



Manual práctico de capacitación en ecotecnias para el uso sustentable del recurso hídrico en la comuna de Monte Patria, Localidad Chañaral Alto (Región de Coquimbo)





Manual práctico de capacitación en ecotecnias para el uso sustentable del recurso hídrico en la comuna de Monte Patria Localidad Chañaral Alto (Región de Coquimbo)

La presente publicación ha sido elaborada con la asistencia de los Gobiernos de Chile y México. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de Instituto de capacitación CGM y de su autor Mario Castillo Hube, consultores contratados por el Departamento de Gestión Ambiental Local del Ministerio del Medio Ambiente y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista del Gobierno de Chile ni del Gobierno de México así como tampoco de AMEXCID de México ni de AGCID de Chile.

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Índice

Índice	3
Cambio climático	4
Efecto Invernadero	5
Destrucción de la capa de ozono	8
Recursos hídricos	10
Información hidrobiológica	13
Ecotecnia	23
Ventajas de ecotecnias	30
Ecotecnia 1 “Atrapanieblas”	31
Ecotecnia 2 “Captura de aguas lluvias”	36
Ecotecnia 3 “Baños secos”	42
Ecotecnia 4 “Calefactores de agua solar y duchas solares”	47
Ecotecnia 5 “Biofiltro casero”.	52
Ecotecnia 6 “Mesón para cultivo hidropónico tipo raíz flotante	58
Referencias bibliográficas	65

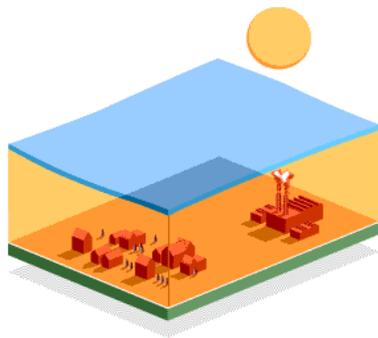
Cambio climático

El **cambio climático** es una variación que se está registrando en el clima del planeta, atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, y que altera la composición de la atmósfera. Se manifiesta en un **aumento de las temperaturas** medias y una alteración del clima a escala mundial.

El cambio climático está alterando nuestra variabilidad climática natural produciendo un desequilibrio que trae consecuencias que ya se están manifestando, las causas más importantes de este cambio son:

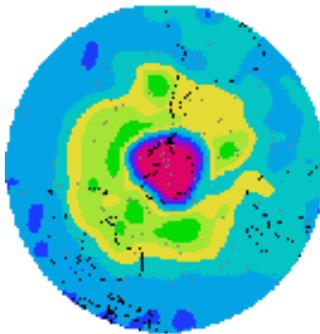
1.- Efecto invernadero

2.- Destrucción de la capa de ozono



Efecto invernadero

+



Destrucción de la capa de ozono

CAMBIO CLIMATICO

Efecto invernadero

Es el equilibrio de temperatura que se establece al interior de la atmósfera, entre la energía que ingresa desde el sol, la que refleja al contacto con la superficie y aquella que se queda al interior del “**invernadero**” absorbida por los gases de efecto invernadero.

Los **gases de efecto invernadero** corresponden a los gases que como consecuencia de la actividad del hombre comenzaron a aumentar exponencialmente su concentración en la atmósfera desde la época de la **Revolución Industrial**. Los principales gases de efecto invernadero son el **Monóxido de carbono (CO)**, **Anhídrido sulfuroso (SO_x)** y **Óxidos nitrosos (NO_x)** producto de la combustión incompleta de combustibles fósiles como el petróleo.

Anhídrido Sulfuroso

Es un gas incoloro altamente irritante de las vías respiratorias en contacto con agua forma **ácido sulfúrico**. Su fórmula química es **SO₂**. El **anhídrido sulfuroso o sulfuroso** es un gas que se emplea en la agricultura como **fungicida** por ejemplo para el tratamiento en cámaras de gasificación de la uva, el almacenamiento y transporte post cosecha. Pero también para la **industria alimentaria** en la preservación de pulpas, jugos frutales y vegetales, aplicación en la industria maltera, vinos y mostos sulfitados.

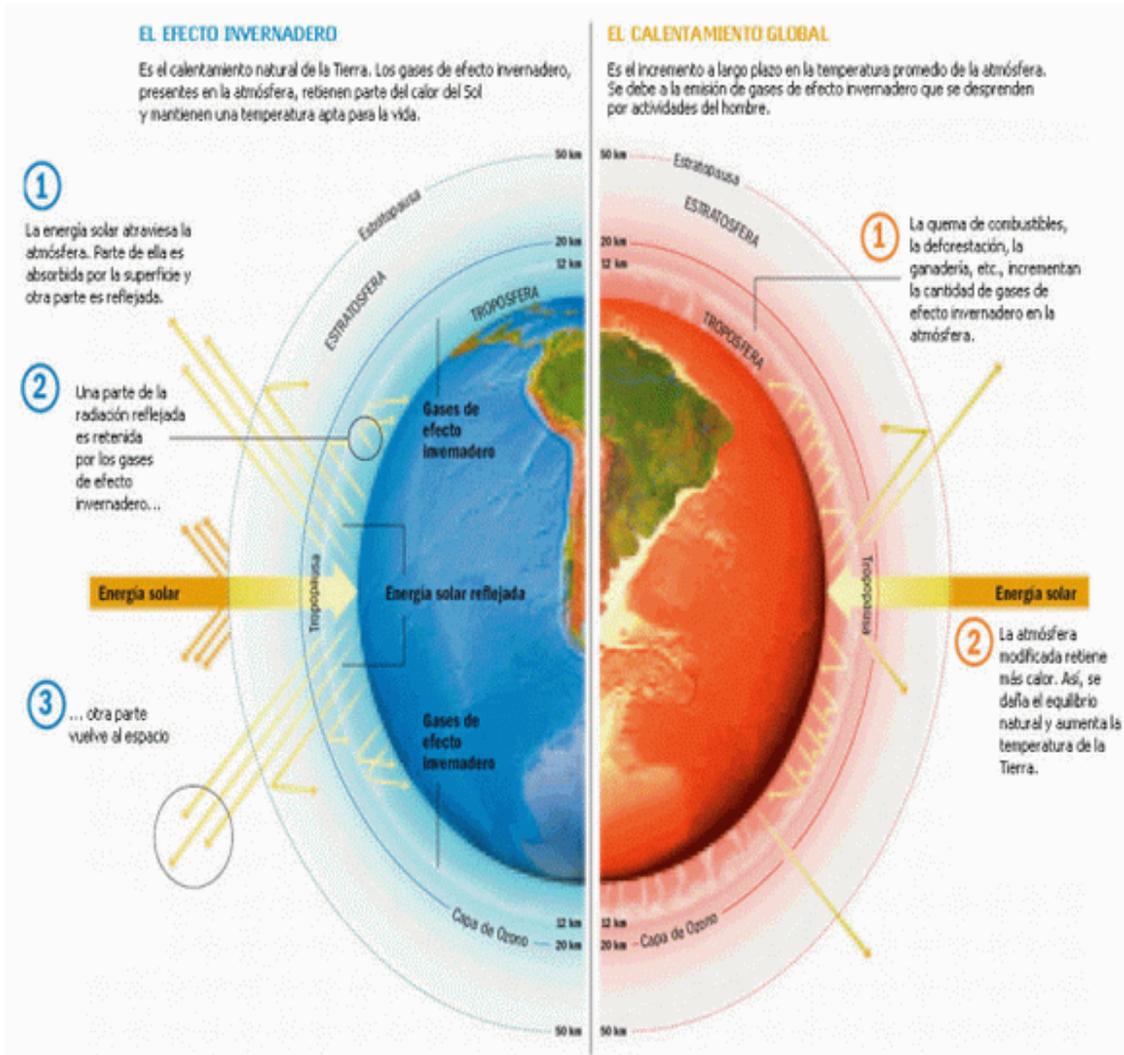


Contaminación primaria y secundaria



Fuente: www.educarchile.cl

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”



Fuente: www.clarin.com/.../um/calentamiento_global.jpg

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Destrucción de la capa de ozono

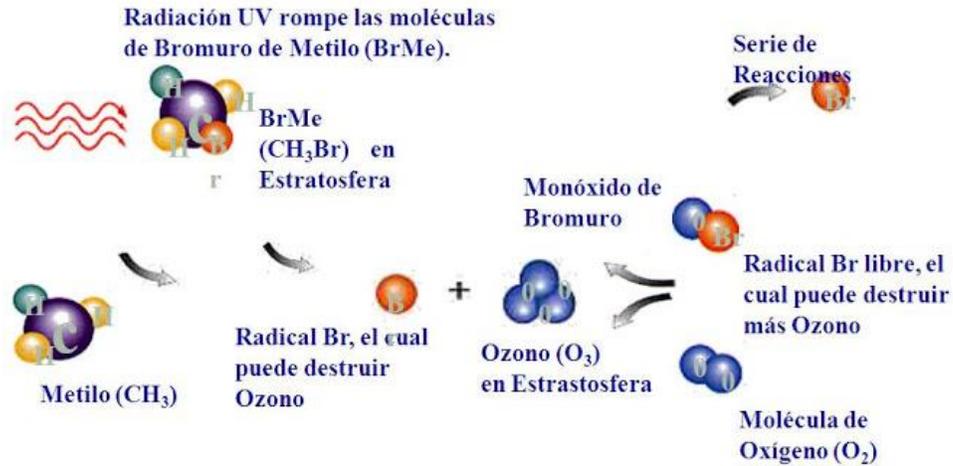
Las moléculas de ozono están compuestas por tres átomos de oxígeno; juntas crean una **Capa de Ozono** en la estratósfera, en la atmósfera superior. La Capa de Ozono es un escudo delgado e invisible que bloquea el paso de la **radiación ultravioleta** del Sol, razón por la cual es vital para la vida en la Tierra.

Esta capa se ha ido destruyendo debido al empleo de gases que son utilizados como propelentes y refrigerantes industriales, estos son los **freones** y **halones** además de gases fumigantes como el **Bromuro de Metilo**, Se calcula que una sola molécula de estos gases puede destruir hasta 100.000 moléculas de ozono.

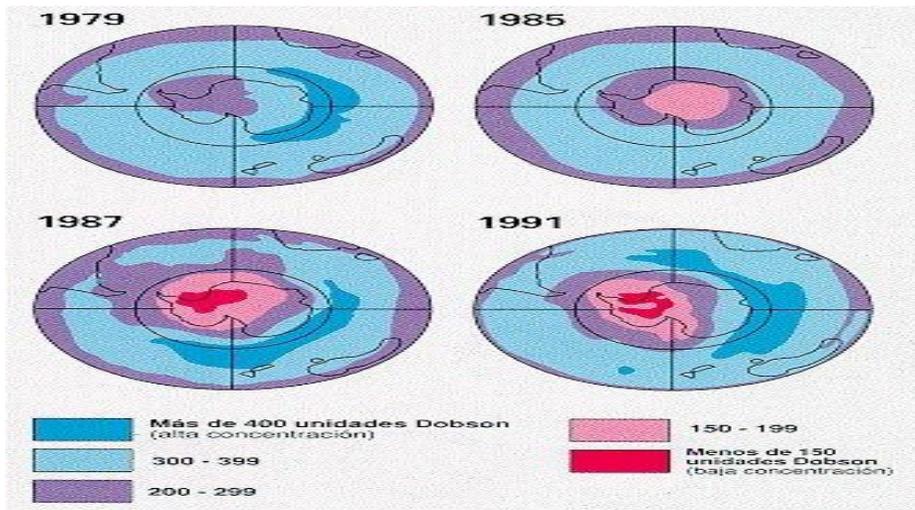
Bromuro de Metilo

El **bromuro de metilo** o **bromometano**, es un gas incoloro, ininflamable. Sus nombres comerciales son Embafume, Bromometano, y Terabol. Su fórmula química es **CHBr**. El bromuro de metilo es un **gas fumigante** que se emplea en la agricultura como **nematicida** al suelo e **insecticida** en el almacenamiento de granos. Su uso de manera indiscriminada lo ha llevado a destruir la capa fértil de los suelos, es decir los microorganismos que se encargan de descomponer la materia orgánica en elementos asimilables por las plantas, además de provocar serios daños a la salud de las personas que manipulan este compuesto.

EFFECTOS DEL BrMe EN LA ESTRATOSFERA



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos58/capa-ozono/capa-ozono2.shtml>



Fuente: <http://www.ingenieroambiental.com/ozono.htm>

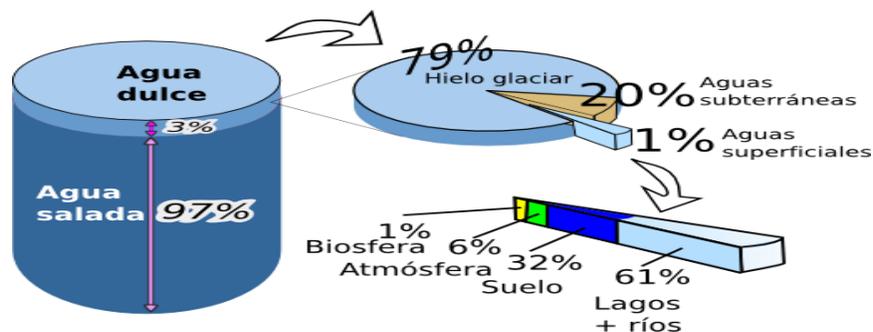
“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Recursos hídricos

El agua es uno de los **recursos naturales** más valiosos con que cuenta la humanidad, su rol en el desarrollo de la agricultura y de la industria es indispensable, como también en la vida social y en la calidad sanitaria.

El agua no es un recurso abundante por lo que es necesario cuidar cada gota. Además de la **cantidad disponible**, un factor tan importante es la **calidad del agua**, ya que mediante el mal uso de residuos **químicos, físicos y biológicos** ésta se podría ver alterada transformándose en un **riesgo para el consumo**.

Agua en el planeta



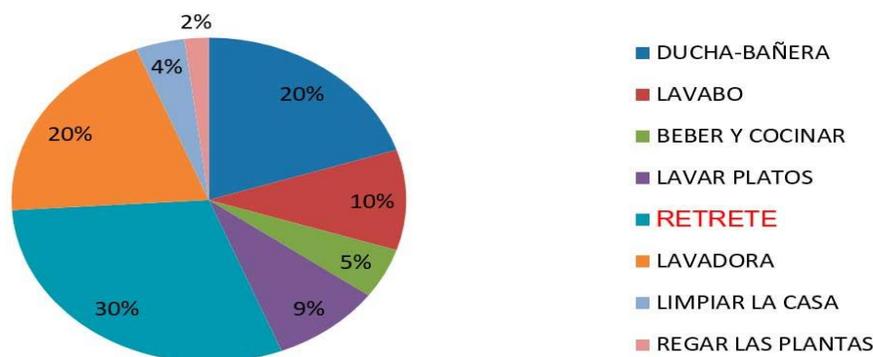
Fuente: IMC Public Maps: <http://cmapspublic.ihmc.us/rid=1LHPY5R8K-4CHR8W-XF2/1K7381V7FI93GMRR163NIimage>

Calidad del agua

Producir **agua potable**, es decir agua para el **consumo humano** es un proceso largo, costoso y complejo, requiere de trabajo humano, recursos económicos, materiales y procesos de alta tecnología. Por otro lado, las **aguas grises** son el resultado del uso o consumo humano del agua potable por las actividades y usos domésticos como las utilizadas en la cocina, la ducha y el lavado de la ropa. Estas aguas se pueden reutilizar a través de tratamientos, de modo de aprovecharlas por ejemplo como **agua de riego**.

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

USOS DEL AGUA EN EL HOGAR



Fuente: <http://sosapac.gob.mx/comunicacion/cultura-del-agua.html>

Medidas para ahorrar agua en el hogar

- Revisar si hay tuberías o griferías deterioradas o dañadas, repararlas si es necesario (las goteras o fugas generan pérdidas de 30 a 700 litros por día)
- Lavar los platos con agua de lavaza no con el **“agua corriendo”**
- Cerrar la llave del lavamanos mientras se lava los dientes
- Duchas cortas de no más de 5 minutos (1 minuto de ducha aproximadamente son 20 litros de agua)
- Introducir una botella plástica llena de agua dentro del estanque de WC, cada vez que tire la cadena se ahorra el volumen de agua de ella
- Lavar el auto con un balde y esponja no regar con manguera. (lavado con manguera 100 a 300 litros)

En ocasiones es posible que las fuentes de agua para consumo humano se encuentren en un estado no óptimo desde un punto de vista biológico ya sea por contaminación de heces y la acción de microorganismos presente en ellas

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

por lo cual existen medidas para potabilizar el agua para ello es necesario cumplir con cuatro acciones **usar cloro, hervir el agua, desinfectar con la acción del sol y filtrar.**

1) Cloración de agua:

- Buscar recipiente limpio para 1 litro
- El agua a utilizar dese ser transparente
- Uso de solución de hipoclorito domestico sin uso de aditivos y aromas
- Agregar a un litro de agua cinco gotas de hipoclorito dejando reposar por 30 minutos. (el Cloro es capaz de eliminar el 99,9% de microorganismos dañinos para la salud

2) Hervir el agua

Dejar el agua por 10 minutos en el fogón

Tras la ebullición proteger en recipientes limpios y seguros para evitar contaminación

3) Antes de servir colar el agua para descartar cualquier material particulado

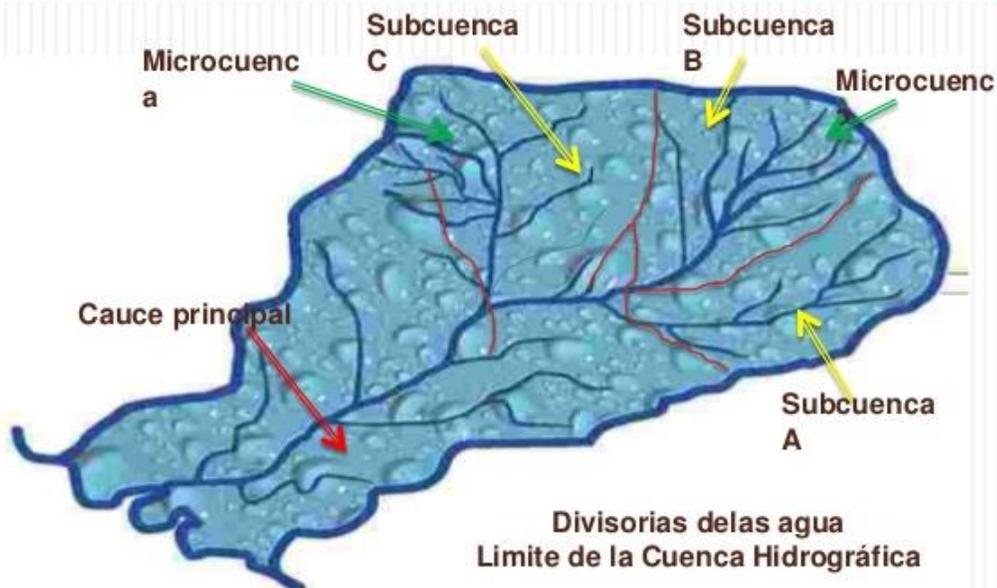
El agua abastecida por camiones aljibes se deben colocar en tambores destinados solo para este uso sin la aplicación de ningún tipo de aditivo o preservante, revolviendo cada cierto tiempo y realizando este procedimiento si el aspecto del agua presenta turbidez.

Información Hidrobiológica

Las **cuencas hidrográficas** son sistemas formados por un conjunto de factores físicos, ambientales, sociales, económicos, políticos, culturales e institucionales muy dinámicos e interrelacionados entre sí, variables en el tiempo y el espacio, por lo que han sido propuestas como **unidades naturales** que sirvan de base para articular estos elementos en procesos tendientes al logro del **Desarrollo Rural Sustentable** (FAO, 1993).

Una **cuenca hidrográfica** es la superficie terrestre dentro de la cual las aguas precipitadas son drenadas por un río o una red de cauces. En Chile las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorgan a los particulares mediante **derechos de aprovechamiento** en conformidad a las disposiciones que establece el actual ordenamiento. (DGA, *Atlas del Agua*, 2016).

División de una Cuenca Hidrográfica



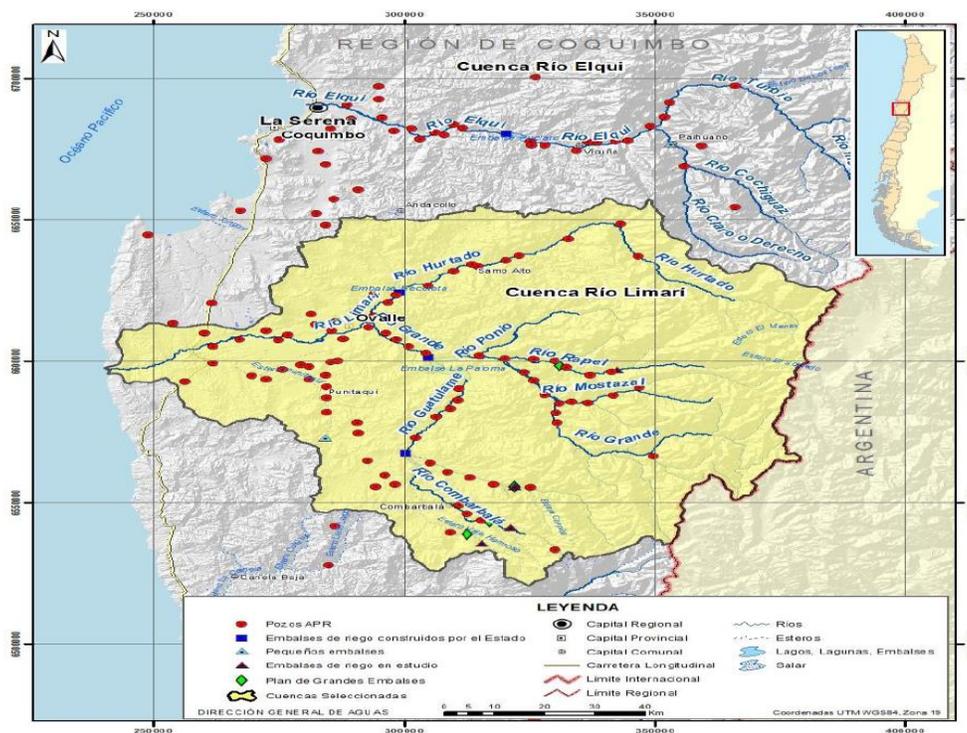
Fuente: www.slideshare.net/kimberlynveronica/subcuencas-y-microcuencas

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Cuenca del río Limarí

La **cuenca hidrográfica del río Limarí** está ubicada en la IV Región de Coquimbo, se sitúa entre los valles de los ríos Elqui por el norte y Choapa por el sur, abarcando una superficie aproximada de 11.800 km². El río Limarí cuenta con tres embalses:

- **Embalse Recoleta**, con capacidad de 100 Millones de m³, actualmente tiene un volumen acumulado de 18 Mm³.
- **Embalse La Paloma** con una capacidad de 748 Millones de m³, actualmente tiene un volumen almacenado de 72 Mm³.
- **Embalse Cogotí** con capacidad de 150 Millones de m³, actualmente tiene un volumen almacenado de 30 Mm³.



Fuente:

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Monte Patria

La comuna de **Monte Patria** se encuentra aproximadamente a 35 km al sur oriente de la ciudad de Ovalle. Su extensión territorial es de 4.366,3 km³. El **Embalse La Paloma** es el mayor reservorio de agua dulce de la comuna, donde confluyen las aguas de las **5 subcuencas hídricas**. Posee una capacidad de 750 millones de metros cúbicos y cubre una superficie de 3000 hectáreas. Es el principal afluente del Rio Limarí.



Fuente: Imagen satelital googleheart

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Embalse La Paloma



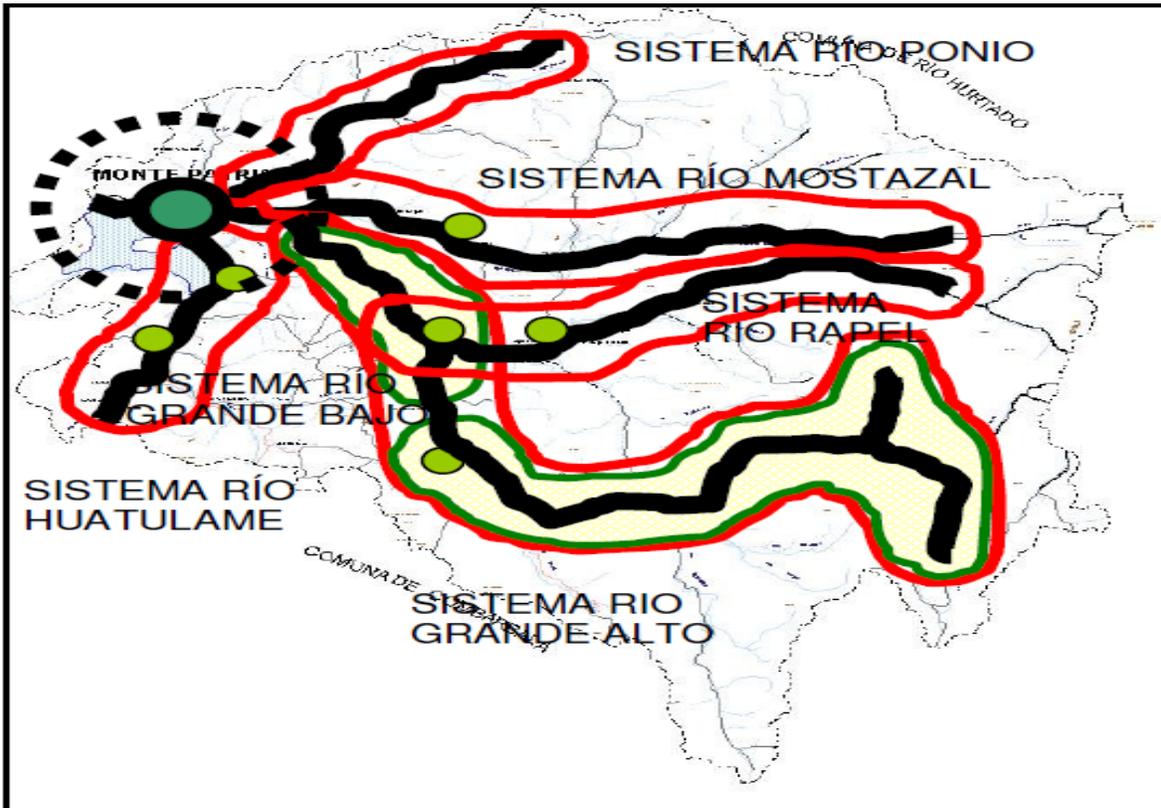
Fuente: Imagen satelital

Subcuencas de Monte Patria

- Valle del Río Mostazal
- Valle del Río Huatulame
- Valle del Río Ponio
- Valle del Río Grande
- Valle del Río Rapel

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Subcuencas de Monte Patria



Río Mostazal



“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Río Huatulame



Río Ponio



“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Río Rapel



Río Grande



“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Drenes

El principal cauce es el río Limarí que tiene una extensión de 100.297 m. Sus aportes los recibe de los ríos Hurtado y Grande, los que tienen una extensión de 124.362 m y 145.386 m respectivamente.

Acuíferos

Cogoti, Combarbalá, El ingenio, Guatulame, Higuierilla, Limarí desembocadura, Punitaqui, Quebrada grande, Río grande, Río Limarí, Río Pama, Río Ponio, Río Rapel, Río Hurtado.

Lagunas

Lagunas del Toro, corresponde a un conjunto de pequeñas lagunas, las que no superan 1km² de superficie.

Agua potable

La empresa encargada del agua potable en la cuenca es Aguas del Valle S.A. que abastece a 133.530 habitantes, a través de 39.373 arranques. Como agua potable rural existen en la cuenca alrededor de 86 pozos aproximadamente

Información ambiental

Declaración de escasez hídrica

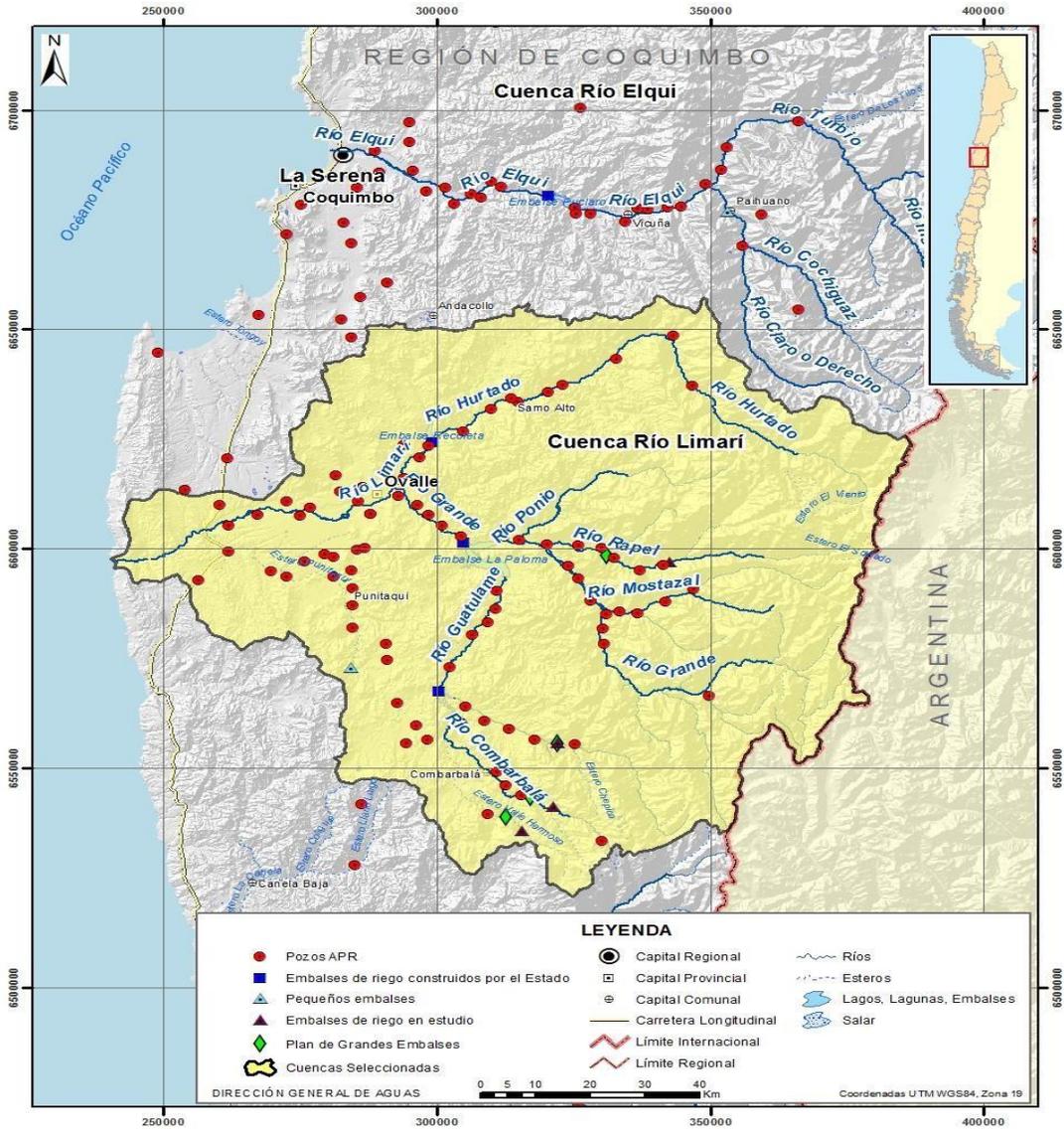
- Comuna Río Hurtado caduca 10-05-2016
- Comuna Monte Patria caduca 10-05-2016
- Cuenca río Cogotí caduca 10-05-2016
- Comuna de Punitaqui caduca 10-05-2016
- Comuna de Ovalle caduca 10-05-2016

Área de restricción de aguas subterráneas

- Huatulame
- Cogotí
- Limarí
- Río Pama
- Quebrada Grande
- El ingenio
- Higuera

Derechos de aprovechamiento de aguas	Subterránea		Superficial	
	Definitivo	Parcial	Consuntivo	No consuntivo
	2.920	3	2361	25
Caudal Otorgado	6.043	14	46.339	71.069

Todos los sectores mencionados, declarados áreas de restricción en Septiembre de 2009. Información hídrica de las cuencas priorizadas, fichas temáticas, dirección general de aguas.



Fuente: Dirección general de aguas DGA

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Ecotecnias

Las **ecotecnología** es una rama de la ecología aplicada que se encarga de estudiar la relación de las formas de vida con su medio. Las **ecotecnias** son innovaciones tecnológicas diseñadas con la finalidad de preservar y restablecer el equilibrio entre la **naturaleza** y las necesidades humanas. Se caracterizan por aprovechar eficientemente los **recursos naturales** y utilizar materiales de bajo impacto ambiental en su elaboración, además son tecnologías que nos garantizan el uso de una fuente limpia, económica y ecológica para obtener los recursos de nuestra vida diaria.

Ejemplos de ecotecnias

De acuerdo al objetivo ecológico a cumplir, las ecotecnias se pueden agrupar en 4 tipos:

- **Que disminuyen el consumo de energía:** Ej. cocinas solares, cocinas brujas, secador solar
- **Que reciclan residuos o reutilizan materiales desechables:** Ej: compostaje, lombricultura, biodigestor
- **Que reemplazan materiales de construcción convencionales:** Ej: quincha, hornos de barro, construcción con tetrapak
- **Que disminuyen el consumo o reutilizan el recurso hídrico:** Ej: sistema wetland, hidroponía, Forraje Verde Hidropónico

Cocina solar



1. Caja de madera externa que contiene y soporta la cocina

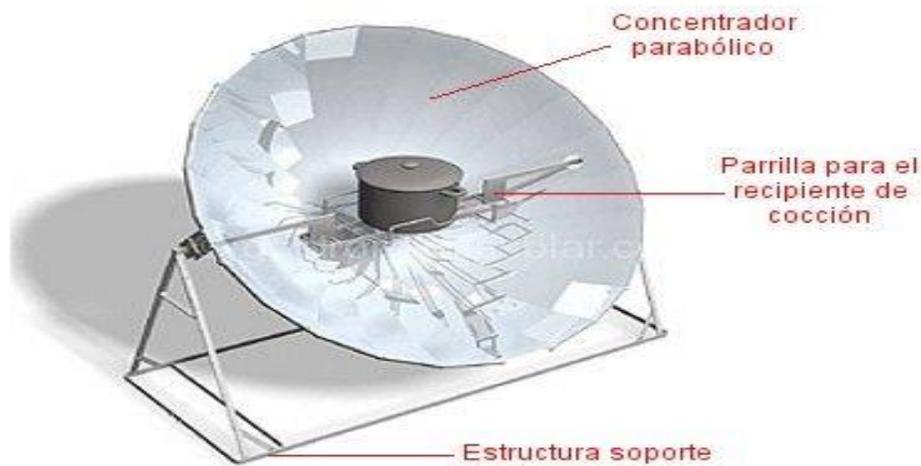
2. Caja de metálica interna de láminas de zinc recicladas en la que se colocan los alimentos.

3. Cobertura de doble vidrio que deja atravesar la radiación solar reflejándola parcialmente. Evita la salida del calor acumulado al interior de la caja.

4. Reflectores que hacen converger los rayos solares hacia el interior de la caja para incrementar la temperatura.

Fuente: <https://intiarequipa.wordpress.com/la-cocina-solar/>

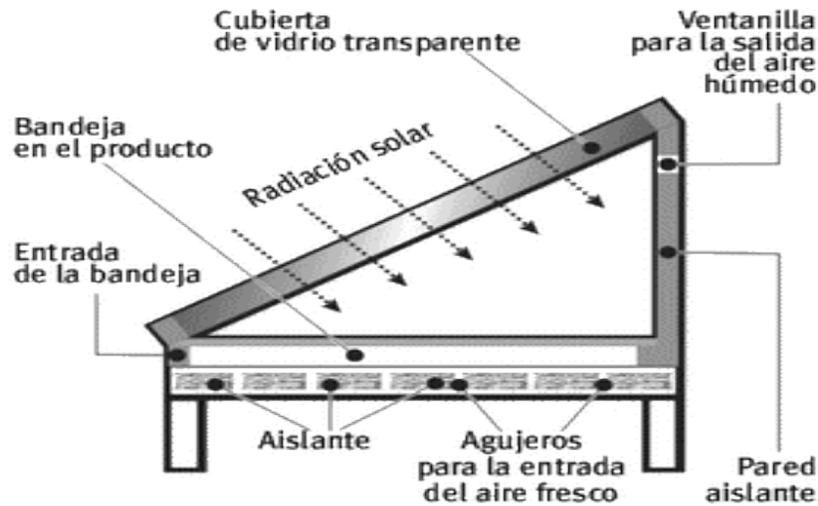
Cocina solar parabólica



Fuente: Dieter Seifer (Alemania)

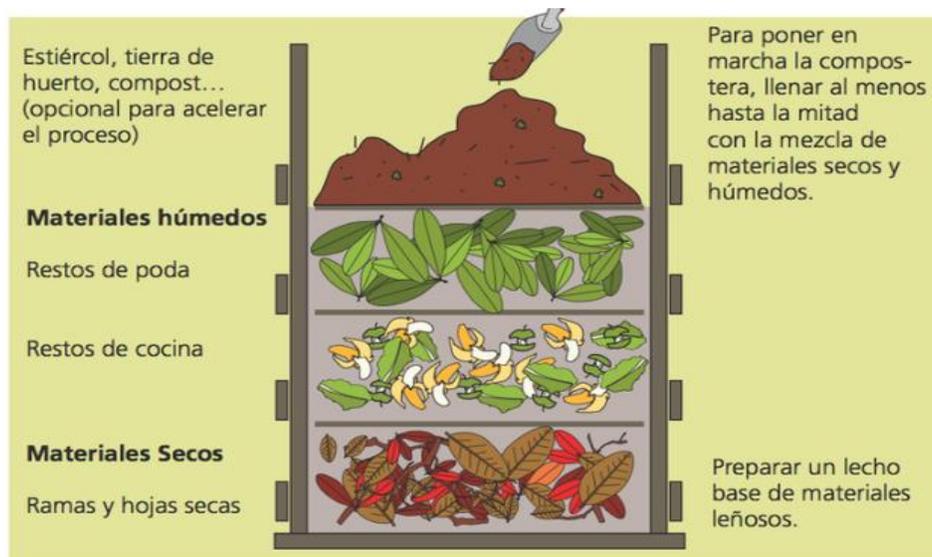
“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Secador solar



Fuente: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia40/HTML/articulo04.htm>

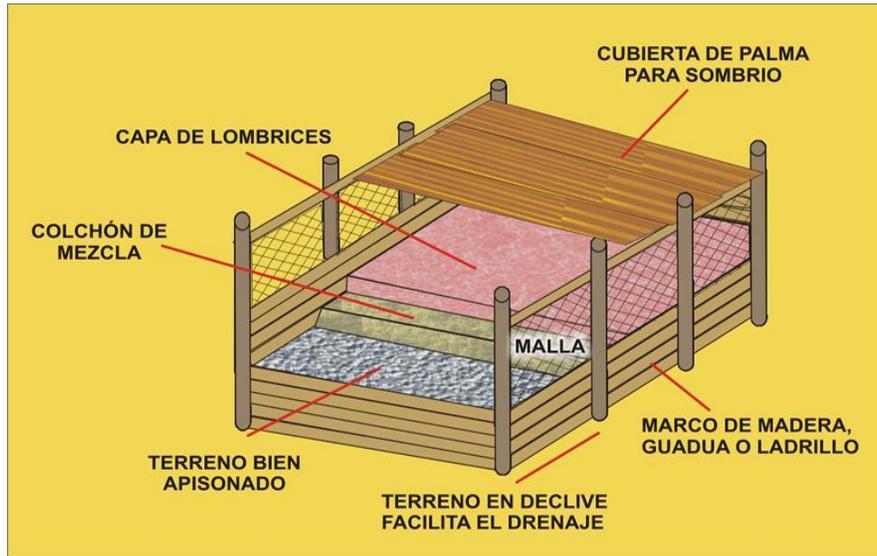
Compostaje



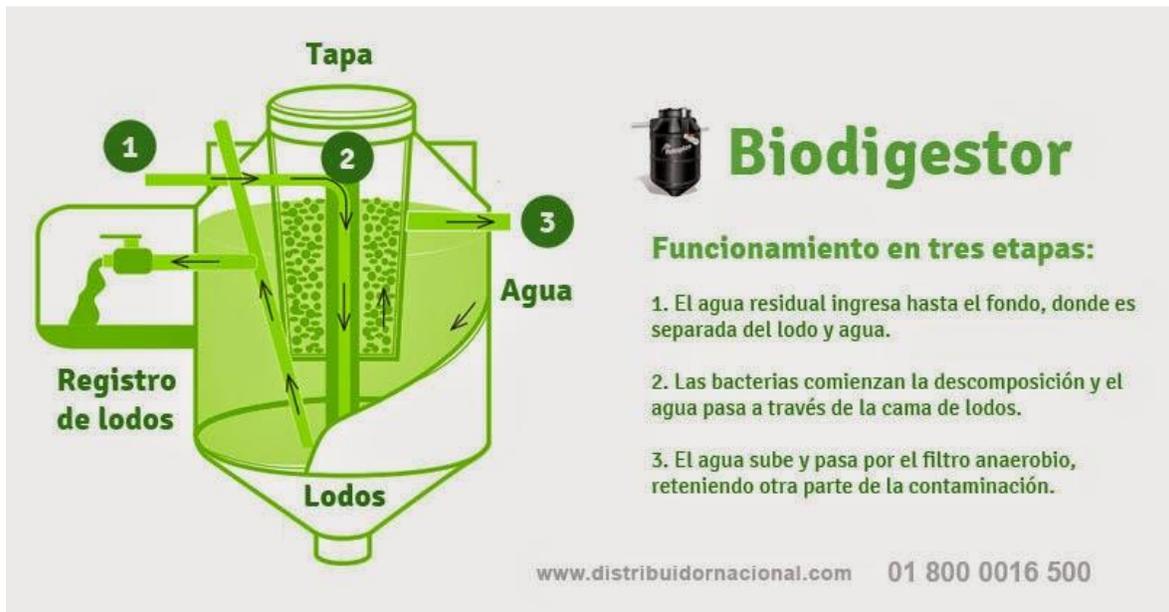
Fuente: www.mercadoorganico.cl

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Lombricultura

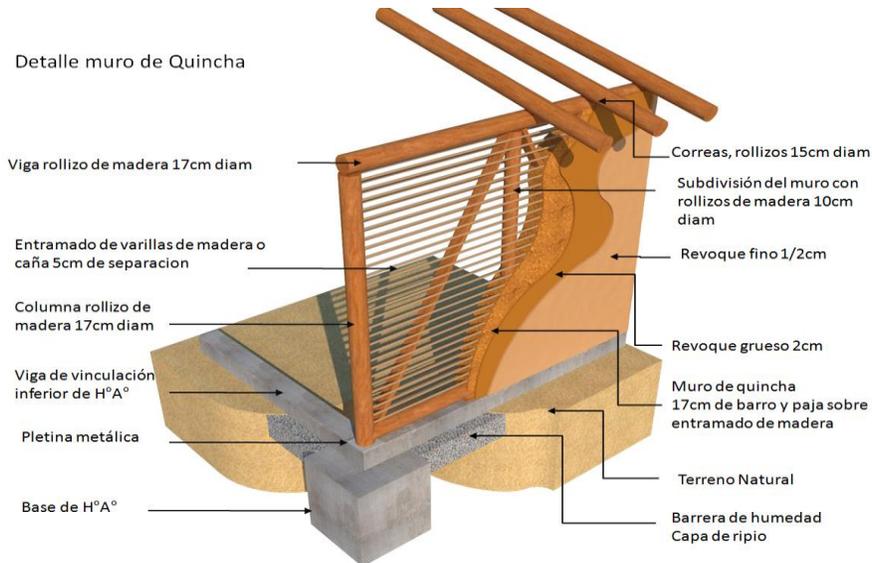


Biodigestor

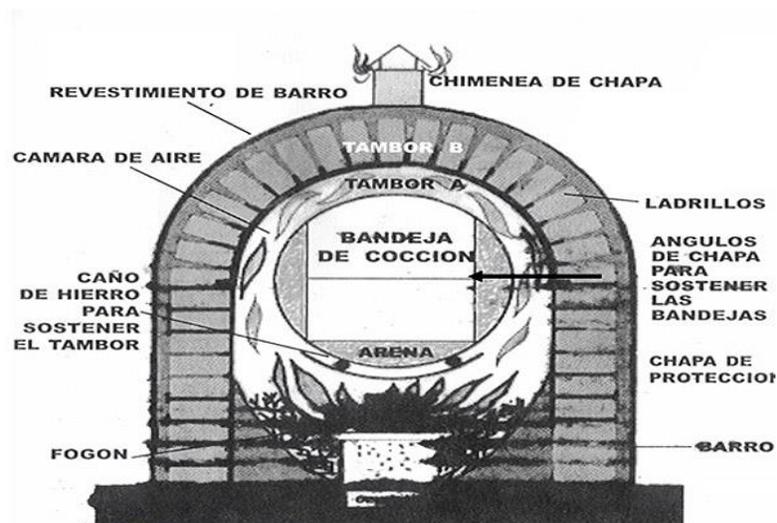


“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Quincha



Horno de barro



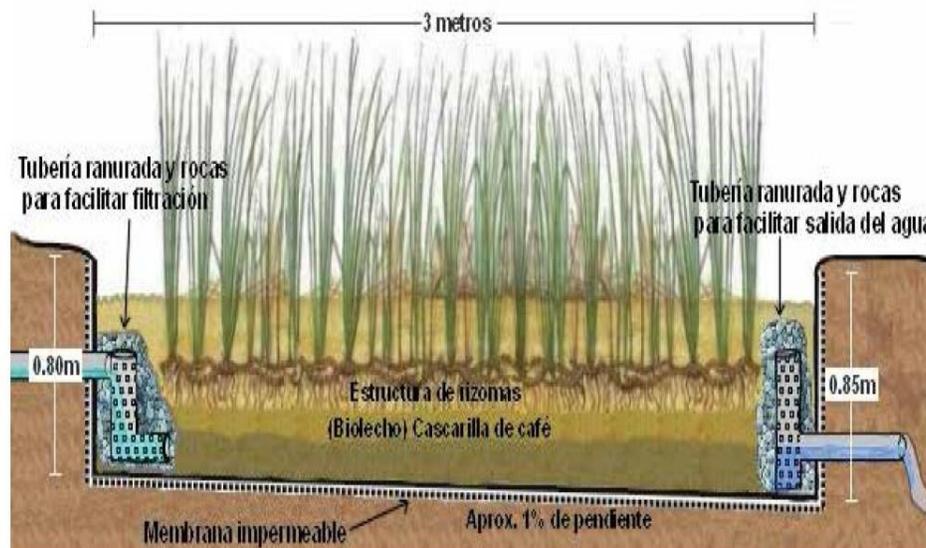
Fuente: INTA

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Construcción con tetrapak

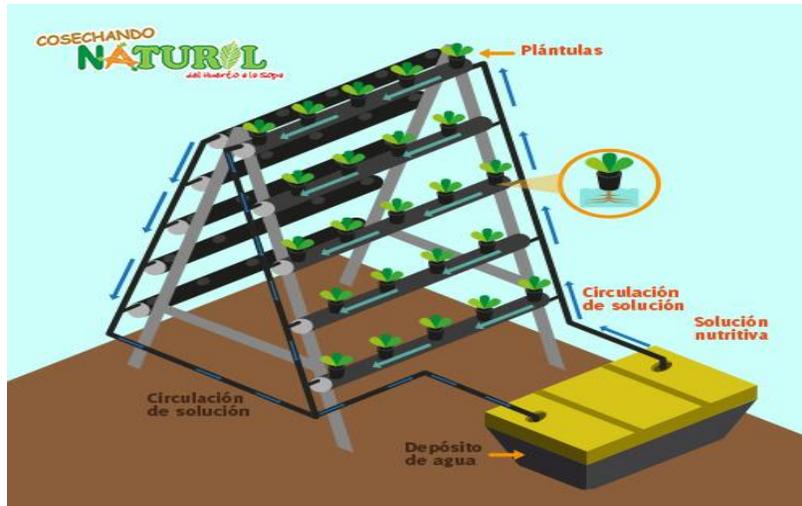


Sistema wetland



“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Cultivos hidropónicos



Forraje verde hidropónico



“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Ventajas de las ecotecnias

- Disminuyen nuestro impacto en el medio ambiente
- Mantienen un patrimonio biológico
- Utilizan de manera inteligente los recursos naturales
- Ayudan a ahorrar agua y energía
- Mejoran la salud y la calidad de vida de las personas

Diseño de ecotecnias para el uso sustentable del agua

1. Cosecha de Agua Por Medio de Atrapanieblas
2. Captación de Aguas Lluvias desde los techos y almacenamiento en estanque para aprovechar eficientemente el agua para riego de cultivos de hortalizas bajo invernadero y de cultivos hidropónicos
3. Construcción de baños secos para la reducción de consumo de agua a nivel sanitario
4. Calefactores de Agua Solar, Duchas Solares
5. Biofiltro casero para reutilización de aguas grises
6. Mesón para cultivo hidropónico tipo raíz flotante.

Ecotecnia 1: Atrapanieblas



Ubicación del atrapanieblas

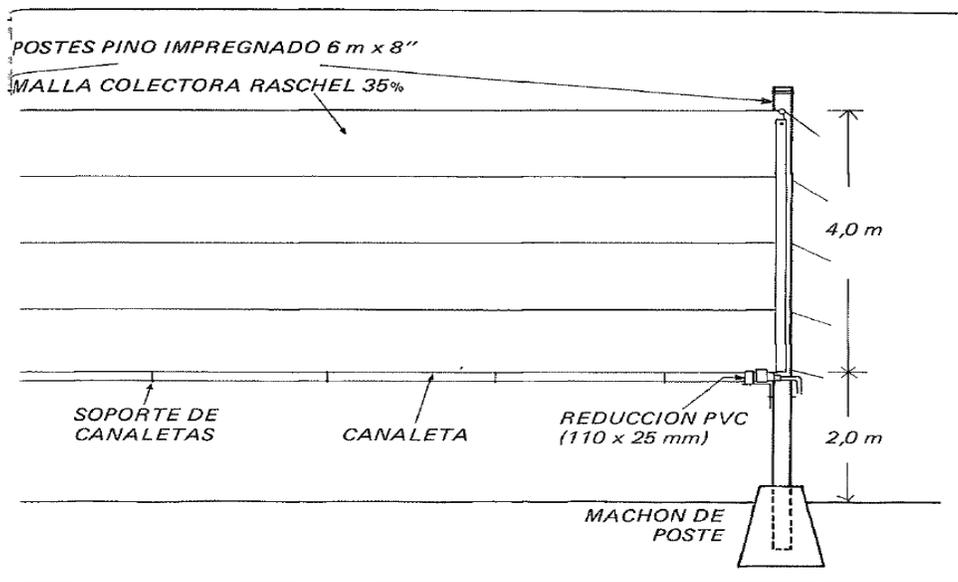
Se deben ubicar donde haya mayor frecuencia de camanchacas y estas sean más densas, esto ocurre de preferencia, entre los 600 y 1.000 m.s.n.m. y donde haya más viento que produzca cierto flujo de la niebla, como es el caso de los lugares con "**efecto de portezuelo**", su orientación debe ser **perpendicular la dirección del viento** predominante que empuja la niebla costera hacia el interior.



“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Construcción del atrapanieblas

Se hacen 4 hoyos de 70 cms. de profundidad distanciados a 3 m cada uno, se introduce en cada uno un poste y se rellenan con una mezcla de cemento y arena dejando secar, se perforan los postes a una altura de 1,5 m 2,5 m 3,5 m y 4,5 m por donde se hace pasar los cables de polietileno. Por cada uno de ellos se hace pasar la malla raschel y se amarran los extremos de los cables de modo que queden bien tirantes. Finalmente se clavan las tablillas de madera sobre los postes. En la parte inferior del ultimo cable se ubica la canaleta de PVC de 110 mm a la cual se le hace un sacado longitudinal de un 25% a través del cual caerá el agua condensada de la malla raschel, la canaleta se fija al cable con las abrazadera, en un extremo de la canaleta se adosa el reductor de PVC al cual se le puede agregar una extensión de tubería de 50 mm si fuese necesario hasta el tambor acumulador. **Mano de obra: 5 a 10 personas.**



"Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: "Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico", ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México"

Levantamiento del atrapanieblas



Fuente: Fotografía de Mario Castillo

Estanques acumuladores de agua

Si el agua va a ser utilizada para bebida de animales, el acumulador podrá ser pequeño (aproximadamente con una capacidad de 1.000 litros) puesto que los mismos pueden consumir la totalidad del agua captada en el día, si la utilización es para otros fines, como podría ser el caso de riego, o bebida para un gran número de animales, se puede utilizar un acumulador de 3.000 litros, lo que permite almacenar el agua por 15 días con un margen de seguridad.



Fuente: www.fogquest.org

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Mantenimiento del atrapanieblas

Protección de las instalaciones: Los más importantes, por los daños que producen, son las cabras y burros por lo cual se debe hacer un buen cerco, en lo posible de malla, que proteja los captadores, el estanque y todas las instalaciones y cañerías. La otra medida es tapar el estanque para protegerlo también de los pájaros, insectos y contaminaciones diversas

Protección de vientos fuertes: Si existen vientos muy fuertes que comprometan la estabilidad del atrapaniebla, se recomienda instalar un sistema de alambres tensores de sustentación vertical de los postes a machones enterrados.

Materiales y costos del atrapanieblas

Materiales y costos para construcción de un atrapanieblas de 12 m x 4 m para 48 m² de superficie *:

- 4 postes de pino impregnado de 6 m de largo por 8 pulgadas de diámetro \$ 50.000
- 96 m² de malla raschel de 35% de sombra \$ 54.624
- 4 cables de polietileno torcido de 6mm x 15 m \$ 34.400
- 4 tablillas de madera de 4 m de largo de 3 x 1,5 pulgadas \$ 6.360
- 4 tuberías de PVC de 3 m de largo de 110 mm diámetro \$ 15.388
- 9 abrazaderas de PVC de 110 mm \$ 8.910
- 4 Sacos de cemento de 42,5 kg \$ 19.160
- 4 Sacos de arena de 25 litros \$ 3.440
- 2 kilos de clavos corrientes de 3 pulgadas \$ 1.780
- 1 reductor de PVC 110 x 50 mm \$ 1.120
- 1 tambor de PVC de 100 litros \$ 7.000

Total: \$ 195.822

(*) No incluye materiales para la construcción e instalación de sistemas de anclaje verticales ni sistemas de conducción adicionales.

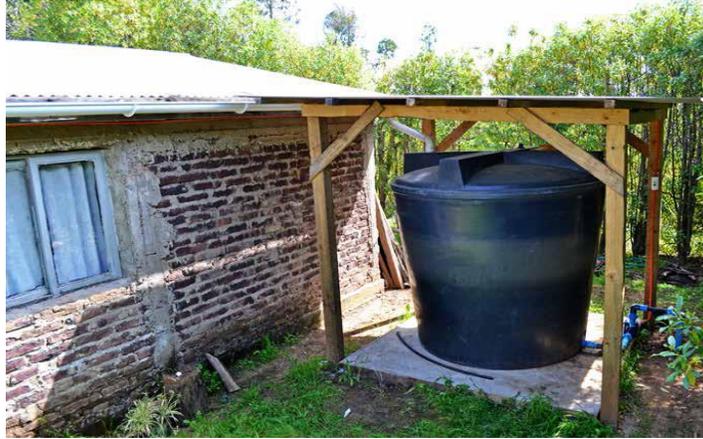
“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Rendimientos del atrapanieblas

La capacidad de este estanque se calcula de acuerdo a la cantidad de captadores, al rendimiento por m² y número de días en que no hay captación. Estos parámetros dependen del lugar y sus características.

Rendimiento estimado: 2,6 L/m²/día lo que equivale a 124,8 L/día obtenidos en un captador de 48 m² (Proyecto Camanchacas CONAF- El Tofo, IV Región).

Ecotecnia 2: Captadores de aguas lluvias



Fuente: Fotografía de Mario Castillo

Esta tecnología consiste en **captar el agua de lluvia desde los techos** de las casas, establos, bodegas u otras construcciones que existen en el predio y en conducirla hacia un estanque de acumulación. En territorios con **déficit hídrico**, como el **secano costero** e interior de la zona central y sur de nuestro país, esta tecnología ha adquirido gran importancia como alternativa para mitigar la escasez de agua.

El techo

El material más adecuado es el de **zinc**, por ser una superficie más uniforme e impermeable, lo que favorece el escurrimiento del agua, **se debe mantener limpio**, libre de hojas y otros detritos y no estar oxidado, para que el agua recogida sea de buena calidad.

Cuando el agua es utilizada para **consumo doméstico**, se debe dejar que la primera lluvia corra libremente para que remueva la basura. La **pendiente del techo debe ser baja**, de modo de evitar pérdidas por rebalse en las canaletas, sin embargo, techos muy planos pierden agua por salpicaduras.

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”



Fuente: Fotografía Mario Castillo

Tipos de estanques

De polietileno: son los más comunes tienen varias capacidades se utiliza mucho el de 5.400 L. Es conveniente que el estanque se encuentre **protegido del sol** bajo un cobertizo que puede ser hecho de madera y zinc, se recomienda instalar el estanque **sobre una base de hormigón** calculada para que soporte el peso del estanque lleno de agua.

Estanque de polietileno



Fuente: Fotografía Mario Castillo

Estanque de Ferrocemento

Comparado con el estanque de plástico polietileno, el de **ferrocemento** permite que el agua acumulada se conserve en mejores condiciones por más tiempo, ello debido a que es más fresco, de esta manera, hay condiciones menos favorables para el desarrollo de microorganismos. Además, **no pasa la**

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

luz, con lo cual se evita la proliferación de algas que posteriormente pueden obstruir el sistema de riego por goteo.



Aprovechamiento de agua cosechada

El agua cosechada puede ser utilizada para el **riego de cultivos en un invernadero**. Los principales usos son:

1. Riego tecnificado para hortalizas
2. Cultivos hidropónicos

Para la utilización de esta agua se debe considerar un sistema de riego: bomba de impulsión de al menos 0,5 HP, filtros y tuberías para la conducción del agua hacia el invernadero.

Riego tecnificado en hortalizas de invernadero



“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Cultivos hidropónicos



Mario Castillo

Materiales y costos de un captador, acumulador y riego por aguas lluvias

Materiales para la instalación de un sistema captador y acumulador de aguas lluvias, con un techo de 6 x 4 m de 24 m² de superficie, para sistema de riego de 700 m lineales:

- 15 Planchas de policarbonato ondulado de 81 x 200 cm de 0,5 mm \$ 133.230
- 1 Tubería de PVC de 6 m de largo de 110 mm diámetro \$ 7.690
- 7 abrazaderas de PVC de 110 mm \$
- 1 Tambor plástico de PVC de 100 litros \$ 7.000
- 1 salida de estanque de 20 mm x ½ pulgada \$ 1.390
- 1 Conector de tubería de ½ pulgada a cinta de riego \$ 650
- 1 Válvula de paso de ½ pulgada \$ 1.100
- 1 Cinta de riego de 700 m \$ 48.000

Totales \$ 205.990

Mano de obra: 5 a 10 personas

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Rendimiento de los captadores de aguas lluvias

Rendimiento: un milímetro de agua caída en un metro cuadrado de techo permite captar **0,8 litro de aguas lluvias** (INIA, 2015). Por ejemplo con una precipitación de 5 mm de agua caída, en un techo de 36 m² se puede coleccionar 144 litros. Si en un período determinado caen 100 mm de precipitación, el agua que se puede coleccionar en el mismo techo llegaría a los 2.880 litros, por lo tanto si hacemos una proyección a 500 mm de precipitación en una temporada, se puede llegar a coleccionar 14 mil 440 litros de agua con un techo de 36 m².

Se considera un 20% de pérdida de agua por causa de salpicadura sobre el techo y por rebalse sobre la canaleta, por lo que se estima una **eficiencia de un 80%** al sistema.

Lluvia		Litros de agua captada	
Milímetros de agua caída	Litros de agua caída en 1 m ²	Techo de 36 m ²	Techo de 36 m ² de captación con 80% de eficiencia
5	5	180	144
20	20	720	576
40	40	1.440	1.152
60	60	2.160	1.728
80	80	2.880	2.304
100	100	3.600	2.880

Fuente: Elaboración Propia - Mario Castillo

Ventajas de la cosecha de aguas lluvias

- **Ahorra agua.** Cada litro de agua que se cosecha, reducirá la cantidad usada de norias y la entregada por las municipalidades en camiones aljibes.
- **El agua de lluvia es gratis.** Nunca se recibirá un recibo de pago por el agua cosechada.
- El agua de lluvia contiene un **nivel muy bajo de sales**. Las aguas de norias de las regiones del norte se extraen con una carga importante de sales.
- La cosecha de aguas lluvias **reduce la erosión**, al disminuir el flujo de agua sobre el suelo (escorrentía superficial).

Ecotecnia 3: Baños secos

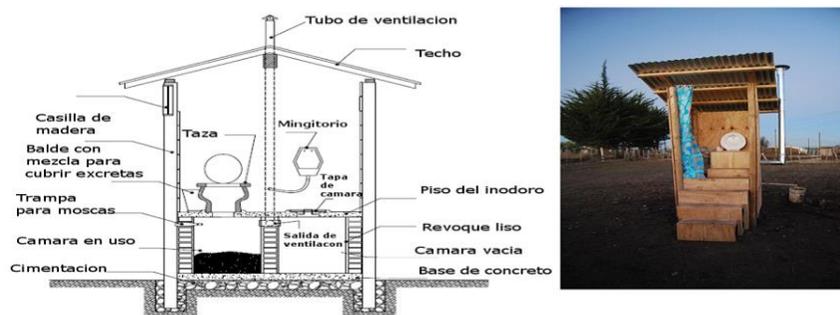


Es un **sistema sanitario para la parte sólida de las evacuaciones (fecas).**

Se compone por un receptáculo, ya sea un tambor, un tambor con bolsa plástica o fosa sobre suelo, variando sus dimensiones de acuerdo al uso. También incluye un asiento con tapa de W.C estándar y con sistema separador de orinas. Una caseta techada con puerta y ventilación. Un urinario de pie conectado a la salida del separador de orinas, para uso de los varones cuando sólo deseen orinar. Es deseable instalar adicionalmente un sistema de lavamanos al interior, exterior o cercano a la caseta, el agua producto de sus uso puede ir a riego o a un drenaje simple.

FUNCIONAMIENTO DE UN BAÑO SECO

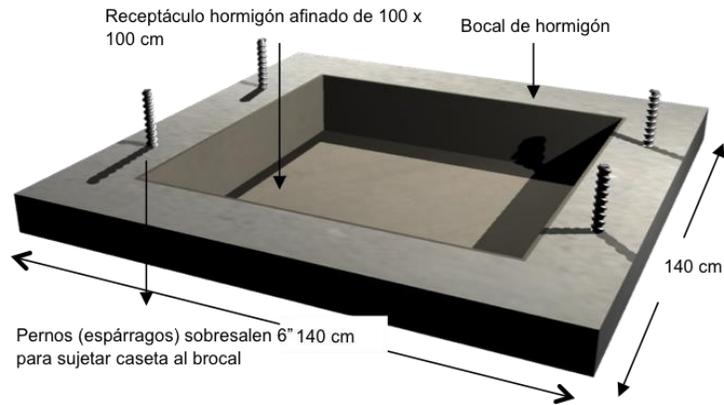
Tratamiento natural de efluentes



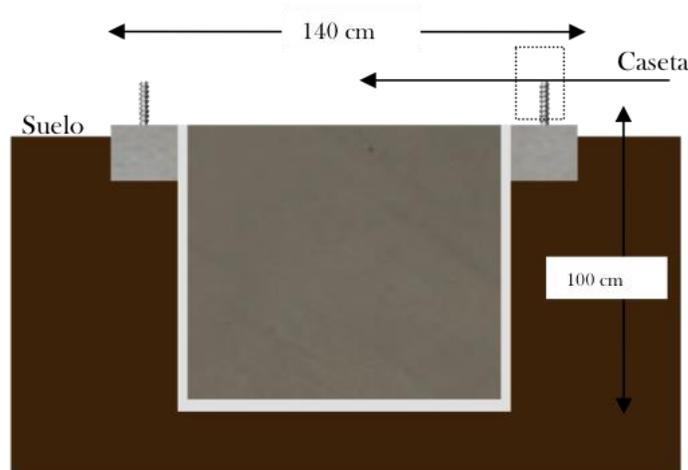
Fuente: www.arkiplus.com

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Construcción de un baño seco

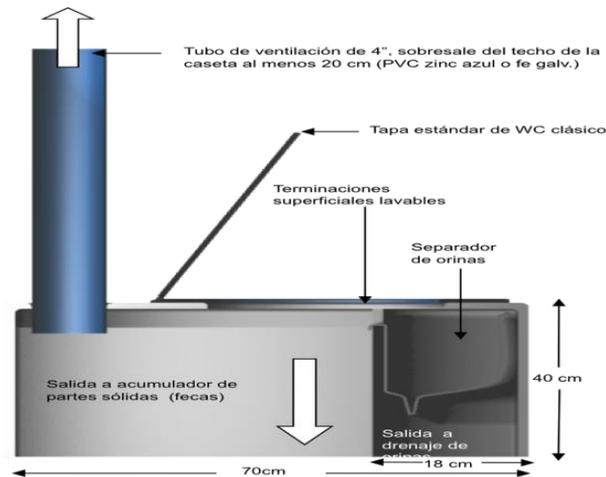


Fuente: www.elcanelo.cl



Fuente: www.elcanelo.cl

"Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: "Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico", ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México"

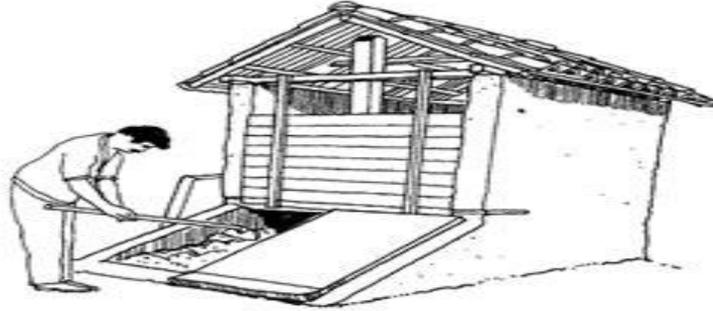


Fuente: www.elcanelo.cl

Mantenimiento del baño seco

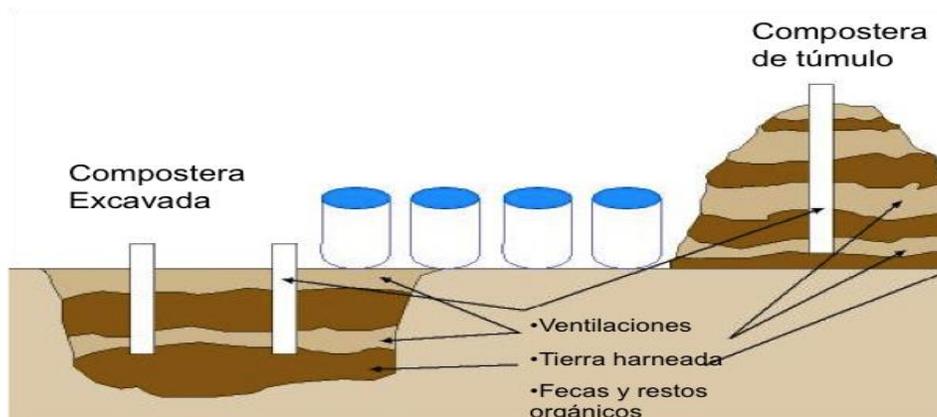
- **Recomendaciones de higiene:** Cada vez que se ocupa el baño seco se debe cubrir el foso con una capa de tierra o cenizas de modo de evitar atraer vectores indeseados como moscas y roedores
- **Uso del material acumulado en el foso:**
En el caso de tener una compostera, se puede agregar los residuos del baño seco a los restos orgánicos de nuestra basura. Todo este material se usa como fertilizante sólido en la base de la excavación y como agregado para las mezclas de los sistemas de fabricación de compost para los huertos orgánicos.

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”



Fuente: www.elcanelo.cl

Uso de los residuos del baño seco



Fuente: www.elcanelo.cl

Construcción de un baño seco

Materiales para la construcción de un baño seco de 1 m³ de capacidad *:

- 1 tubo bajada PVC para ventilación de 3 metros \$ 3.450
- 1 receptáculo de hormigón afinado de 100 x 100 cm \$ 100.000
- 4 pernos espárragos \$1.000
- 1 asiento y tapa de WC estándar \$ 14.990

Totales \$ 119.440

Mano de obra: 5 a 10 personas

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

* No incluye materiales para la construcción e instalación de caseta sanitaria

Rendimiento del baño seco

- La capacidad del baño seco y por lo tanto su vida útil, depende del volumen de la excavación.
- Rendimiento: Para 2 metros cúbicos depositando sólo fecas, sin orina, son más de **5 años de uso en una familia de 5 personas.**

Ecotecnia 4: Calefactores de agua solar y duchas solares

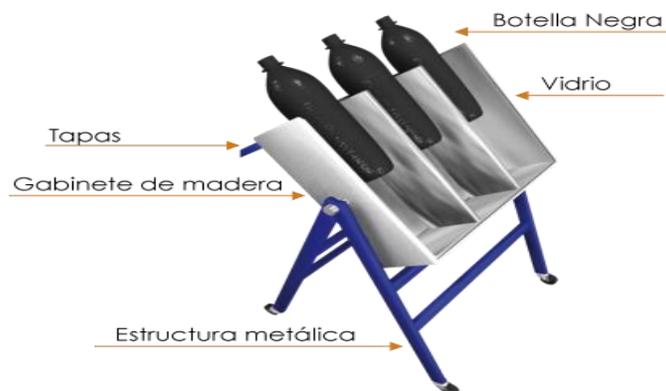


Mario castillo

Es una **caja con aislación térmica** y un vidrio que permite calentar agua con la energía solar, al interior de botellas pintadas de color negro opaco.

El **colector solar de botellas plásticas** es uno de los colectores más simples que se pueden construir, no considera accesorios como cañerías, llaves de pasos u otros similares, por tanto se transforma en un excelente instrumento de Educación Ambiental, para enseñar los principios básicos de la energía solar.

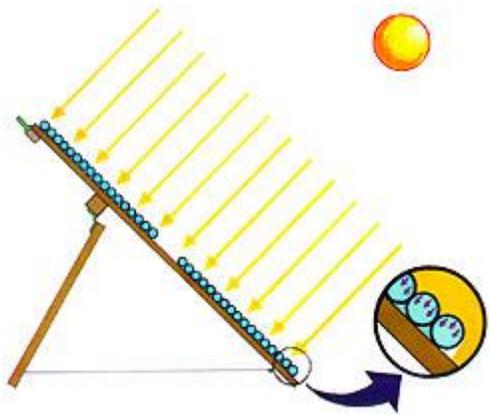
Colector solar de botellas plásticas



“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Principios físicos básicos

Los **cuerpos negros absorben energía** y el vidrio o plástico genera el **efecto invernadero** que se necesita para que la botella obtenga la energía acumulada, el **ángulo de inclinación del colector** depende de la ubicación geográfica que se encuentre, mientras más cercanos al Ecuador se requiere menor ángulo de inclinación, por ejemplo en la ciudad de Calama debemos darle una inclinación de 22° (ubicación geográfica $22^\circ 30'$ Latitud Sur). Algunas mediciones realizadas, en un día despejado, entregan la información de un aumento de la temperatura del agua contenida en las botellas a 85°C .



Calefactor solar

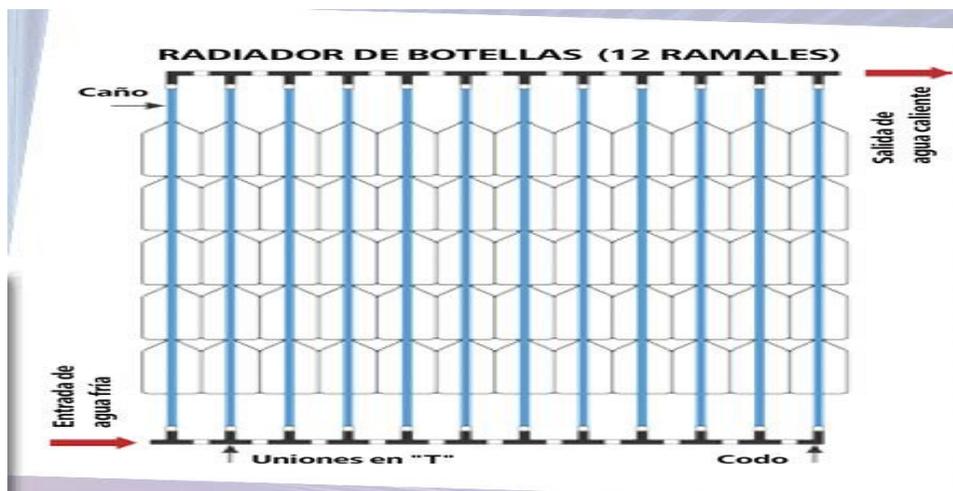
Un **calefactor solar** o también llamado **captador solar o panel termosolar**. Es el componente que se encarga de transferir la energía solar al agua. Consiste en un arreglo de tuberías o conductos por donde fluye el agua al igual que un radiador, el arreglo puede estar pintado de negro mate o cubierto con pinturas selectivas como el cromo negro para evitar reflejar la luz y así lograr una mayor absorción de calor. Además se utilizan materiales aislantes en la caja del contenedor, de modo de producir un efecto invernadero al interior.

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Construcción y mantenimiento del calefactor solar de botellas

- **Radiador solar:** Se cortan 2 tuberías de 1 metro en 22 trozos de 9 cms cada una y la restante se corta por la mitad para la entrada y salida. Se une el sistema radiador utilizando las T y los codos y el pegamento. Al final se pinta el radiador con pintura anticorrosiva negra. Se introducen las botellas plásticas en 12 tuberías de 1 metro, ocupando 5 botellas por tubería, contando la parte inferior o perforándolas con una broca de 1 pulgada
- Las botellas de PET se substituyen cada 5 años o cuando se han blanqueado por estar al intemperie y el cartón solamente se re-pinta

Mano de obra: 1 a 5 personas



Fuente: <http://ecococos.blogspot.cl/2012/04/colector-solar-con-botellas-pet.html>

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

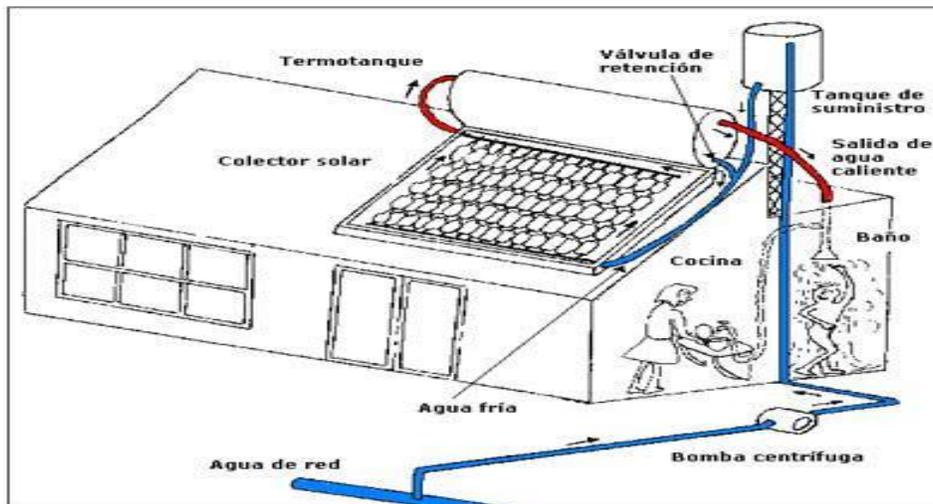
Introducción de botellas plásticas en el radiador solar



Fuente: Fotografía de Mario Castillo



Fuente: Fotografía de Mario Castillo



Fuente: www.bricoblog.eu/panel-solar-con-bolletas-de-plastico-recicladas/

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Rendimiento de un calefactor solar

- Rendimiento: **por cada 12 L de agua calentada se ahorran 8,4 Kcal de energía o 1 KWH**
- Obs: 1 KWH transferido al agua = 2,3 KWH de combustible gas

Materiales y costos de un calefactor solar de botellas plásticas desechables

Materiales para la construcción de un calefactor solar de botellas plásticas de 12 ramales con acumulador de agua caliente*:

- 60 botellas de plástico desechables de 2L \$ 0
- 15 tubos de PVC de 20 mm de 1 metro \$ 3.900
- 2 codos de PVC de 20 mm \$ 264
- 22 conectores en T de PVC de 20 mm \$ 19.580
- 1 pegamento para PVC \$ 2.500
- 1 galón de anticorrosivo negro \$ 15.190
- 1 tambor e PVC de 100 litros \$ 7.000
- 1 Válvula de paso de ½ pulgada \$ 1.100
- Totales \$ 49.402
- (*) No incluye materiales e instalación de sistema de conducción del agua caliente para su uso

Ecotecnia 5: Biofiltro casero



El **Biofiltro** consiste en un lecho formado por un medio sólido sumamente permeable como **aserrín, arena y gravilla** al que se le agregan **lombrices rojas y humus** que aportan los microorganismos que realizan la descomposición de las materias orgánicas de los **aguas grises de la cocina, ducha y lavado** y a través del cual se filtra y limpia el agua residual. La profundidad del lecho es generalmente de 0,7 a 1,3 m dependiendo de los tamaños de los sustratos, con una profundidad media de 1 m.

Lombriz californiana

La lombriz que se utiliza en el tratamiento de las aguas grises se llama ***Eisenia foetida*** conocida como **lombriz roja californiana**, se desarrolla en el sustrato que produce, es decir el **humus de lombriz**, además de aserrín que le sirve de refugio. La lombriz consume al día aproximadamente su peso en alimento por lo que se puede estimar fácilmente la cantidad de materia orgánica que puede reciclar.

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Manejo de las lombrices

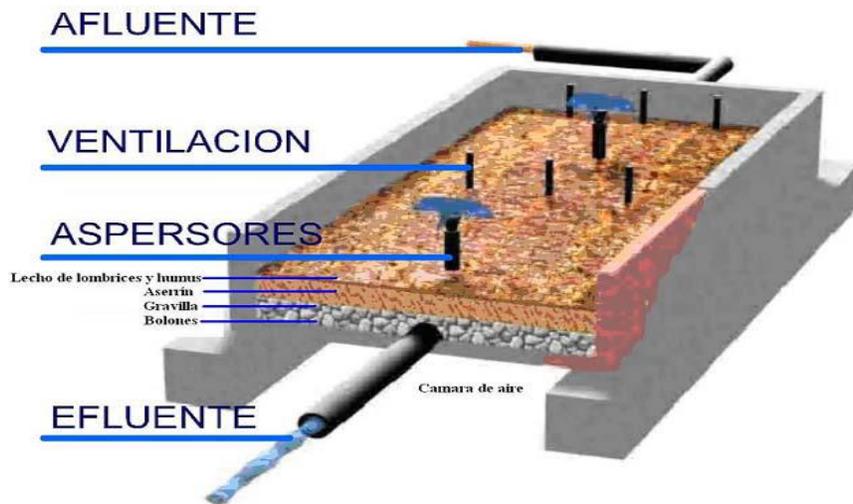
- **Luz:** fotofóbicas (no toleran la luz solar directa) por lo que deben estar cubiertas
- **Temperatura corporal:** 19-20 °C
- **Humedad ambiente:** 70-90% HR
- **Oxígeno:** mayor al 5%
- **Ph óptimo** para el desarrollo (grado de acidéz del sustrato): 6.8 a 7.6
- **Densidad** de individuos por metro cuadrado: 40.000 a 50.000
- **Reproducción:** duplican su cantidad aprox. en 3 meses
- **Ciclo vital:** viven en cautiverio aprox. 4 años



Mantenimiento del biofiltro

La principal labor a realizar en el Biofiltro es la remoción (revoltura) de la capa de humus donde se encuentran las lombrices el cual no se debe compactar, el retiro o **cosecha de humus** de la superficie del biofiltro deberá tener una periodicidad de alrededor de un año. Además las lombrices se duplican cada 3 meses por lo cual se debe considerar los repiques que sean pertinentes a otros biofiltros si fuera necesario.

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”



Ventajas y beneficios del humus

- Permite que los nutrientes puedan ser inmediatamente asimilables por las plantas e influye en forma efectiva en la germinación de las semillas.
- Favorece la formación de microorganismos benéficos del suelo, como las micorrizas e Inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan a las plantas.
- Aumenta el contenido de materia orgánica, protege de la erosión, aumenta la aireación y drenaje, acondicionando favorablemente el suelo.



“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”



Instalaciones anexas

- Se debe incluir un sistema de conducción de tuberías anexas desde los lugares de generación de aguas grises tales como desagües del baño, ducha, lavaplatos, lavamanos, etc., de modo de dirigirlos al biofiltro
- A continuación se detalla una aproximación de la cantidad de aguas grises que se producen diariamente en un hogar.

Aguas grises

Se debe incluir un **sistema de conducción** de tuberías anexas desde los lugares de generación de aguas grises tales como desagües del baño, ducha, lavaplatos, lavamanos, etc., de modo de dirigirlos al biofiltro.

A continuación se detalla una aproximación de la cantidad de aguas grises que se producen diariamente en un hogar (*Manual de la Casa Verde, MMA, 2015*).

Estanque de WC	8-10 Lts. por uso
Baños de tina	50-120 Lts.
Duchas	100 Lts.
Llave abierta para lavado dientes	7 Lts.
Lavadora de ropa	100 Lts./lavado
Lavavajillas	50 lts./lavado
Lavado de auto a mano	18 Lts./lavado
Piscina	20.000 – 40.000 Lts./lavado
Rociadora de jardín	10 Lts. /min.
Llave que gotea poco	30 Lts./día
Llave que gotea mucho	700 Lts./día
Cañería rota de 1,5 mm	300 Lts./día

Construcción de un biofiltro casero para la reutilización de aguas grises

Materiales para la construcción de un biofiltro casero de 100 litros*:

- 1 tambor plástico de 100 litros con tapa \$ 7.000
- 1 m² de colador malla mosquitera de 3mm \$ 5.990
- 1 pie de cría de lombrices rojas californianas con humus de lombriz (10.000 a 40.000 lombrices por metro cuadrado de lecho) \$ 15.000
- Aserrín (25 cm) \$ 860
- Arena (50 cm) \$ 1.720
- Gravilla (10 cm) \$ 860
- Carbón vegetal (5 cm) \$ 4.990
- 2 salidas de estanque de ½ pulgada \$ 2.780
- 2 Llaves de paso de ½ pulgada \$ 7.580
- Totales \$ 46.780

Mano de obra: 1 a 5 personas

(*) No incluye materiales e instalación de sistema de conducción del agua reutilizada para su uso.

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Rendimiento de un biofiltro

El rendimiento del biofiltro depende de la cantidad de aguas grises producidas y el área de superficie de los lechos para tratarlas, no obstante el **Rendimiento = 1 m³ de agua tratada por m² de superficie de lombrices al día** (A.V.F., 2003), por ejemplo para un hogar con producción de 395 litros diarios de aguas grises se necesitarían al menos 0,395 m² de superficie efectivo de lecho de lombrices para su tratamiento.

Eficiencia de remoción de contaminantes

- **Coliformes fecales:** 99%
- **DBO5:** 95%
- **Sólidos Totales:** 95%
- **Sólidos Suspendidos Volátiles:** 93%
- **Nitrógeno Total:** 60 a 80%
- **Aceites y Grasas:** 80%
- **Fosforo Total*:** 80%

* Retenido en el humus

Ventajas del biofiltro

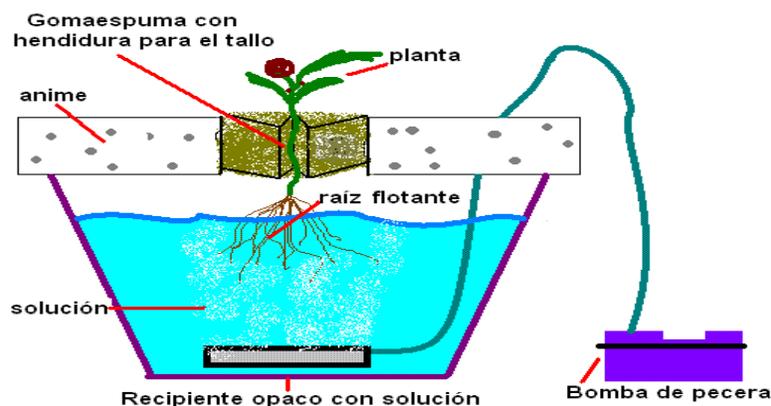
- No produce lodos inestables
- El lecho filtrante no se impermeabiliza
- Bajos costos operacionales
- Produce un subproducto que puede ser utilizado como abono natural (humus)
- Eficiencia de remoción de contaminantes tales como coliformes fecales, sólidos totales, sólidos suspendidos volátiles, entre otros.

Ecotecnia 6: Mesón para cultivo hidropónico tipo raíz flotante



Son los cultivos en que se utiliza el agua o un sustrato diferente al suelo para los cultivos, se les conoce también como **camas de madera o mesones flotantes** y es el lugar donde se instalan las láminas de cultivos sobre las cuales “flotan” las plantas, en este sistema de cultivos, la solución nutritiva y la aireación se deben realizar en forma controlada, por lo que la labor del **hidroponista** en el manejo de los cultivos es fundamental, sin embargo, el consumo de agua y nutrientes es menor que en los cultivos en suelo y la cosecha es más rápida. Estos cultivos se pueden realizar además en **espacios reducidos** por lo cual aumenta la rentabilidad con respecto a los cultivos en forma tradicional.

Sistema hidropónico tipo raíz flotante

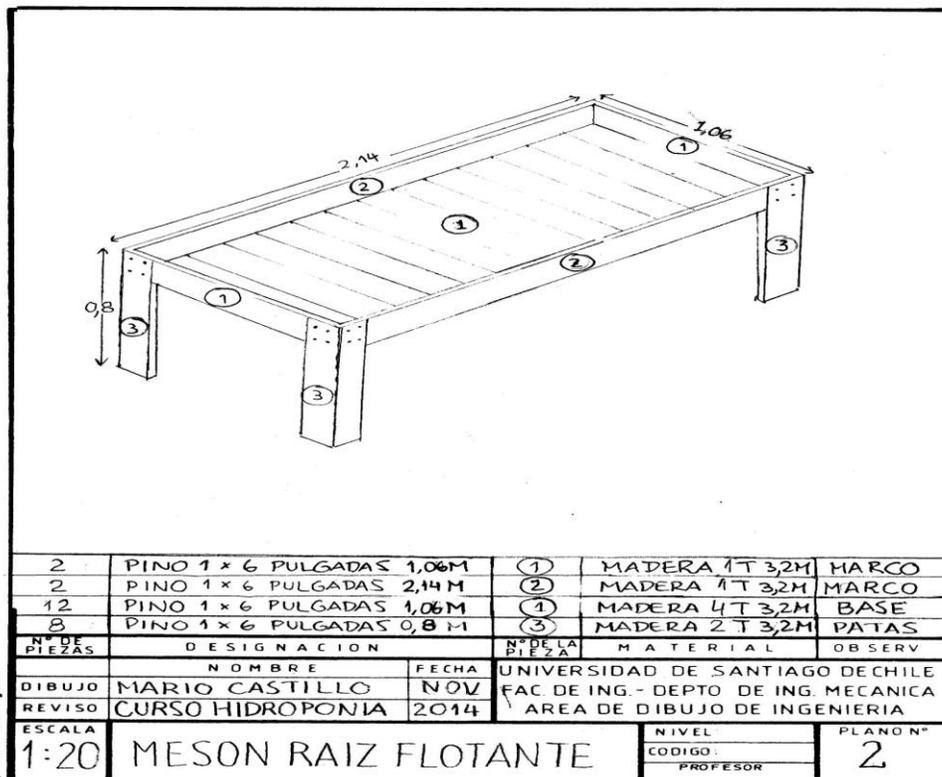


Fuente: <http://www.elmejorguia.com>

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Construcción de un mesón para cultivo hidropónico

- **Marco del contenedor:** se hace con dos tablas de 3,2 metros, cortando 2 tablas de 1,06 metros y dos de 2,14 metros), se clavan las cortas sobre las largas
- **Base del contenedor:** se hace con ocho tablas de 3,2 metros, cortando 22 tablas de 1,06 m que se clavan atravesadas a lo largo en la parte que irá hacia abajo del contenedor
- **Patas:** terminado el contenedor se hacen las patas con dos tablas de 3,2 m, cortando 8 tablas de 0,8 m. Se clavan de modo que queden dos tablas por cada esquina; todas deben colocarse en la parte externa de la caja.



Fuente: Gráfica de Mario Castillo

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Impermeabilización del mesón para cultivo hidropónico

El plástico se corta excediendo aprox. un 50% las dimensiones de los lados del contenedor de modo de asegurar cubrir los lados interiores, se procede a colocarlo en el fondo con mucho cuidado, para no romperlo ni perforarlo con las astillas de la madera, clavos salientes o las uñas, en las esquinas, el plástico debe quedar bien ajustado en contacto con el marco y con la base. Si es necesario el plástico debe engramparse (corchetearse) en los bordes superiores del marco del contenedor, se puede utilizar chinchas para mueble, de modo de evitar que se salga.



Fuente: Fotografía de Mario Castillo

Llenado del mesón hidropónico



Fuente: Fotografía de Mario Castillo

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”



Fuente: Fotografía de Mario Castillo

Perforación e instalación de las láminas

Se procede a realizar la perforación de las láminas de plumavit en el lugar donde se realizará el trasplante de la planta desde su almacigo a razón de 20 a 25 perforaciones por lamina. Esta labor se puede realizar con un sacabocado, una broca de 2,5 pulgadas o bien con un fierro caliente, después se procede a cortar con una tijera o corta cartón los cubos de espuma plástica donde se colocaran las plántulas para el trasplante en cada una de las perforaciones de la lámina, se llena el mesón hidropónico a $\frac{3}{4}$ de capacidad (alrededor de 175 litros). Finalmente se colocan las láminas de modo que queden flotando sobre el agua.

Colocación de las láminas sobre el agua



Fuente: Fotografía de Mario Castillo

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Procedimiento de trasplante a raíz flotante

1. Se eligen las mejores plantas para el trasplante que tengan por lo menos 3 cm de altura, 4 a 8 hojas verdaderas o de 3 a 4 semanas desde la germinación
2. Se sacan las plantas con mucho cuidado sacando toda el pan de raíz o cepellón cuidando de no romper las raíces
3. Se lavan muy bien con agua el cepellón de cada plántula de modo de eliminar el sustrato que tiene entre las raíces, después se le puede agregar algún enraizante o fungicida en la raíz desnuda
4. Se introduce la plántula en el cubo de esponja cuidando que todo el tallo quede libre y que la raíz quede aprisionada levemente por la espuma
5. Se introduce cada plántula con su cubo en las perforaciones de la lámina verificando que todas las raíces sobresalgan en la parte de debajo de la lamina.



“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Mesón hidropónico de raíz flotante



Fuente: Fotografía de Mario Castillo

Construcción de un mesón para cultivo hidropónico de raíz flotante

Materiales para la construcción de un mesón de madera tipo raíz flotante de 2,14 m de largo por 1,06 de ancho y 0,8 m de alto, para contenedor de 2m² de superficie:

- 12 tablas de pino cepillado de 1 x 4 pulgadas de 3,2 metros de largo \$ 15.000
- 1 galón de aceite imprimante para madera \$ 11.490
- 10 metros cuadrados de polietileno negro de 0,4 mm \$ 4.790
- 2 kilos de clavos de 2 pulgada \$ 2.964
- 4 láminas de plumavit de 3 cm de espesor \$ 2.360
- 1 espuma agrícola de 3 x 3 cm de espesor \$ 3.000
- 1 bomba de acuario \$ 6.590
- 1 manguera para bomba de acuario \$ 1.990
- 1 piedra difusora \$ 1.550

Totales \$ 49.774 - Mano de obra: 5 a 10 personas

“Este material fue financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación Chile – México, Coordinado en Chile por la Agencia de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de proyecto: “Uso Sustentable de los Servicios Ecosistémicos del Recurso Hídrico”, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México”

Rendimiento del mesón tipo raíz flotante

- **Densidad de plantación:** El rendimiento de los mesones para cultivos tipo raíz flotante depende de la densidad de cultivos y por lo tanto del tipo de especie. Por ejemplo para lechuga hidropónica se puede trabajar con alrededor de 25 plantas por lámina de plumavit es decir **50 plantas por metro cuadrado**
- **Eficiencia energética:** la energía es necesaria para la aireación de la solución nutritiva del contenedor, esta puede ser suministrada a través del uso de una bomba para acuario, donde el consumo de energía es bastante bajo. Por ejemplo **con una bomba de 2,5 Watt de potencia se puede airear 3,5 L/min. Esto significa que un contenedor de 200 litros puede airearse completamente en aprox. 1 hora**, este es el tiempo de funcionamiento diario de la bomba recomendado para airear este volumen de solución nutritiva.

Ventajas del cultivo hidropónico raíz flotante

- Dentro de todos los sistemas hidropónicos es el que requiere la **menor inversión inicial**
- Se **reduce el consumo de agua y de solución nutritiva** ya que se puede obtener hasta tres cosechas o más sin cambiar el agua ni agregar más nutrientes
- **Mejor control de los parámetros de cultivo** tales como aireación, nutrición y control de plagas y enfermedades que en los cultivos en suelo
- Se obtienen **cosechas más rápidas** que en los sistemas convencionales de producción
- El **consumo de energía para la aireación es muy bajo**. Por ejemplo 24 veces menor que una ampolla de 60 Watt de potencia.

Referencias bibliográficas

- A.V.F. Ingeniería Ambiental. 2003 *“Programa de descontaminación de aguas. Biofiltro”*. Fundación para la Transferencia Tecnológica. Universidad de Chile
- Castillo, Mario. 2017. Curso: *“Manejo de Cultivos Hidropónicos”*. 80 horas. Convenio SENCE-INDAP. VI Región
- Corporación El Canelo de Nos. 2017. Cartillas de difusión de tecnologías alternativas: *“Letrinas secas”* y *“colector solar de botellas”*
- www.dga.cl
- FAO. 1993. *“Monitoreo y evaluación de logros en proyectos de ordenación de cuencas hidrográficas. Roma, Italia”*, en Sánchez Molina, V.
- INIA La Platina Boletín N°56. 1989. *“Proyecto Camanchacas Chile”*. CONAF. IV Región.
- INIA. 2015. Guía Práctica Campesina. *“Cosecha de aguas lluvias para enfrentar la escasez de agua en áreas de secano”*
- Ministerio del Medio Ambiente. 2015. Cuadernillo *“Educación Ambiental para el cambio climático”, “Guía Educativa Ozono Educación Media”, “Manual de la Casa Verde ”* y *“Manual para la Gestión Ambiental en Establecimientos Educativos: Residuos, Energía, Agua”*
- Municipalidad de Monte Patria. 2009. *“Plan Regular Comunal de Monte Patria. Informe Ambiental”*. IV Región

(Fotografías por autor, referencias, y utilización de imágenes de libre uso)