



Descripción del proyecto

Vivienda Armonía + Verde

Se distingue por el implemento de diversas tecnologías y sistemas constructivos ecológicos, que ayudan a mejorar calidad de vida y un impacto menor al medio ambiente que le rodea al ser humano al construir viviendas, comparándose con las construcciones modernas.

Cuenta con sistemas como:

- Cubierta Verde (Techo con vegetación que ayuda la climatización dle interior)
- Tratamiento de aguas grises
- Sanitario Seco
- Estufa ahorradora de leña
- Fresquera (Conservación de alimentos sin energía eléctrica)
- Captación de agua pluvial.
- Panel Solar (para agua caliente)

La Armonía Verde se logra uniendo cada sistema en el funcionamiento de la casa disminuyendo la utilización de energías artificiales. Permitiendo una armonía entre casa, naturaleza y hombre. Planeada para ser autoconstruida por los habitantes de Azumiatla; Puebla.

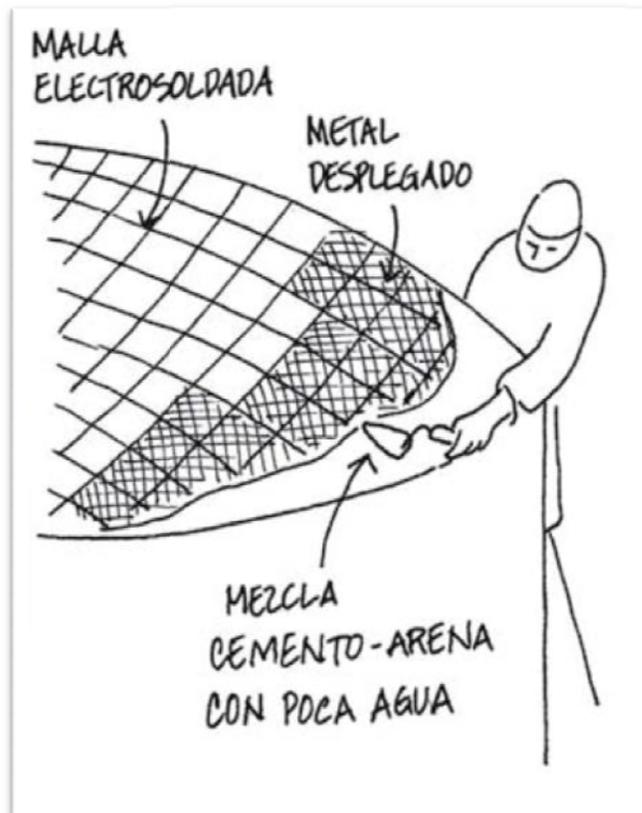
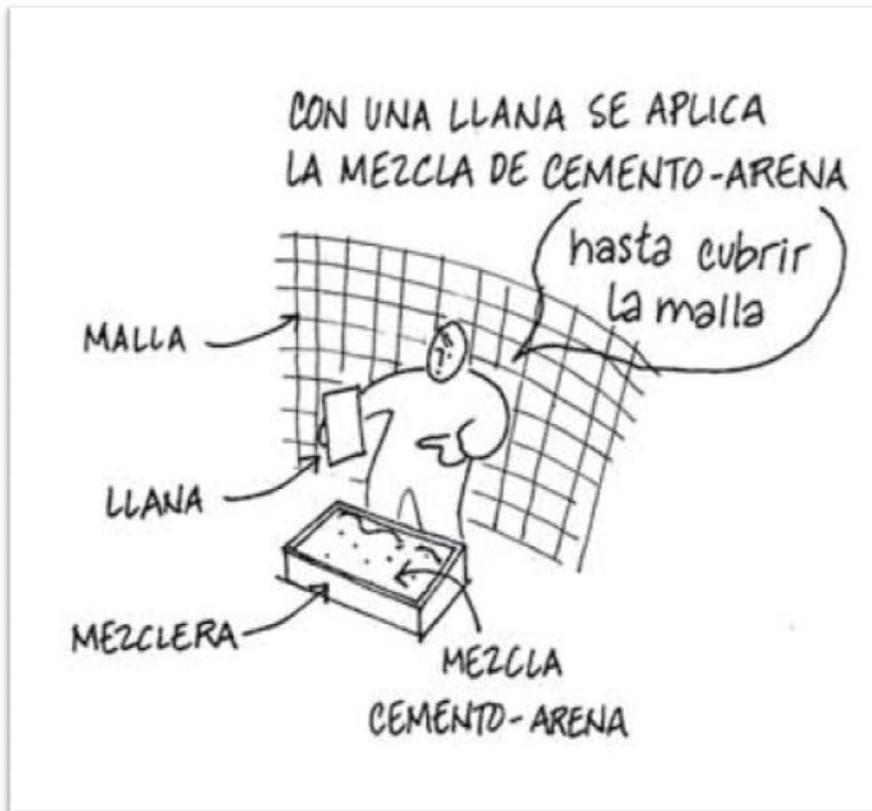
Sistemas Autoconstructivo Ecológico 1

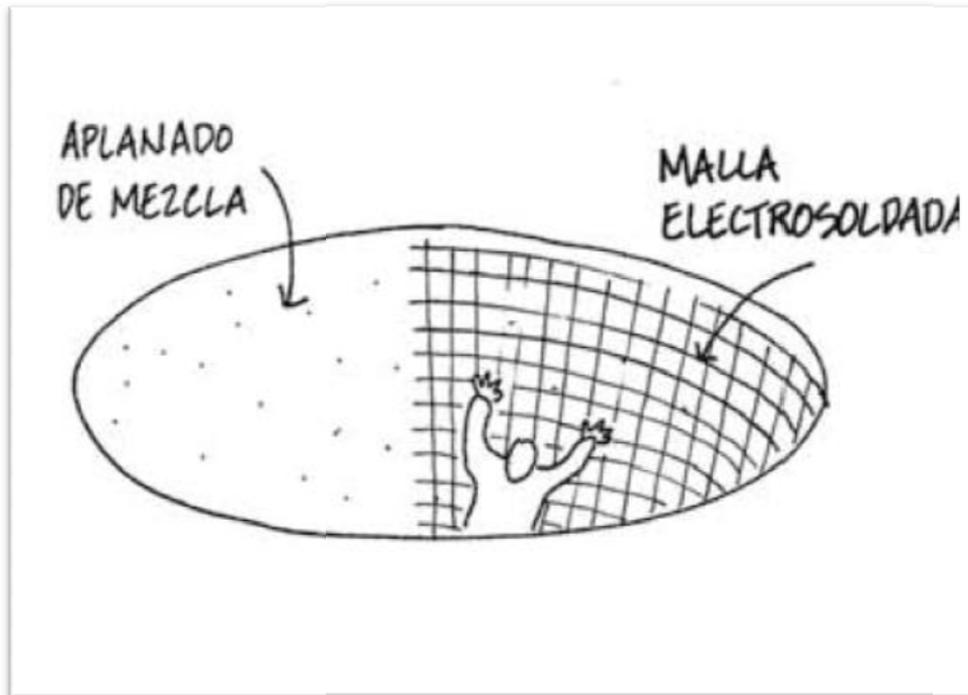
La cisterna de ferrocemento



La cisterna de ferrocemento es un depósito impermeable de forma cilíndrica o elíptica, construido con una membrana delgada de concreto reforzada con una malla de acero. Se pueden construir enterradas o sobre el suelo, cuidando siempre que las paredes mantengan una curvatura que asegure su resistencia.







En la construcción de una cisterna para almacenar agua de lluvia se consideran varios aspectos: tipo de suelo, superficie de captación, precipitación pluvial, etc., aunque generalmente es de orden monetario lo que determina su tamaño, es decir, se hacen de acuerdo con el presupuesto y no en relación con los requerimientos de agua. Otra limitación puede ser el poco espacio disponible en el patio.

Una forma sencilla de calcular el volumen de una cisterna es estimando el área de captación y la precipitación pluvial. Por ejemplo, en los altos de Morelos se calcula más de un metro cúbico por metro cuadrado, es decir, si tenemos un techo de 50 metros cuadrados podemos captar más de 50 metros cúbicos de agua (más 50 mil litros).

De ser posible, es más conveniente hacer cisternas mayores de 30 metros cúbicos, pues a mayor volumen, menor es la relación de costo por metro cúbico.

Vivienda sustentables y de Autoconstrucción para el municipio de Puebla, caso San Andrés Azumiatla



Mayor volumen menos material

El volumen de una cisterna de 50 mil litros es cinco veces mayor que una de 10 mil, pero sólo requiere el material de tres cisternas de estas, no de cinco.

Superficie de captación

Generalmente los techos son la mejor área de captación, por lo que se recomienda mantenerlos siempre limpios. En construcciones nuevas es muy importante prever la ubicación de las bajadas.

Hay varias formas de canalizar el agua, a veces se utilizan canaletas de lámina en la orilla de los techos inclinados, o se construyen pretilos o bordos sobre la losa para desviar el agua hacia una bajada.

La calidad del agua

Depende de las condiciones ambientales del lugar y de las precauciones realizadas. Antes de la temporada de lluvias es muy importante revisar y limpiar bien los techos, si hay árboles cuidar que no caigan demasiadas hojas y evitar el acceso de animales al techo.

En Cuernavaca y Tepoztlán existen algunos casos en que la calidad del agua de lluvia recolectada es excelente, incluso para beber.

El filtro de agua pluvial

Antes de la cisterna se debe instalar un filtro donde se detenga la basura que pudiera arrastrar el agua del techo. Este filtro se puede hacer de diversas maneras. Una forma consiste en construir un registro de tabique con divisiones, de manera que se formen varios pequeños tanques, los primeros funcionan como sedimentadores, el último se llena con grava y funciona como filtro.

Los tanques de sedimentación deben limpiarse antes y después de las lluvias. La limpieza de grava puede hacerse lavándola cada dos o tres años, dependiendo del estado en que se encuentre.

<http://mioplanet.org/cisterna-de-ferrocemento-para-la-captacion-de-agua-de-la-lluvia>

■ Drenaje Sanitario y Alcantarillado Pluvial

El drenaje sanitario será resuelto mediante la utilización de tecnologías limpias: como sanitario seco que es un escusado con la división de orina y excretas (Ver Tecnología Limpia 4), la orina servirá para regar plantas y las excretas como abono para la composta.(Ver tecnología Limpia 3). Por lo tanto no estará conectado al drenaje público de Bellavista.

Vivienda sustentables y de Autoconstrucción para el municipio de Puebla, caso San Andrés Azumiatla

Las aguas grises como el agua del fregadero, regadera y lavado de ropa; se utilizará un sistema de “drenaje de enramado” en el que las aguas pasaran por un colchón de plantas para eliminar jabón y grasas y así desembocar para regar plantas. Ver Tecnología Limpia 5

Alcantarillado Pluvial

El agua pluvial se captará en los techos por medio de canaletas que estarán conectadas a depósitos mismos que se conectarán mediante tuberías de pvc a la cisterna de ferrocemento para ser almacenada, bombeada y reutilizada para uso común. Ver tecnología Limpia 5

Tecnología Limpia 3

La composta (también llamada humus) se forma por la descomposición de productos orgánicos y esta sirve para abonar la tierra. Es un proceso en el que no interviene la mano del hombre, el reciclaje es 100% natural.



Para hacer composta tienes que:

- 1.- Hacer un hoyo de 1m por 1m y de 30 a 50cm de profundidad (en la tierra), también puedes utilizar un contenedor de madera.
- 2.- Coloca en el fondo una capa de aserrín para evitar malos olores y conservar la humedad.
- 3.- Coloca productos orgánicos como pedazos de fruta, verduras, cáscaras de huevo, frijoles, arroz, etc. (si tu familia deja algo a la hora de la comida que ya no se vaya a comer eso te puede servir para tu composta). Si está muy seca agrega un poco de agua para conservar la humedad.
- 3.- Cubre los desperdicios con una capa de aserrín.
- 4.- Cubre el hoyo con una capa de tierra.

La materia orgánica, cuando se está descomponiendo, genera un calor de aproximadamente 70° C, esto sirve para matar los huevecillos de insectos y la mayoría de los microorganismos que causan enfermedades.



COMPOSTA GENERANDO CALOR
Fotógrafo © Andrew Dunn, 19 Noviembre 2005.
Foto bajo licencia Creative Commons Attribution
ShareAlike 2.0 o superior

Vivienda sustentables y de Autoconstrucción para el municipio de Puebla, caso San Andrés Azumiatla

5.- Cada 8 o 10 días debes remover la composta con una varilla para oxigenarla. Si al remover tu composta ves que hay hormigas NO LAS MATES ya que ellas ayudan al proceso de descomposición.

http://www.sosradiomorelia.gob.mx/la_composta.html

Tecnología Limpia 4

Sanitario Ecológico Seco. Se puede construir aparte o integrado a la casa. Incluso se han desarrollado sistemas para contextos urbanos. Funciona con una estricta separación entre los desechos sólidos y la orina humana.

Características-

Se utiliza una taza especial separadora de orina- existen tanto modelos caseros como industriales. Tienen un depósito de orina en la parte delantera de la taza. Desde este colector, la orina fluye por una manguera hacia un pozo de absorción debajo o al lado del sanitario, se puede utilizar como fertilizante en las hortalizas (mezclar 1 parte de orina por 5 a 8 partes de agua)



Se construye generalmente con doble cámara, que se alterna en su uso, cada una de ellas tiene un volumen aproximado de 60 centímetros cúbicos.

Después de cada uso, se aplica una mezcla de tierra seca bien cernida mezclada con cal y cenizas.

Por el manejo estrictamente seco se produce poca materia orgánica, por esto las cámaras pueden ser de un tamaño más reducido que en el sanitario compostero.

El papel de baño se guarda en un recipiente aparte para quemarlo periódicamente.

La ventilación a las cajas de depósito de sólidos, por ejemplo con una chimenea de min. 4 pulgadas, que sube directamente sin codos ni desviaciones hasta 1m arriba del techo de la caseta. Los olores de la taza separadora de orina se pueden controlar echando un poco de agua adentro del colector después de cada uso.

La materia orgánica que se obtiene se cosecha anualmente, no presenta ningún tipo de olor, la presencia de la cal y de las cenizas secan y compactaron un poco la tierra, por esto se recomienda mezclarla con tierra vegetal y arena, antes de utilizarla como abono para los árboles frutales.

<http://zoomzap.com/download/construccion-SESseparador.pdf>
<http://www.arquiecologia.com/tag/arquitectura-sostenible/page/6>

Tecnología Limpia 5

El sistema casero de tratamiento de aguas jabonosas es una forma sencilla de limpiar el agua utilizada para la regadera, lavar trastes, lavado de ropa, etc. Se entrega a la naturaleza la calidad de agua que se recibió. El agua que sale del sistema puede ser utilizada para riego, para el WC o lavadora si se pasa previamente por un filtro de partículas sólidas. El sistema puede desembocar un estanque con fines estéticos y mejoramiento del microclima cuando éste forma un ecosistema complejo (los europeos lo llaman un pequeño biotopo en equilibrio con plantas acuáticas, algas, insectos como libélulas y otras, peces, ranas, etc. Los peces y las ranas se encargan de mantener el sistema libre de larvas de moscos. Así se crea un ambiente muy agradable en el jardín. Si el estanque se llena, simplemente se deja que el agua salga y riegue las plantas o bien se puede llevar a un almacén para uso posterior.

El paso del agua por el sistema no es rápido, suele salir a manera de “goteo” o pequeño chorro, así que no hay peligro de inundaciones.

Componentes del sistema

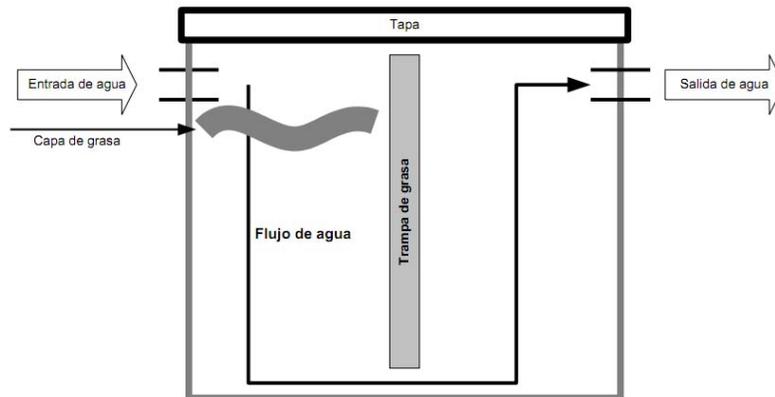
El sistema consiste de tres componentes sencillos:

- 1) Trampa de grasas. Esta trampa se compone por un registro abierto o cerrado por el cual entra el agua gris por la parte de arriba,
- 2) Una serie de 12 registros cuya disposición puede ser en línea uno tras otro o en un cuadro de 2 por metros tal como está en las fotos y esquemas más abajo.
- 3) Uno o más estanques de forma irregular, con flores como alcatraces o con plantas acuáticas de la región, peces, ranas etcétera. Este tercer componente es para el goce de un pequeño humedal, y sirve para terminar de limpiar el agua.

Requerimientos

Separación de la tubería para aguas negras (WC) y aguas jabonosas (regadera, lavamanos, lavadora etc.). Este requisito es importante ya que si se quisiera emplear el sistema como de post limpia de aguas negras después de su paso por un digestor preferentemente anaeróbico, habría que ampliarlo. Es importante señalar Antes de entrar a las cajas de tratamiento, el agua tiene que pasar un registro con trampa de grasas, para que éstas no lleguen a las cajas de tratamiento. De vez en cuando, hay que abrir el registro y sacar la capa de grasas.

1) Registro de aguas jabonosas con trampa de grasas, vista lateral

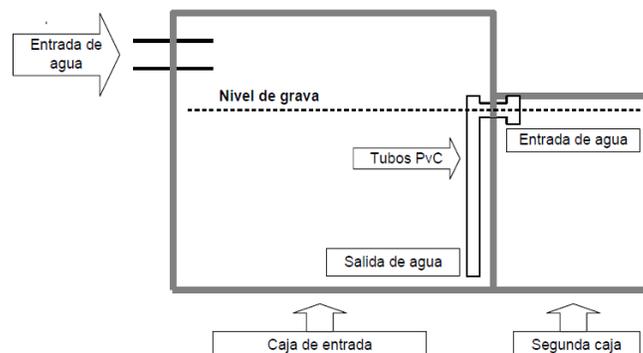


El efecto de trampa de grasas se puede obtener también ingresando las aguas grises en la parte de arriba del registro mientras que el tubo de salida comienza casi desde abajo del Registro. Con una hasta que mediante un codo o una T se pase al Sistema de registros (2) o cajas de tratamiento.

2) Construcción de las cajas de tratamiento o sistema de registros

Después del primer registro que es la trampa de grasas, el agua se descarga en el sistema de registros o cajas de tratamiento. Si se cuenta con un pequeño desnivel entre el registro de la trampa de grasas y el sistema de cajas de tratamiento, se puede hacer el primer registro más alto que el nivel o espejo de agua y más grande para que se pueda amortiguar una entrada fuerte de agua sin que se derrame. (Como la descarga repentina de la lavadora o de una tina). A este primer registro lo llamamos caja de entrada. El nivel de la salida de agua de este registro va a ser el nivel de entrada y salida de los demás registros de tal manera que gota que salga de este registro tiene que salir en ese momento del último registro.

Corte transversal del primer registro o el de entrada de agua para amortiguar las descargas rápidas:



Vivienda sustentables y de Autoconstrucción para el municipio de Puebla, caso San Andrés Azumiatla

En la foto:



Importante: Todos los registros están en el mismo nivel tanto en la entrada como de la salida. Por lo tanto el sistema no necesita ningún desnivel. En la parte de abajo del siguiente esquema se presenta el corte transversal de dos registros para señalar que la entrada de agua es por arriba, y la salida también es por arriba pero es una “T” o codo con un tubo de pvc que viene casi del fondo del registro. Así obligamos que el agua pase por el entramado de raíces y por la grava.

Vivienda sustentables y de Autoconstrucción para el municipio de Puebla, caso San Andrés Azumiatla

Una vez que se terminen de construir la trampa de grasas y los registros, estos se llenan de grava y se le siembran las plantas acuáticas que abajo se indican. La última salida de los registros mira hacia el estanque o estanques que pueden tener una forma irregular así como distintas profundidades para poder sembrar otras plantas, como alcatraces, cola de caballo (Equicetum sp.) ninfas, flor de loto, etcétera, preferentemente de humedales de la zona en que se vive.

Una vez terminadas las cajas, se llenan con grava hasta el nivel de salida del agua y se siembran plantas acuáticas (papiro, carrizo, tifa, lirio acuático)



Estanque con plantas acuáticas recién sembradas.



Sistema
funcionado. Las
cajas de
tratamiento ya no
se ven por la
cobertura vegetal



Sistema
funcionando.
El estanque con
plantas, después
de algunos meses
de haberlo
establecido.



Dependiendo de las zonas climáticas el sistema tarda aproximadamente tres meses en madurar y en la medida que el tiempo avanza se va volviendo más complejo y encuentra su equilibrio según la cantidad de descargas de aguas grises. El agua del estanque debe ser totalmente transparente y sin olor. Está diseñado para una casa con cuatro o cinco habitantes. Si se usa más de 300 litros de aguas grises habría que aumentar la cantidad de registros hasta llegar a un equilibrio entre el uso del agua y la capacidad de descomposición de los jabones por parte del sistema. Las raíces de las plantas acuáticas introducen oxígeno al

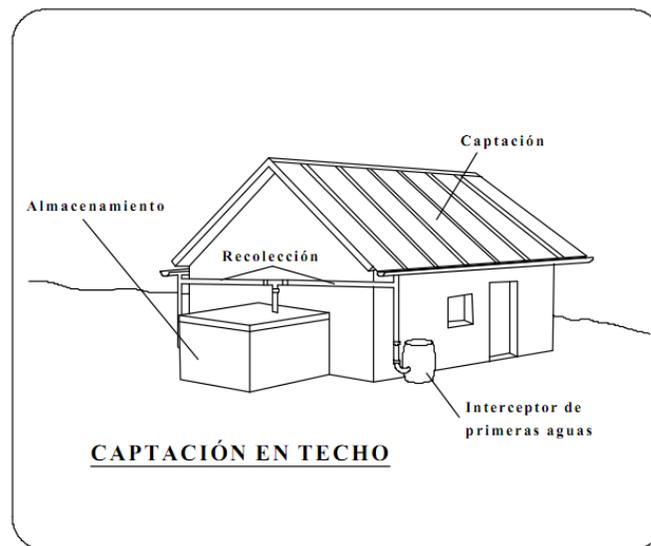
Vivienda sustentables y de Autoconstrucción para el municipio de Puebla, caso San Andrés Azumiatla

agua, mismo que se vuelve disponible para las bacterias y otros descomponedores y que descomponen los desechos orgánicos.

http://www.paginasverdesxalapa.com/pdf/sistematicaserotrataamientoaguas_eckartboege_rolfkral.pdf

Tecnología Limpia 6

El sistema de captación de agua de lluvia en techos está compuesto de los siguientes elementos: a) captación; b) recolección y conducción; c) interceptor; y d) almacenamiento. Ver Figura 1.



Sistema de captación de agua pluvial en techos

a. *Captación.*- La captación está conformado por el techo de la edificación, el mismo que debe tener la superficie y pendiente adecuadas para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección. En el cálculo se debe considerar solamente la proyección horizontal del techo.

Los materiales empleados en la construcción de techos para la captación de agua de lluvia son la plancha metálica ondulada, tejas de arcilla, paja, etc.

La plancha metálica es liviana, fácil de instalar y necesita pocos cuidados, pero puede resultar costosa y difícil de encontrar en algunos lugares donde se intente proyectar este sistema.

Las tejas de arcilla tienen buena superficie y suelen ser más baratas, pero son pesadas, y para instalarlas se necesita de una buena estructura, además que para su elaboración se necesita de una buena fuente de arcilla y combustible para su cocción.

La paja, por ser de origen vegetal, tiene la desventaja que libera lignina y tanino, lo que le da un color amarillento al agua, pero que no tiene mayor impacto en la salud de los consumidores siempre que la intensidad sea baja. En todo caso puede ser destinada para otros fines diferentes al de consumo, como riego, bebida de ganado, lavado de ropa, higiene personal, limpieza de servicios sanitarios, etc.

b. Recolección y Conducción.- Este componente es una parte esencial de los SCAPT ya que conducirá el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento. Está conformado por las canaletas que van adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo (ver Figura 2).

El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas de agua. Al efecto se puede emplear materiales, como el bambú, madera, metal o PVC.

Las canaletas de metal son las que más duran y menos mantenimiento necesitan, sin embargo son costosas. Las canaletas confeccionadas a base de bambú y madera son fáciles de construir pero se deterioran rápidamente. Las canaletas de PVC son más fáciles de obtener, durables y no son muy costosas.

Las canaletas se fijan al techo con a) alambre; b) madera; y c) clavos.

Por otra parte, es muy importante que el material utilizado en la unión de los tramos de la canaleta no contamine el agua con compuestos orgánicos o inorgánicos. En el caso de que la canaleta llegue a captar materiales indeseables, tales como hojas, excremento de aves, etc. El sistema debe tener mallas que retengan estos objetos para evitar que obturen la tubería montante o el dispositivo de descarga de las primeras aguas.



Figura 2. Canaletas de recolección

c. Interceptor.- Conocido también como dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en él se encuentren en el momento del inicio de la lluvia. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada y de la que vaya a almacenarse posteriormente (ver Figura 3).

En el diseño del dispositivo se debe tener en cuenta el volumen de agua requerido para lavar el techo y que se estima en 1 litro por m² de techo.

El volumen de agua resultante del lavado del techo debe ser recolectado en un tanque de plástico. Este tanque debe diseñarse en función del área del techo para lo cual se podrán emplear recipientes de 40, 60, 80 ó 120 litros, y para áreas mayores de techo se utilizarían combinaciones de estos tanques para captar dicho volumen.

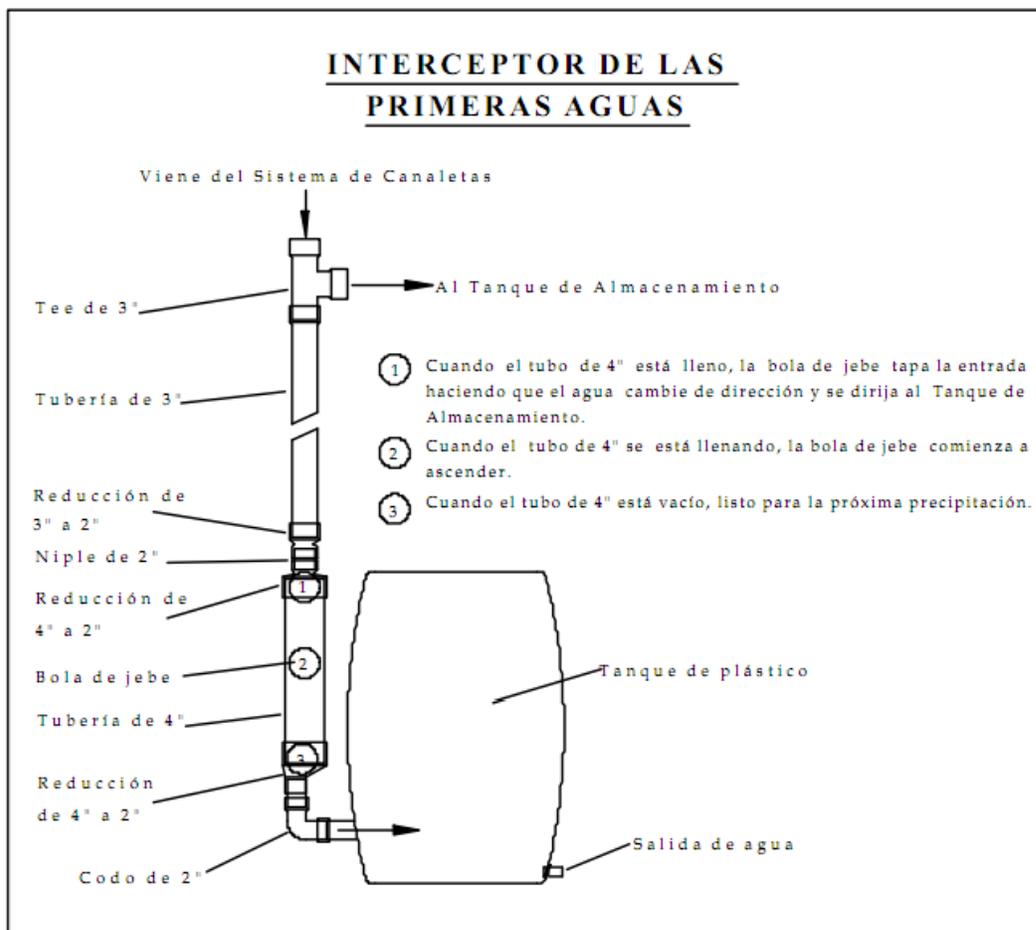


Figura 3. Interceptor de Primeras Aguas

d. Almacenamiento.- Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario de las personas beneficiadas con este sistema, en especial durante el período de sequía (ver Figura 4).

La unidad de almacenamiento debe ser duradera y al efecto debe cumplir con las especificaciones siguientes:

- Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración,
- De no más de 2 metros de altura para minimizar las sobre presiones,
- Dotado de tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar,
- Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias,
- La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales.
- Dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje. Esto último para los casos de limpieza o reparación del tanque de almacenamiento. En el caso de tanques enterrados, deberán ser dotados de bombas de mano.

Antes de emprender el diseño de un sistema de captación de agua pluvial, es necesario tener en cuenta los aspectos siguientes:

- Precipitación en la zona. Se debe conocer los datos pluviométricos de por lo menos los últimos 10 años, e idealmente de los últimos 15 años,
- Tipo de material del que está o va a estar construida la superficie de captación,
- Número de personas beneficiadas, y
- Demanda de agua

Criterios de diseño;

Este método conocido como: “Cálculo del Volumen del Tanque de Almacenamiento” toma como base de datos la precipitación de los 10 ó 15 últimos años. Mediante este cálculo se determina la cantidad de agua que es capaz de recolectarse por metro cuadrado de superficie de techo y a partir de ella se determina a) el área de techo necesaria y la capacidad del tanque de almacenamiento, o b) el volumen de agua y la capacidad del tanque de almacenamiento para una determinada área de techo.

Vivienda sustentables y de Autoconstrucción para el municipio de Puebla, caso San Andrés Azumiatla

Los datos complementarios para el diseño son:

Número de usuarios,

- Coeficiente de escorrentía;
- calamina metálica 0.9
- tejas de arcilla 0.8 - 0.9
- madera 0.8 - 0.9
- paja 0.6 - 0.7
- Demanda de agua.

Los pasos a seguir para el diseño del sistema de captación de agua de lluvia son:

Determinación de la precipitación promedio mensual; a partir de los datos promedio mensuales de precipitación de los últimos 10 ó 15 años se obtiene el valor promedio mensual del total de años evaluados. Este valor puede ser expresado en términos de milímetros de precipitación por mes, o litros por metro cuadrado y por mes que es capaz de colectarse en la superficie horizontal del techo.

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

n : número de años evaluados,

p_i : valor de precipitación mensual del mes "i", (mm)

Pp_i : precipitación promedio mensual del mes "i" de todos los años evaluados. (mm)

Determinación de la demanda; a partir de la dotación asumida por persona se calcula la cantidad de agua que se necesita para atender las necesidades de la familia o familias a ser beneficiadas en cada uno de los meses.

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

Nu : número de usuarios que se benefician del sistema.

Nd : número de días del mes analizado

Dot : dotación (lt/persona.día)

D_i : demanda mensual (m^3)

Determinación del volumen del tanque de abastecimiento; teniendo en cuenta los promedios mensuales de precipitaciones de todos los años evaluados, el material del techo y el coeficiente de escorrentía, se procede a determinar la cantidad de agua captada para diferentes áreas de techo y por mes.

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

Pp_i : precipitación promedio mensual (litros/m²)

Ce : coeficiente de escorrentía

Ac : área de captación (m²)

A_i : Abastecimiento correspondiente al mes “i” (m³)

Teniendo como base los valores obtenidos en la determinación de la demanda mensual de agua y oferta mensual de agua de lluvia, se procede a calcular el acumulado de cada uno de ellos mes a mes encabezado por el mes de mayor precipitación u oferta de agua. A continuación se procede a calcular.

La diferencia de los valores acumulados de cada uno de los meses de la oferta y la demanda respectivamente.

Las áreas de techo que conduzcan a diferencias acumulativas negativas en alguno de los meses del año se descartan por que el área supuesta no es capaz de captar la cantidad de agua demandada por los interesados.

El área mínima de techo corresponde al análisis que proporciona una diferencia acumulativa próxima a cero (0) y el volumen de almacenamiento corresponde a la mayor diferencia acumulativa. Areas de techo mayor al mínimo darán mayor seguridad para el abastecimiento de los interesados.

El acumulado de la oferta y la demanda en el mes “i” podrá determinarse por:

Vivienda sustentables y de Autoconstrucción para el municipio de Puebla, caso San Andrés Azumiatla

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

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

Aai : volumen acumulado al mes “i”.

Dai : demanda acumulada al mes “i”.

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

Vi : volumen del tanque de almacenamiento necesario para el mes “i”.

Ai : volumen de agua que se captó en el mes “i”.

Di : volumen de agua demandada por los usuarios para el mes “i”.

Ejemplo 1

Determinación del área de techo requerida y del volumen del tanque de almacenamiento.

Determinar el área de techo y el volumen del tanque del almacenamiento más económico según las precipitaciones y demanda mensual de agua indicado en el cuadro N°1, teniendo en cuenta los siguientes criterios de diseño.

- Material de techo : teja de arcilla
- Coefficiente de esorrentía: 0.8
- Personas a ser beneficiadas : 6
- Costo de reservorio por m³ : US\$ 50
- Costo de techo por m² : US\$ 10

Para el análisis matemático, se asumirán áreas de techo de 50, 60 y 65 metros cuadrados respectivamente.

En los cuadros adjuntos, se pueden apreciar los resultados de los cálculos efectuados y que se sintetizan como sigue:

Area de techo (m ²)	Diferencias acumulativas (m ³)	
	Máximo valor (volumen de almacenamiento m ³)	Mínimo valor (volumen de reserva m ³)
50	12.10	-2.87
60	15.63	1.47
65	17.39	3.64

Vivienda sustentables y de Autoconstrucción para el municipio de Puebla, caso San Andrés Azumiatla

Del análisis del cuadro en donde se sintetizan los resultados, se nota que no debe considerarse en la evaluación final el área de techo de 50 metros cuadrados por haberse obtenido valores negativos durante tres meses, lo que se traduce en que no habría agua para abastecer a los interesados durante los últimos tres meses del año. De este modo, el área idónea que puede atender la demanda deben ser igual o mayor a 60 m.

El volumen de almacenamiento neto debe ser de 14.16 m³ (15.63 – 1.47) para un techo de 60 m² y de 13.75 (17.39-3.64) para un techo de 65 m². Si se considera una reserva mínima de 1.47 m³, los costos que representa cada una de las implementaciones para las dos áreas de techo remanentes, es decir para 60 y 65 m² son:

Area de Techo (m ²)	Volumen del Tanque (m ³)	Costo (US\$)		
		Techo	Tanque	Total
60	15.63	600.00	781.50	1381.50
65	15.22	650.00	761.00	1411.00

El costo de implementación del sistema más económico conformado por un techo de un área de 60 m² y un reservorio de 15.63 m³ con una capacidad extra de almacenamiento de 1.47 m³ es de US\$1.381.50. Aumentaría a US\$ 1411.00 si el techo tuviera un área de 65 m² y el reservorio con su capacidad extra de 1.47 m³ fuera de 15.22 m³.

Ejemplo 2

Determinación de la dotación de agua y del volumen del tanque de almacenamiento con un área de techo definida.

Determinar la dotación de agua per cápita y el volumen del tanque de almacenamiento más económico para una vivienda con un área de techo de 50 m² y en la que habita una familia de cinco personas. El techo está fabricado con tejas de arcilla cocida. Considerar para el presente caso, los datos de precipitación del cuadro anterior.

Material de techo : tejas de arcilla

Area de techo existente : 50 m²

Coefficiente de escorrentía : 0.8

La determinación de la oferta de agua para el techo de 50 m² se realiza de forma similar al ejemplo anterior

MES	Precipitación (mm)	Abastecimiento (m ³)	
		Parcial	Acumulado
Julio	227.73	9.109	9.11
Agosto	165.80	6.632	15.74
Setiembre	47.00	1.880	17.62
Octubre	9.87	0.395	18.02
Noviembre	2.73	0.109	18.13
Diciembre	5.67	0.227	18.35
Enero	10.87	0.435	18.79
Febrero	9.73	0.389	19.18
Marzo	3.13	0.125	19.30
Abril	7.67	0.307	19.61
Mayo	18.80	0.752	20.36
Junio	33.53	1.341	21.70

Del cuadro se puede observar que la oferta de agua que brinda el techo de 50 m² a lo largo del año es de 21.7 m³. Considerando una reserva de 1 m³ de agua, se tiene que la dotación diaria de agua para cada una de las cinco personas que habitan en la vivienda es:

$$\frac{\left(21.7\text{m}^3 - 1.0\text{m}^3\right) \times \left(\frac{1000\text{lt}}{\text{m}^3}\right)}{365\text{días} \times 5\text{hab.}} = 11.34 \text{ litros/hab-día}$$

Vivienda sustentables y de Autoconstrucción para el municipio de Puebla, caso San Andrés Azumiatla

A partir de la dotación diaria establecida en 11.34 litros/hab-día y que permite determinar la demanda, así como la oferta de agua de lluvia, se determina que el volumen del tanque de almacenamiento debe ser de 12.44 m³.

MES	Precipitación (mm)	Abastecimiento (m ³)		Demanda (m ³)		Diferencia (m ³)
		parcial	Acumulado	Parcial	acumulado	
Julio	227.73	9.109	9.11	1.73	1.73	7.38
Agosto	165.80	6.632	15.74	1.73	3.45	12.29
Setiembre	47.00	1.880	17.62	1.73	5.18	12.44
Octubre	9.87	0.395	18.02	1.73	6.90	11.12
Noviembre	2.73	0.109	18.13	1.73	8.63	9.50
Diciembre	5.67	0.227	18.35	1.73	10.35	8.00
Enero	10.87	0.435	18.79	1.73	12.08	6.71
Febrero	9.73	0.389	19.18	1.73	13.80	5.38
Marzo	3.13	0.125	19.30	1.73	15.53	3.77
Abril	7.67	0.307	19.61	1.73	17.25	2.36
Mayo	18.80	0.752	20.36	1.73	18.98	1.38
Junio	33.53	1.341	21.70	1.73	20.70	1.00

http://www.organi-k.org.mx/nsp/viewpage.php?page_id=11

Panel Solar Tecnología 6

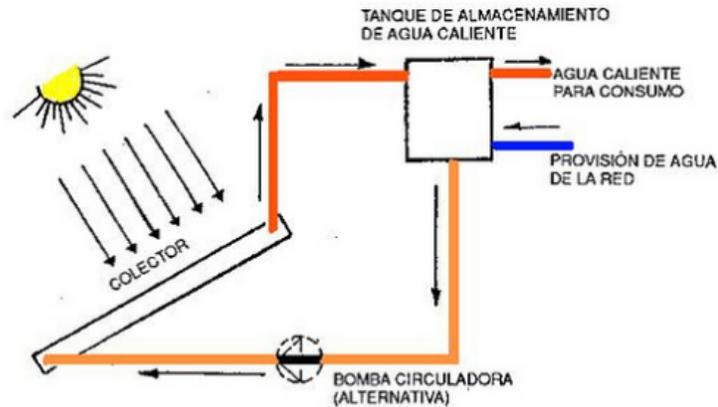


Figura 7: Principio de funcionamiento de agua caliente solar

Los calentadores de agua con paneles solares utilizan el sol en el colector para calentar agua o un fluido conductor de calor, junto con un sistema convencional adicional para cuando sea necesario.

La instalación del sistema de calentamiento de agua se compone de tres elementos básicos:

- Colector solar
- Tanque de almacenamiento de agua caliente aislado
- Cañerías de vinculación

La circulación del agua puede ser por el principio de termosifón o eventualmente con una bomba circuladora. El colector solar más común es el plano que consiste en un gabinete de chapa con una tapa de vidrio o plástico que aprovecha el efecto invernadero para calentar una chapa o lámina con aislamiento, pintada de negro opaco que contiene tubos construidos en hierro galvanizado o mejor, cobre, bronce, latón, aluminio, etc. por donde circula el agua, como se detalla en el esquema de la siguiente figura.

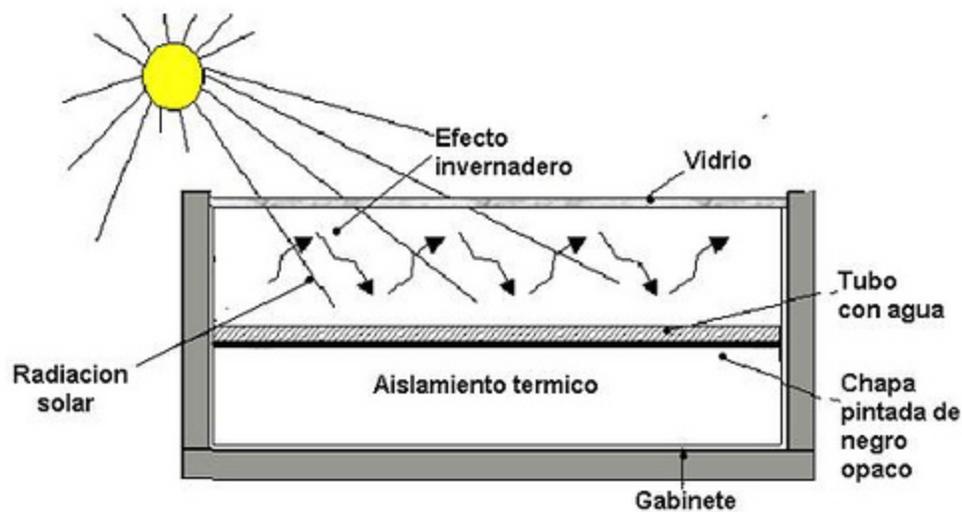


Figura 8. Detalle esquemático de un colector plano

Para aumentar la eficiencia en instalaciones especiales se emplean colectores constituidos por tubos de vidrio al vacío en lugar de aire conformados en paneles o concentradores lineales o puntuales. Los colectores deben estar orientados para la mejor captación en invierno, al norte con una tolerancia de 20° e inclinados con un ángulo igual a la latitud más 10° como se indica en el detalle de la figura 9.

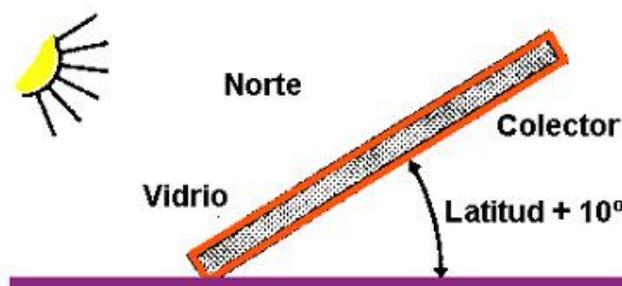


Figura 9. Orientación e inclinación de los colectores solares

El agua de consumo en el tanque puede calentarse en forma directa, pero ocurre que puede congelarse durante la noche, especialmente en climas muy

fríos, por lo cual en general se emplea un calentamiento indirecto mediante un serpentín como se detalla en la figura 10.

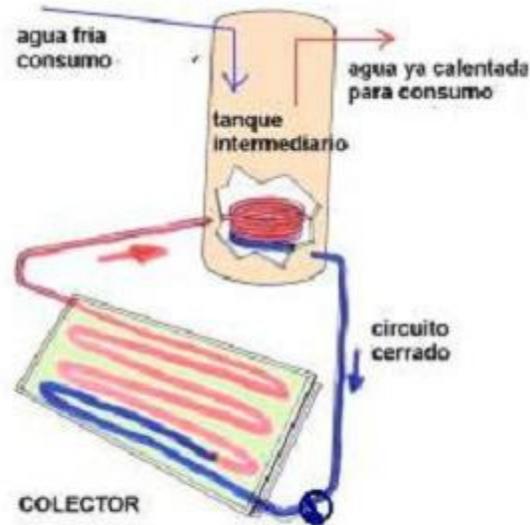


Figura 10 Esquema de sistema de calentamiento indirecto

De esa manera, los circuitos de agua caliente domiciliaria y la del colector solar son independientes y a la misma se le agrega una solución que evita el congelamiento, corrosión o dureza. Otra alternativa es el vaciado del agua del colector durante la noche, manual o automáticamente. En la actualidad para facilitar el montaje de la instalación se proveen colectores planos formando un equipo integral. Estos sistemas de calentamiento de agua vienen provistos de una resistencia eléctrica en caso de apoyo para uso eventual en caso de varios días sin sol.

¿Cómo se instala?

El calentador energía solar de agua es de fácil instalación, buscando posicionarlo en un lugar donde tenga la mayor captación de energía solar, para que el agua se mantenga siempre caliente, incluso en días nublados.

¿Cuánto dura?

Un buen calentador de agua de energía solar puede durar funcionando hasta 15 ó 20 años, es decir, varios años más que un "boiler" tradicional.

¿Cuáles son los beneficios?

Los beneficios del uso de los calentadores solares de agua los podemos clasificar en dos: económicos y ambientales.

Económicos

Con la instalación de un sistema adecuado a nuestras necesidades, podemos satisfacer la mayor parte de los requerimientos de agua caliente de nuestra casa, sin tener que pagar combustible, pues utilizar así el sol que no nos cuesta. Aunque el costo inicial de un calentador de agua de energía solar es mayor que el de un “boiler”, con los ahorros que se obtienen por dejar de consumir gas, podemos recuperar nuestra inversión en un plazo razonable.

Ambientales

El uso de los calentadores solares permite mejorar en forma importante nuestro entorno ambiental. ¿Cómo? Los problemas de la contaminación en las zonas urbanas no sólo son provocados por los combustibles utilizados en el transporte y en la industria, sino también por el uso de gas LP en millones de hogares, lo cual contribuye en conjunto al deterioro de la calidad del aire y la emisión de gases de efecto invernadero.

¿Cómo seleccionar un equipo?

La selección de un equipo de energía solar depende básicamente de los siguientes factores:

Primero.- Número de personas y hábitos de uso del agua en el hogar. Estos datos son básicos, ya que de ellos depende, en gran medida, el tamaño del equipo solar requerido.

Segundo.- Otros usos del agua caliente, como son el lavado de ropa y de trastes. Si se quiere suministrar agua caliente para estos servicios, es importante considerar sus consumos.

En CORMAR tenemos diferentes equipos según su necesidad.

Tubos	Litros	Personas
8	100	2-3
10	130	3-4
12	150	4-5
15	180	5-6
16	190	5-7
18	215	7-8
20	250	8-9

http://www.cormar.mx/capacidades_calentador_boiler_solar_agua.html

Vivienda sustentables y de Autoconstrucción para el municipio de Puebla, caso
San Andrés Azumiatla