



Secretaría
Nacional de
Ciencia y
Tecnología

Sistemas de cosecha de agua de lluvia desde techos con fines de aprovechamiento o/y de recarga hídrica gestionada

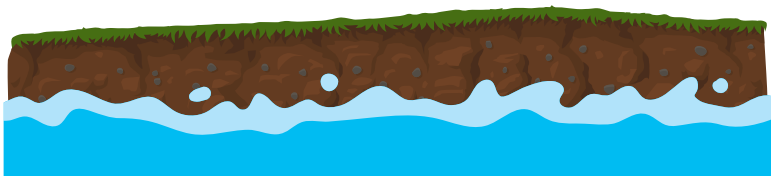


En Guatemala, las fuentes principales de abastecimiento son los pozos mecánicos tanto a nivel municipal como en condominios y edificios que poseen sus propios pozos.

En la región metropolitana ya se registra con mayor frecuencia la problemática de pozos que pierden su capacidad productiva inicial (reducen el caudal) debido a la extracción excesiva y la competencia entre muchos pozos que extraen agua del mismo sitio y se ubican muy cerca entre sí.

Es cada vez más habitual que los pozos salgan de operación porque se han secado o porque los equipos de bombeo se dañan al operar de manera continua y sin descanso, o porque en un momento el agua subterránea baja tanto que se empieza a bombear sólidos y sedimentos, produciendo fallos graves.

Cuando un pozo sale de operación, los proveedores del servicio deben acudir al racionamiento por sectores, suministrando agua de manera cada vez más limitada en horarios poco frecuentes a las familias.



Aunado a ello las fuentes superficiales (ríos y quebradas) están sumamente contaminadas y arrastran muchos desechos sólidos y sedimentos, producto de las malas prácticas de disposición de residuos y deforestación; por lo cual tratar el agua para su consumo doméstico se vuelve cada vez más costoso y peligroso para la salud.

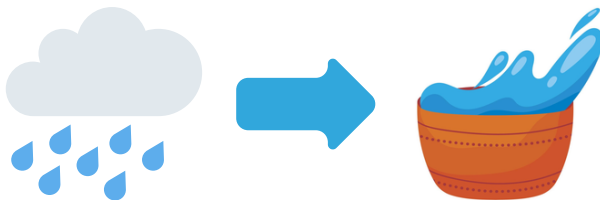
Ante este panorama complicado para la seguridad hídrica, muchas empresas, industrias, condominios, centros educativos y residencias particulares encuentran en la captación de agua de sus techos, una buena alternativa para superar esta situación.

Contar con agua de lluvia almacenada evita que muchas mujeres y niños en sus hogares y escuelas empleen tiempo considerable en acarrear agua y se ayudan económicamente al reducir el gasto en la compra de pipas o agua en toneles para disponer para su uso diario.



Adicionalmente cuando se emplea agua de lluvia se están produciendo otros beneficios:

1. Una parte del agua de lluvia deja de escurrir al suelo, impidiendo que se mezcle con agua sucia que viene de drenajes y termina en los ríos que también están sumamente contaminados, por lo cual se aprovecha un recurso que normalmente dejamos ir.
2. Almacenar el agua de lluvia para su posterior uso con fines de aprovechamiento o de recarga hídrica permite que menos agua escurra inundando las áreas urbanas y ocasionando graves problemas de caudales pico en ríos y quebradas que afectan la infraestructura y ocasionan desastres.
3. Cada litro de agua de lluvia que se utiliza es un litro de agua subterránea que se deja de extraer, por lo cual, al emplear el agua de lluvia como fuente alternativa reducimos la presión que ejercemos en la sobreexplotación de los acuíferos, que tardan en algunos casos, muchos años en recargarse.



La forma más segura de captar agua de lluvia es utilizando el techo de la infraestructura existente (viviendas, hangares, bodegas, azoteas), estableciendo lo que se conoce como Sistema de Cosecha de Agua de Techo.



Fotografía: Angela Méndez / FUNCAGUA

Cuando todas las partes de este sistema se mantienen limpias, el agua que se capta puede ser usada en labores de limpieza, para abastecer servicios sanitarios, regar zonas verdes, e inclusive para la cocina y para el consumo humano, después que sea clorada y hervida al punto de ebullición.

Esta tecnología es muy apropiada para ser usada en:

- Zonas secas donde la cantidad de lluvia que cae es menor a 1,000 mm al año.
- Zonas urbanas donde se concentra muchísima población, la distribución del agua está racionada por horarios y se restringe el suministro debido a la escasez.
- Zonas urbanas donde hay graves problemas de inundaciones por precipitaciones intensas y colapsos del sistema de drenajes y alcantarillado pluvial.
- Fábricas o instalaciones que poseen áreas grandes de techos que pueden ser aprovechados para captar agua y almacenarla, en las cuales se llega a sustituir hasta un 30-40% del consumo de agua, siendo por tanto una manera de ahorrar y aportar a prácticas de sostenibilidad.



Superficie de captación

Los techos de zinc, plástico, teja o concreto son impermeables, lo que significa que se puede captar casi toda el agua de lluvia que cae sobre ellos, con una calidad superior a la de otros sistemas de cosecha de agua de lluvia (de escorrentías, por ejemplo). Los techos de asbestos o duralita no se recomiendan debido a que es un material peligroso, clasificado como cancerígeno, especialmente si el objetivo es emplear el agua para consumo humano.

El techo es uno de los elementos más importante de este sistema. Se recomienda usar láminas de zinc, tejas colocadas de manera uniforme o superficies de concreto (azoteas), con la finalidad de que el agua escurra libremente hacia los canales recolectores.

El volumen de agua que se puede captar depende de dos factores: el área del techo y la cantidad de lluvia que cae en el territorio. Si se parte de un ejemplo de 1300 mm de lluvia al año, un techo de 20 m² puede aportar 20,800 m³ durante la época lluviosa.



Fotografía: Angela Méndez / FUNCAGUA

Toda la superficie del techo debe mantenerse limpia, especialmente de posible excremento de aves, gatos y de otros animales, así como de la basura que arrastra el viento. Las láminas de zinc no deben estar oxidadas, ni haber piedras, alambres, bloques o llantas o cualquier otro material que contamine el agua.

Para alargar la vida útil del techo, es recomendable protegerlo con dos capas de pintura anticorrosiva. La pintura se aplica tres meses después de instaladas las láminas de zinc, a fin de que se haya desprendido el Galván de protección de lámina.



Fotografía: Angela Méndez / FUNCAGUA

Disposición de canales y tubería

Las canaletas o canales se colocan en los bordes del techo y se utilizan para conducir el agua que es captada por los techos de las viviendas o edificaciones. Para esta parte se pueden utilizar materiales como lámina galvanizada, tubería de PVC, canales de PVC o bambú de al menos 3" pulgadas de diámetro. Es importante que los canales se ubiquen apropiadamente, para que puedan captar toda la lluvia que cae desde el techo.

El canal se fija sólidamente en la estructura del techo de la vivienda o edificación utilizando ganchos (pescantes) de varilla de hierro de 1/4" o bien una estructura de madera.

Se deja una pendiente o caída del canal de 2% en dirección al punto de almacenamiento de agua (tanques preformados de polietileno de alta densidad o tanquescisternas subterráneos), para que el agua pueda bajar fácilmente por la tubería de conducción y de allí pueda dirigirse al almacenamiento.

Un canal que no está bien fijado a la estructura de la casa o edificación y no se le aplica la correcta limpieza, se deforma con el peso del agua, retiene basura (hojas, polvo, arena) que es arrastrada desde el techo y puede taponear la libre circulación del agua, provocar rebalse y pérdida de agua.



Fotografía: Angela Méndez / FUNCAGUA

Tubería de conducción

Se construye con tubo de PVC generalmente de 3" pulgadas de diámetro (si la superficie de techos que se desea captar es muy grande, debe calcularse si se requiere un diámetro mayor), acoplado con codos que se conectan con la boquilla o desagüe que está ubicado en el extremo del canal por donde el agua drena hacia la obra de almacenamiento.

El sistema de conducción se instala de la siguiente manera:

1. Después de colocar el codo que une la boquilla del canal, se coloca un tubo del largo necesario para alcanzar la esquina de la pared, donde se une con otro codo que llevará el agua hasta una "T", donde el agua se divide en "hacia el almacenamiento" y "hacia desfogue de excedente".

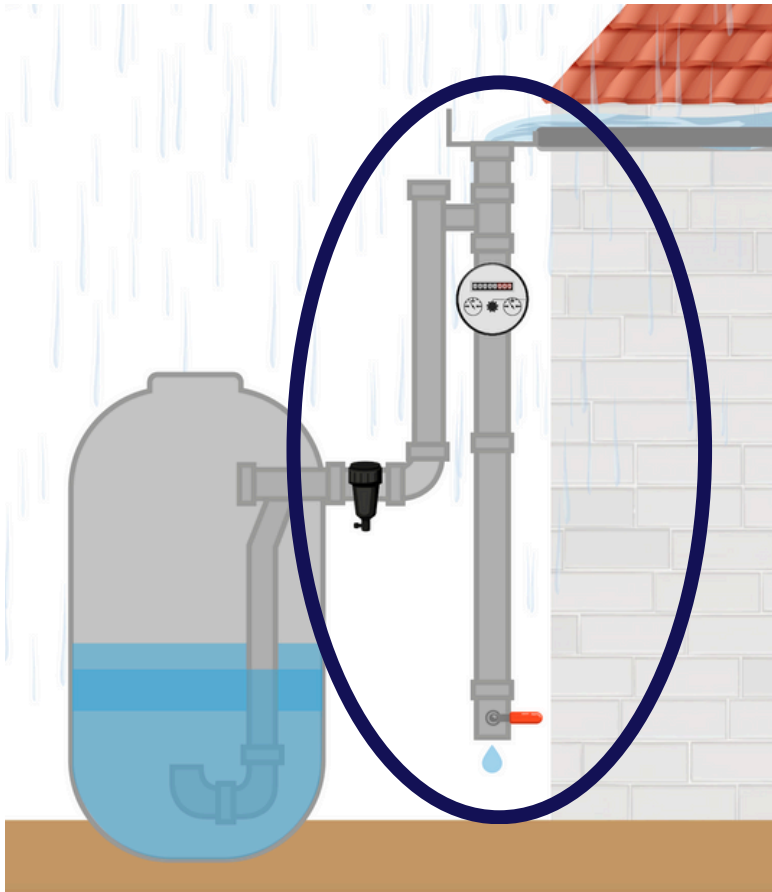
2. En la salida lateral de la “T” se conecta otro tramo de tubería de PVC con el largo suficiente para que llegue hasta la boca de los tanques de almacenamiento y deje caer el agua que es capturada desde el techo. Este tubo debería estar a unos dos metros de altura para evitar que los niños se cuelguen de él y lo dañen, así como permitir el libre paso de las personas.

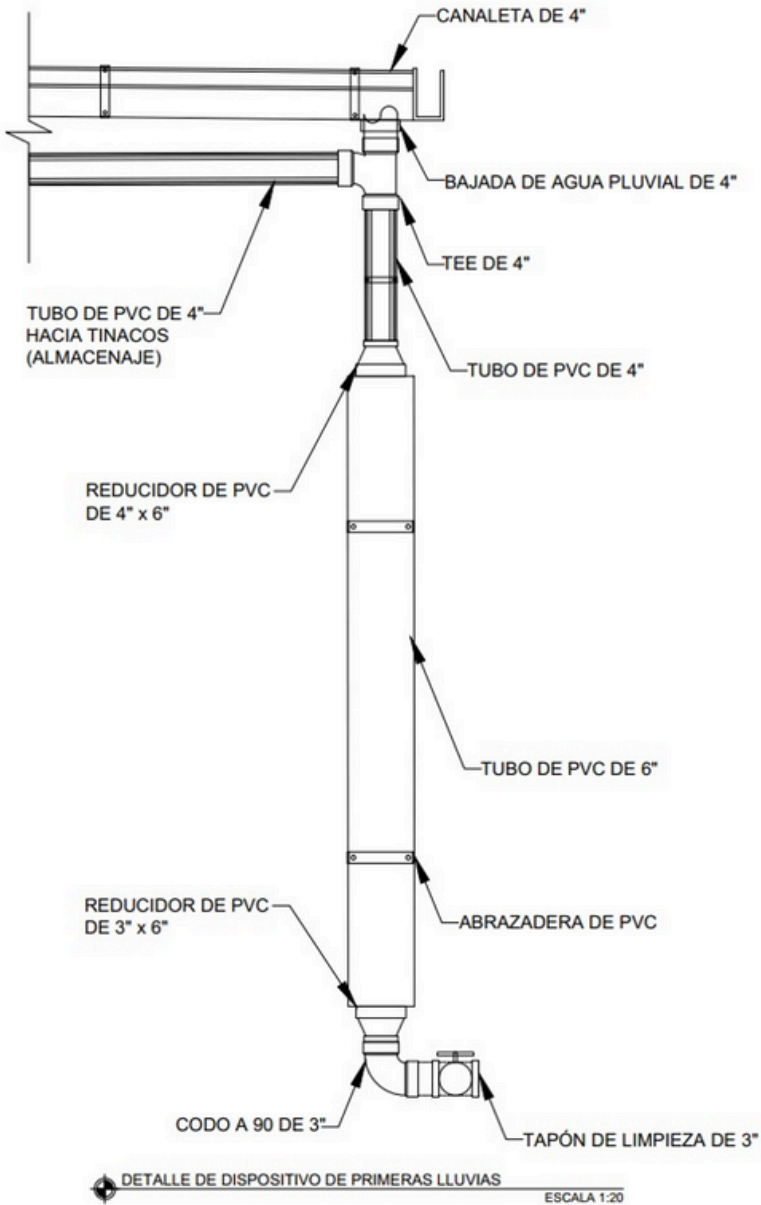
3. En la entrada inferior de la “T” se conecta otro tubo de PVC, del mismo diámetro que el resto de la tubería (3” pulgadas si es el caso). Con el largo suficiente para que llegue hasta el piso o patio, o donde haya un punto de aliviadero de aguas pluviales.

4. En la parte baja de este tramo de tubería se coloca una llave paso, para poder sacar el agua con sedimentos o el exceso de agua después que se ha llenado el tanque (esto suele conocerse como dispositivo de primeras lluvias, ya que evitar que la suciedad acumulada durante la temporada seca y que es lavada en las primeras lluvias, se dirija hacia el almacenamiento). Generalmente las primeras lluvias lavan el techo, por lo que se recomienda que la llave de paso se abra, para que las deseché.

Es muy importante asegurar toda la tubería a las paredes de la vivienda o edificación con bridas o abrazaderas metálicas o de plástico.

A continuación, se presentan ejemplos de dispositivos de primeras lluvias.





Diseño: FUNCAGUA

¿Cuánta lluvia se puede capturar desde el techo?

Es muy importante conocer la cantidad de lluvias que caen anualmente en la zona.

Para calcular el volumen de agua que se puede captar en determinada región se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad de agua (litros)} = A \times P \times C$$

Donde:

A = Área del techo (m²)

P = precipitación pluvial de la zona (mm)

C = Coeficiente de escorrentía del material del techo

Haciendo un cálculo de ejemplo para la región metropolitana de Guatemala:

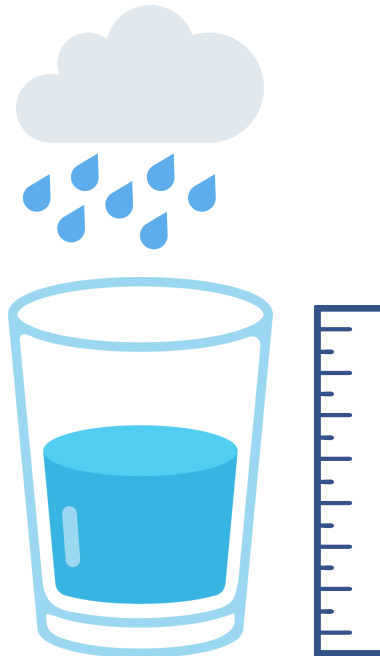
Un techo de 6 m x 8 m = 48 m², precipitación anual de 1300 mm, coeficiente de escorrentía del zinc es de 0.8.

$$\text{Cantidad de agua} = 48 \times 1300 \times 0.8 = 49,920 \text{ litros}$$

En un techo de teja el coeficiente de escurrentía es de 0.6 cuando está deteriorado o muy viejo. Si está en buenas condiciones es de 0.7. Acá se presenta una tabla con otros coeficientes de escurrentía de varios materiales.

<i>Coeficiente de escurrimiento del área de captación</i>	
Concreto	0.6-0.8
Pavimento	0.5-0.6
Geomembrana de PVC	0.85-0.9
Láminas metálicas de zinc	0.7-0.9
Azulejos, tejas	0.8-0.9

Fuente: Adaptado de Anaya (2017).



Almacenamiento

Las opciones de almacenamiento de agua de lluvia son muy variadas y su selección dependerá del espacio disponible en el área y del presupuesto.

Se pueden usar tanques comerciales de polietileno de alta densidad de diferentes volúmenes, tanques cisterna preexistentes, tanques subterráneos modulares (celdas de polietileno), tanques construidos con malla electrosoldada y geomembrana.



Fotografía: Angela Méndez / FUNCAGUA

La consideración más importante es que estos tengan un desfogue en su parte alta o aliviadero hacia el drenaje de aguas pluviales, para que, al llenarse, en un evento importante de lluvias, el agua pueda salir.



Fotografía: Angela Méndez / FUNCAGUA

Si el agua se empleará en una obra cercana de recarga hídrica, se dirige este aliviadero hacia dicho pozo de infiltración. Si el agua se empleará para ser aprovechada en las instalaciones, se requiere generalmente un equipo de bombeo pequeño que conduzca el agua hacia tinacos elevados que la distribuyen por gravedad.



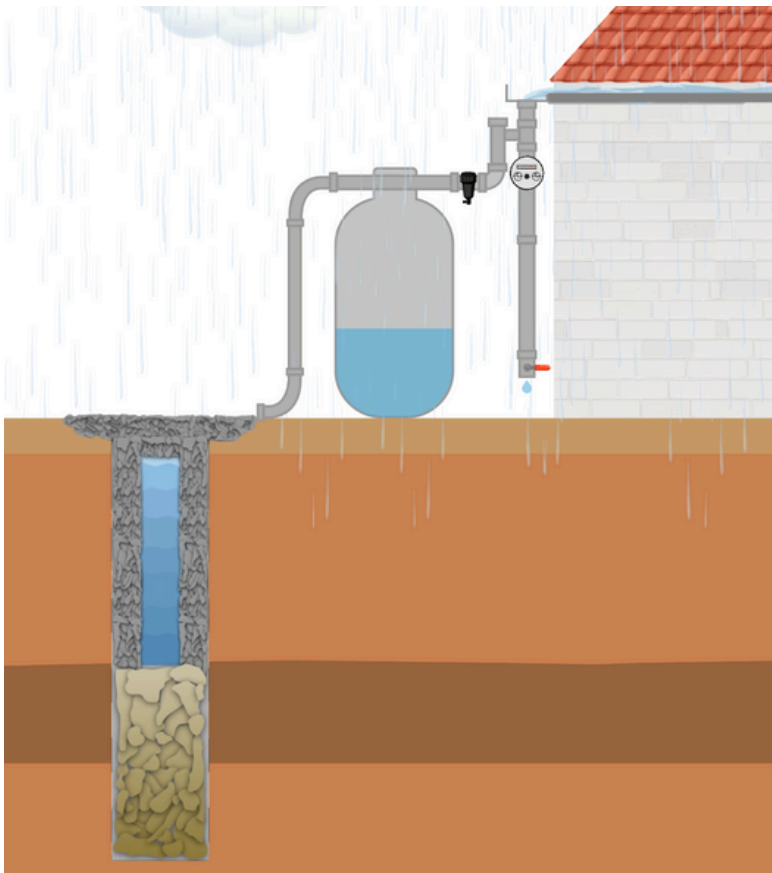
Fotografía: Angela Méndez / FUNCAGUA

El sistema de flotes eléctricos es muy importante en el diseño del almacenamiento pues son los que determinarán cuándo se bombea agua de lluvia hacia el almacenamiento elevado y cuándo el equipo de bombeo debe parar, garantizando así su protección, además de evitar que el agua se rebalse en los reservorios ubicados en puntos más altos de la edificación o infraestructura.



Fotografía: Angela Méndez / FUNCAGUA

Si se desea llevar una cuantificación de cuánta agua de lluvia se está utilizando para fines generar reportes de ahorro o alimentar indicadores de sostenibilidad o llevar un control de cuánta agua de lluvia está enviándose al pozo de infiltración para recarga hídrica, se puede instalar un pequeño contador en la salida de la bomba.





Fotografía: Angela Méndez / FUNCAGUA



Fotografía: Angela Méndez / FUNCAGUA

Mantenimiento del sistema

Antes de que comience la época lluviosa es necesario revisar los techos y tanques, para asegurarse que no tengan fugas o goteras. Se debe asegurar que no haya roturas por las cuales se filtraría el agua.

Los canales se deben limpiar, sacando las hojas, ramas, basura y posibles excrementos de animales, porque esto contamina el agua y daña el techo.

Se debe asegurar que los canales estén fijos a la estructura de la vivienda o edificación, para que el peso del agua y la fuerza del viento no los deforme y dañe.

La remoción de malezas o basura es mejor hacerla de manera manual y con guantes o pequeñas escobas, ya que al usar algún objeto metálico afilado se pueden dañar los elementos de PVC ya sea de los canales, los tubos o de los tanques de almacenamiento.



Fotografía: Angela Méndez / FUNCAGUA

Fuentes consultadas:

Anaya, G. (2017). Aprovechamiento del agua de lluvia: calidad, cantidad y abastecimiento continuo para diversos usos. Editorial del Colegio de Postgraduados. México, México.

Castellón, S. (2021, 08 de abril). Sistemas de cosecha de agua desde techos. [Conferencia virtual en plataforma Zoom]. Curso internacional virtual sistemas de cosecha de agua de lluvia. 2da edición. Ciudad de Guatemala, Guatemala. FUNCAGUA y Proyecto Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático a través de la cosecha de Agua en Nicaragua. CÔSUDE y CATIE.

Orozco P. (2021, 25 de marzo). Factores críticos para la cosecha de agua. [Conferencia virtual en plataforma Zoom]. Curso internacional virtual sistemas de cosecha de agua de lluvia. 2da edición. Ciudad de Guatemala, Guatemala. FUNCAGUA y Proyecto Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático a través de la cosecha de Agua en Nicaragua. CÔSUDE y CATIE.

Forma de citar el documento: FUNCAGUA. (2024). Sistemas de cosecha de agua de lluvia desde techos con fines de aprovechamiento o/y de recarga hídrica gestionada. Ciudad de Guatemala. Guatemala.

Autor del documento:
Angela Méndez - Coordinadora Técnica de FUNCAGUA

Fotografías: Angela Méndez
Diseño, ilustraciones y diagramación: Eilyn Pineda

GUATEMALA
NOVIEMBRE 2024



GREMIA
Gremio de Empresas para el Manejo Integral del Agua



Secretaría
Nacional de
Ciencia y
Tecnología