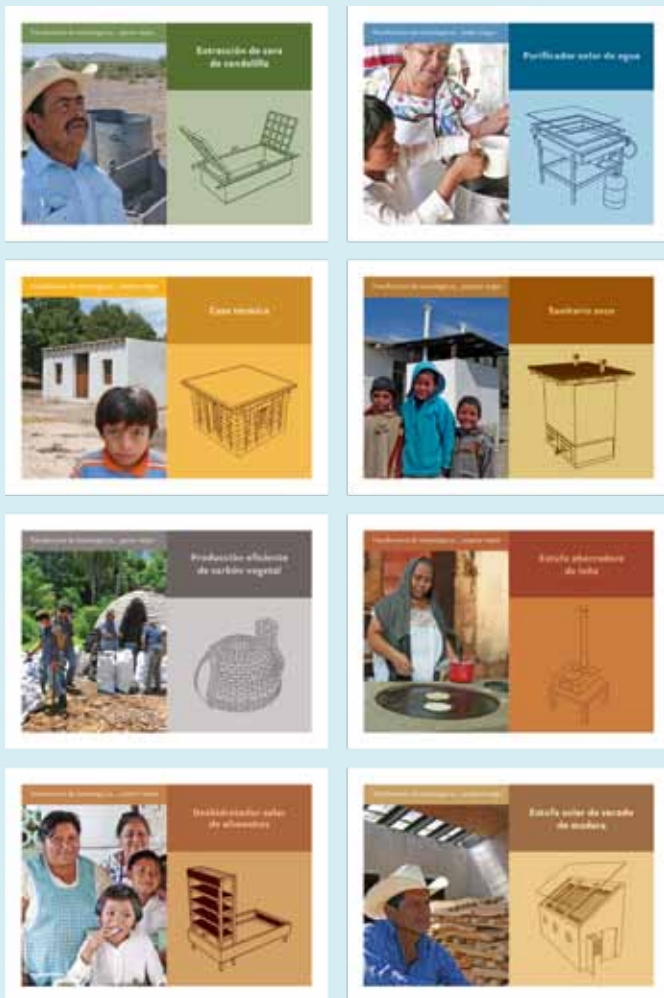
Bajante: tubería que sirve para conducir el agua de una parte elevada a una más baja.

Cernir: acción de separar con un cedazo una materia gruesa de otra más fina.

Difusora: que disminuye la velocidad y el impacto repartiendo uniformemente lo que pasa a través de ella.

Floculación: propiedad de una sustancia para formar partículas de mayor tamaño por sedimentación, procesos químicos o de forma espontánea.

Catálogo de postales (vol. 1)



Estos paquetes de tecnología los puedes adoptar a través de lineamientos para otorgar apoyos de adopción y transferencia de tecnología.

Para mayor información consulta
www.conafor.gob.mx/biblioteca-forestal
www.conafor.gob.mx/conacyt-conafor
tt@conafor.gob.mx

