



Mejoramiento de la Resiliencia al

cambio climático

De la pequeña Agricultura en la Región de O'Higgins



USO EFICIENTE DEL AGUA

INSTALACIÓN DE SISTEMA DE COSECHA DE AGUAS LLUVIAS CON ALMACENAMIENTO EN CISTERNAS FLEXIBLES

Patricio Abarca reyes
Jorge Carrasco Jiménez
Cristian Aguirre Aguilera
David Mora López



Gobierno
de Chile

gob.cl



FONDO DE ADAPTACIÓN

**Cartilla divulgativa en el marco del Proyecto
"Mejoramiento de Resiliencia al Cambio Climático de la Pequeña Agricultura
en la Región de O'Higgins"
Chile**

Financia

Fondo de Adaptación al Cambio Climático

Ejecuta

Ministerio de Agricultura
Ministerio de Medio Ambiente
Instituto de investigaciones Agropecuarias (INIA)

Coordina

Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AGCID)
del Ministerio de Relaciones Exteriores

Director del Proyecto

Joaquín Arriagada Mujica, Seremi de Agricultura Región de O'Higgins

Autor

Patricio Abarca reyes
Jorge Carrasco Jiménez
Cristian Aguirre Aguilera
David Mora López

Jefe de Comunicaciones

Javier Perez Barrientos

Edición

Alejandra Catalán Farfan, INIA Rayentué

Diseño

Muriel Palma Hormazábal

Fotografías

Matías Cornejo Brito

Junio 2020
Región de O'Higgins, Rancagua, Chile

Impreso en Chile

Uso eficiente del agua

INSTALACIÓN DE SISTEMA DE COSECHA DE AGUAS LLUVIAS CON ALMACENAMIENTO EN CISTERNAS FLEXIBLES

**Patricio Abarca reyes
Jorge Carrasco Jiménez
Cristian Aguirre Aguilera
David Mora López**



Mejoramiento de la Resiliencia al

cambioclimático

De la pequeña Agricultura en la Región de O'Higgins



Presentación

Este material ha sido elaborado en el marco del Proyecto "Mejoramiento de la Resiliencia al Cambio Climático de la Pequeña Agricultura de la Región de O'Higgins", financiado por el Fondo de Adaptación al Cambio Climático de las Naciones Unidas. Su implementación está a cargo de la Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AGCID) y su ejecución a cargo del Ministerio de Agricultura y el Ministerio del Medio Ambiente.

El objetivo principal del proyecto es aumentar la resiliencia a la variabilidad y el cambio climático de las comunidades rurales agrícolas, en la zona de secano costero e interior de la Región de O'Higgins. La zona geográfica donde se emplaza el proyecto incluye las comunas de Paredones, Pichilemu, Marchigüe, La Estrella, Litueche, Navidad, Lolol y Pumanque.

En Chile, se han desarrollado diversos estudios que dan cuenta de las proyecciones futuras de cambio climático para el país. Por



ejemplo el “Observatorio Agroclimático” del Ministerio de Agricultura (<http://www.climatedatalibrary.cl/maproom/>); la Base Digital del Clima (<http://basedigitaldelclima.mma.gob.cl/>) y el Proyecto “Simulaciones Climáticas regionales y marco de evaluación de la vulnerabilidad” (<http://simulaciones.cr2.cl/>), del Ministerio del Medio Ambiente, entre otros. De acuerdo a estos estudios, en la zona señalada se espera una disminución aproximada entre un 15% a 20% de la precipitación media anual y un aumento de la temperatura media en aproximadamente +2 ° C, hacia mediados de siglo.

Estas condiciones futuras, representan las principales amenazas para el uso sostenible de la tierra y el suministro de agua en el área del proyecto. Teniendo en cuenta el clima actual, las estaciones secas duran entre 6 y 8 meses por año, período que probablemente aumentará durante las próximas décadas. De acuerdo con las proyecciones de cambio climático, previamente mencionadas, esta región se ubica entre las zonas del país que

se verán más afectadas por la disminución de la precipitación. Los modelos muestran un alto grado de certeza en este asunto. Esta situación ciertamente aumentará las dificultades que enfrentan los pequeños agricultores de la zona, en relación con la escasez de agua y la degradación del suelo, afectando directamente la producción, la calidad del suelo, los servicios ecosistémicos y la biodiversidad, intensificando los problemas actuales que enfrentan estas poblaciones de agricultores pequeños y de subsistencia, agravando así su situación de pobreza y aumentando su vulnerabilidad a las condiciones climáticas.

El Proyecto “Mejoramiento de la Resiliencia al Cambio Climático de la Pequeña Agricultura de la Región de O’Higgins”, ha sido impulsado por el Gobierno de Chile con apoyo internacional, como una respuesta a la necesidad urgente de enfrentar el riesgo que impone el cambio climático a estas poblaciones y aumentar su capacidad adaptativa.

Instalación de sistema de cosecha de aguas lluvias con almacenamiento en cisternas flexibles



Situaciones producidas en los últimos años a consecuencia del cambio climático, han permitido un gran déficit del recurso hídrico en gran parte del país. La disminución de precipitaciones, agotamiento de fuentes naturales de agua, y la ineficiencia de este recurso, han originado que la sequía se agudice cada vez más en el territorio nacional.

En la actualidad, la desertificación no sólo se observa en el norte de nuestro país, su desplazamiento hacia el sur cada vez es más relevante, si se considera a este término, como pérdida natural de vegetación por ausencia de humedad en el suelo.

Las condiciones señaladas anteriormente y la continua necesidad de agua para múltiples fines productivos, como el riego de cultivos y la bebida animal, permiten que técnicas como la cosecha de aguas lluvias sea una alternativa viable para la pequeña agricultura.

El sistema de cosecha de aguas lluvias, consiste en la colecta de precipitaciones desde superficies limpias, habitualmente se utilizan techos de casas o galpones para luego derivarlas a través de canaletas hasta estanques de grandes capacidades, y finalmente ser utilizada con fines agrícolas productivos.

La conducción de las aguas lluvias se realiza generalmente con canaletas de material PVC y la acumulación puede ser en cisternas de ferro - cemento, estanques de polietileno o cisternas flexibles. Estas últimas presentan características importantes que podrían condicionar su uso.

A continuación se mencionan las principales cualidades de las cisternas flexibles:

Son flexibles, pueden doblarse y ser guardadas en pequeños espacios, facilitando especialmente el transporte.

Su altura máxima suele ser baja, permitiendo utilizar techos de menor altura para la colecta de lluvias.

La entrada de agua al estanque desplaza simultáneamente el aire contenido en su interior, lo cual impide la proliferación de algas.

Es un sistema que se adapta mejor a cualquier sistema de colecta de aguas lluvias.

Es de fácil instalación, sólo necesita de superficies niveladas y libres de elementos puntiagudos.

En caso de roturas leves, puede ser reparada fácilmente aún estando con agua.

Es resistente a temperaturas extremas, tanto frías como cálidas.

La instalación de un sistema de cosecha de aguas lluvias con almacenamiento en cisterna flexible, suele ser un trabajo sencillo, no obstante, pequeños errores pueden llevar a problemas o fallas en su funcionamiento.

1 INSTALACIÓN DE CANALETAS DE PVC

Para la instalación de canaletas, ya sean metálicas o de PVC se debe previamente colocar una madera para la sujeción de los ganchos (Tapacán), normalmente una tabla no menor a 20 cm de ancho, comercialmente vendida con las dimensiones de 1" x 8". Una madera de menor ancho complicaría entregar una pendiente adecuada para la canaleta. Una vez instalado el tapacán se debe elegir el extremo del techo por la cual se evacuará el agua recibida, de tal modo de marcar la ubicación de ganchos y la bajada de agua.

- A** Sobre el tapacán y a una distancia promedio de **15 cm** desde la orilla, ubicar un trozo de canaleta, de este modo observar la ubicación del primer gancho de sujeción (**Figura 1**).



Figura 1: Ubicación del primer gancho de sujeción para dar inclinación a la canaleta.

- B** Marcar con lápiz y colocar un pequeño clavo por debajo de la posición del primer gancho de sujeción (**Figura 2**).

C En el otro extremo del tapacán donde irá ubicada la bajada de agua, **colocar otro clavo para estirar la lienza**, de este modo, dar la pendiente a la canaleta y la posición de los ganchos de sujeción. **La pendiente mínima no debe ser menor a 4 mm por cada metro lineal**. Por ejemplo, si la distancia total es de 9 metros, la diferencia de altura entre los ganchos extremos será de 3,6 cm.



Figura 2: Ubicación de lienza para nivelación de canaleta y ganchos de sujeción.

D Las canaletas de PVC miden habitualmente 4 m de largo, lo cual, se debe marcar esta distancia desde el comienzo del techo y a lo largo del tapacán según la cantidad de canaletas a utilizar. (4 m, 8 m, 12 m, etc.). **En la marca del término de cada canaleta medir 15 cm a cada lado**, con motivo de ubicar un par de ganchos cercanos a la unión de las canaletas para mayor resistencia de éstas. (**Figura 3 y Figura 4**).



Figura 3: Marca para determinar la unión de canaletas y ubicación de ganchos cercanos a ella.



Figura 4: Ganchos de sujeción ubicados a 15 cm desde la unión de dos canaletas para entregar mayor resistencia.



E Se recomienda en promedio ubicar **ganchos de sujeción a unos 60 cm entre ellos** y no a más de **15 cm desde las uniones y bajadas de agua (Figura 5)**.



Figura 5: Ganchos de sujeción ubicados al costado de la bajada de agua.

F **Lijar y pegar todas las tapas y uniones posibles en piso**, permitiendo el pegado entre canaletas en altura sobre los ganchos **(Figura 6)**.



Figura 6: Unión de canaletas en altura para facilitar montaje.

2 TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN Y FILTRADO

Las tuberías de PVC utilizadas para la conducción de aguas lluvias, habitualmente presentan una longitud de 3 metros de largo, permitiendo la bajada de agua desde el techo hasta el suelo. Esta corta longitud perjudica la conexión de aguas desde dos techos (o dos aguas), principalmente por la ausencia de fittings para la conexión de tubos.

A Conexión de tuberías para dos aguas de una casa

En la **Figura 7**, se observan las conexiones a realizar **para unir dos aguas de una casa**, utilizando tubos de bajada de 80 mm de diámetro, copla de bajada de tubo y una Tee sanitaria de PVC de 75 mm, esta última adaptada al sistema, ya que como se comentaba anteriormente no existen accesorios (fittings) para unir tubos de 80 mm. La ubicación de tubos de bajada de agua para unir dos aguas, **debe ser siempre, uno en forma vertical y otro horizontal**, pues la Tee sanitaria de 75 mm presenta dos entradas hembra y una macho, condicionando solamente esta posición (**Figura 8**).



Figura 7: Modelos de conexión de dos aguas a través de Tee sanitaria de 75 mm.

B Sistema de filtrado

El agua lluvia colectada para fines agrícolas, ya sea para riego de hortalizas o bebida animal, debe almacenarse lo más limpia posible, para ello, se debe utilizar **un sistema de filtrado antes de la entrada del agua a la cisterna flexible, con el propósito de retener partículas que puedan tapar la salida de agua**, la bomba hidráulica o el sistema de riego por goteo en el caso que se utilice para un invernadero. El filtro debe ubicarse a una altura mínima de 1,5 m desde el nivel basal de la cisterna, asegurando de esta forma que el llenado se realice de forma completa. En la Figura 8, se muestra un filtro de polietileno en la cual al caer el agua por el tubo de bajada, ésta se encuentra con una tapa inclinada, obligándose a pasar por una rejilla con separaciones de 1,5 mm, en la Figura 9, se muestra un cuerpo de bronce con malla cilíndrica en su interior de aproximadamente 30 mesh (30 hilos por pulgada lineal), siendo este último filtro más fino que el de polietileno.



Figura 8: Filtro de polietileno para retener impurezas de mayor tamaño, como hojas e insectos.



Figura 9: Filtro con cuerpo de bronce utilizado para retención de partículas pequeñas.

3 INSTALACIÓN DE CISTERNA FLEXIBLE

La instalación de una cisterna flexible no presenta un trabajo complejo, una de las consideraciones más importantes es la nivelación del terreno, la cual además debe estar libre de piedras o cualquier elemento que por presión, pueda generar una rotura en el estanque (Figura 10). El suelo debe quedar bien compactado, de modo que no ceda vertical ni lateralmente al momento que el estanque se encuentre a máxima capacidad.



Figura 10: Nivelación de terreno para ubicación de cisterna flexible.

A Independiente del tipo de filtrado utilizado, la conexión desde el filtro hasta la cisterna flexible se realiza con tuberías rígidas y flexibles de 50 mm, diámetro suficiente para conducir el agua y su correcta entrada.

Dependiendo del tipo de cisterna, algunas presentan la entrada de agua por el costado, en cambio otras, lo hacen por la parte superior. Esto condiciona que la tubería rígida de PVC al llegar hasta a la cisterna tenga una altura de 50 ó 120 cm respectivamente. En la Figura 11, se muestran las conexiones desde el sistema de filtrado hasta la cisterna flexible utilizando tuberías de 50 mm.

Una vez instalado el sistema de captación, conducción y almacenamiento de agua, se puede realizar un cierre al contorno de la cisterna flexible, para impedir el ingreso de animales y su posible rotura por mordeduras (perros, roedores, etc). En el mejor de los casos, el cierre perimetral puede ser construido con planchas de zinc de una altura aproximada de 1,2 m, más unos 30 cm enterrado (1,5 m en total).

Posterior a las precipitaciones, el agricultor debe preocuparse de una mantención básica de la unidad. Se recomienda limpiar periódicamente canaletas y sistema de filtrado, de tal modo que no colapsen las tuberías y se originen roturas por exceso de peso en el sistema.

Actualmente El Instituto de Investigaciones Agropecuarias, tiene instalado sistemas de cosecha de aguas lluvias en varias regiones del país, y las cisternas flexibles han sido una de las alternativas para la acumulación de las aguas colectadas, permitiendo el aprovechamiento de estas últimas en la pequeña agricultura, ya sea para riego de hortalizas en invernadero y/o bebida animal. En la figura 12, se observa una cisterna flexible de 10.000 litros a máxima capacidad de llenado, instalada en la localidad de Ancud, Región de Los Lagos. Cuando las cisternas han completado su capacidad, simultáneamente con las sucesivas lluvias comienzan a rebalsar a través de una salida ubicada en la parte superior. Este rebosadero nunca debe ser tapado o utilizado para llenar la cisterna, pues es exclusivo para el rebalse.



Figura 11: Cisterna flexible a máxima capacidad con sistema de colecta de aguas lluvias.



Imagen: Día de Campo INIA Hidango.

Las unidades de cosecha de aguas lluvias construidas por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias utilizando cisternas flexibles, se han realizado con capacidad de acumulación de diez mil litros (10.000 L), y superficies de techos en promedio de cincuenta metros cuadrados (50 m²), esto último condiciona si se utiliza una o más caídas de agua desde los techos, por tanto, variando a su vez la cantidad de materiales a utilizar por cada unidad. En el Cuadro 1, se describen los materiales a utilizar en un sistema de colecta de agua lluvias, utilizando una cisterna de 10.000 litros y dos caídas de agua de una casa.

Costos de instalación de una cisterna flexible de 10.000 litros de capacidad

Materiales	Dimensión	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Canaleta de PVC	4 m	5	3.490	17.450
Tapas de PVC para canaleta	Estándar	4	900	3.600
Ganchos de PVC para sujeción	Estándar	32	800	25.600
Unión de PVC para canaleta	Estándar	2	850	1.700
Bajada PVC para canaleta	Estándar	2	3.110	6.220
Codo PVC	80 mm 87,5°	3	1.590	4.770
Codo PVC	80 mm 67,5°	3	1.390	4.170
Tubo de bajada PVC	80 mm	3	3.140	9.420
Copla tubo de bajada	80 mm	4	1.790	7.160
Tee sanitaria PVC	75 mm	1	1.315	1.315
Abrazaderas PVC	80 mm	9	600	5.400
Filtro bronce	2"	1	33.757	33.757
Terminal PVC SO - HE	63 - 2"	2	1.505	3.010
Reducción PVC	63 - 50 mm	1	1.430	1.430
Reducción larga	75 - 63 mm	1	1.085	1.085
Tubería hidráulica	50 mm - 3 m	2	4.190	8.380
Abrazaderas PVC	50 mm	6	400	2.400
Codos PVC	50 mm	4	630	2.520
Manguera flexible	50 mm - 1 m	2	3.613	7.226
Abrazaderas metálicas	40 - 60 mm	2	1.390	2.780
Cisterna flexible	10.000 L	1	999.600	999.600
Pegamento para PVC	250 ml	1	1.762	1.762
Lija	N° 80	2	330	660
Costo total unidad				\$ 1.151.415

* Tanto la disponibilidad de materiales como los precios pueden variar dependiendo del proveedor y ciudad donde se adquieran.

** Se debe considerar compra de tapacán en caso que la casa o galpón no lo presente.



www.cambioclimático-ohiggins.cl

