

APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIA EN PREDIOS DE SECANO PARA FORESTACIÓN

Perret, S., Wrann, J, y Andrade, F.

Manual N°25

Proyecto de Desarrollo de las Comunas
Pobres de la Zona de Secano (Prodecop-Secano)

Subgerencia de Silvicultura

Instituto Forestal

Agosto 2000

Este manual, aunque incorpora aspectos empíricos importantes, adolece de una ingeniería de diseño para este tipo de obras. Aun más; establece recomendaciones que, desde una perspectiva hidrológica, son al menos discutibles, toda vez que no existe un estudio que permita, a través de las curvas de intensidad-duración-frecuencia estimar una intensidad de precipitación asociada a un periodo de retorno y a un tiempo de duración.

Otro elemento importante del que adolece el manual, es la aplicación del concepto de escorrentía, dado que este término es muy difícil de ser inferido a partir de la información existente hoy en Chile. De igual forma, este concepto necesita de informaciones puntuales de calidad, las cuales, no existen en el país, ni menos en las zonas áridas y semiáridas. Por ello, es recomendable desde una perspectiva hidrológica utilizar coeficientes altos y no los valores que recomienda el Infor, porque ello no asegura un diseño adecuado.

No obstante lo anterior, el manual desarrollado por Infor entrega interesantes aportes a cerca del tipo de obras que pueden ser utilizadas y a su aplicabilidad en zonas áridas y semiáridas, las cuales se podrían ver complementadas con la información que podría generar este proyecto y las recomendaciones de diseño e ingeniería de construcción que se derivarán del mismo.

1. Objetivo

Manual que describe 5 técnicas de captación de aguas lluvias aplicadas en Chile y cuyo objetivo es contribuir al eficiente aprovechamiento del recurso hídrico generado a partir de la escorrentía superficial.

2. Metodología

Este manual describe diferentes tipos de colectores basados en diversos estudios realizados fuera del país y en experiencias desarrolladas por Infor dentro del país. Los colectores son los siguientes:

- Surcos en media luna
- Trincheras o surcos
- Terraza con muro de piedra, de forma rectangular o de semicírculo
- Canaletas de desviación

2.1 Surcos de media luna

Aptos para las zonas de mayor pendiente (hasta 25%). También se pueden utilizar en pendientes menores y para la captación de escorrentía en laderas. En este tipo de colectores se establece habitualmente de uno a tres árboles.

Puede ser una forma semicircular o de un sector circular menor al semicírculo. En el sector de la circunferencia se levanta un camellón de suelo y piedras, productos del surco interior. En algunos casos se puede hacer un surco en la parte interior o bien hacer una zanja en toda la superficie interior del colector. Un tamaño habitual de este colector es de 4 m de diámetro o de la cuerda y se usa para la plantación de un solo árbol. Si el diámetro o la cuerda es de 6 m, se pueden establecer hasta 3 ejemplares. La capacidad de almacenamiento de agua está dada principalmente por las dimensiones del surco o de la zanja, para evitar que el camellón tenga que soportar todo el volumen de agua interior.

Este colector tiene la ventaja de ser el menor costo, pues requiere una menor cantidad de mano de obra. Se construye mayoritariamente en forma manual, pero puede establecerse con maquinaria, tractor oruga con pala o bien con una retroexcavadora. La construcción se realiza con la tierra existente dentro del área comprendida entre los arcos concéntricos, formándose un surco que servirá como acumulador de agua. La planta se establece a media altura del camellón en el lado interno junto al surco o zanja. Algunos tamaños de colectores con sus respectivos rendimientos de construcción se muestran en el cuadro a continuación:

Tabla 1
Tamaños y rendimientos de colectores

Diámetro del colector (m)	Densidad (N° plantas/colector)	Rendimiento (jornadas/unidad)
6	3	0,85
5	2	0,50
4	1	0,40

Figura 1
Vistas de planta y perfil de surco de media luna

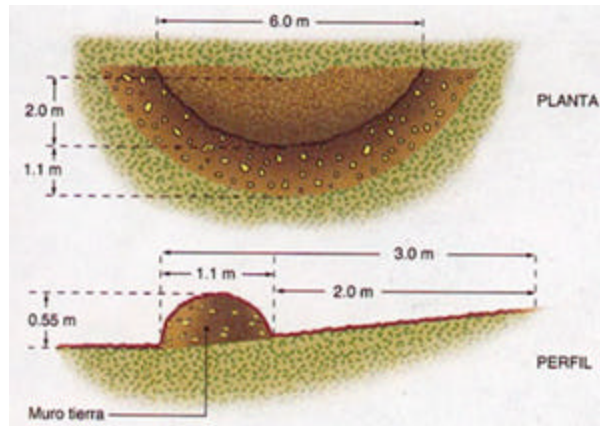


Figura 2
Surco en media luna



Figura 3
Surco en media luna



2.2 Trincheras o surcos

Aún cuando presentan aspectos distintos, la trinchera y el surco pueden considerarse como el mismo colector, formado por una zanja o surco y un camellón recto en la parte inferior de la pendiente. En el caso de la trinchera, la zanja tiene un ancho mayor que el del surco. La trinchera consiste en una excavación rectangular de 1 a 2 m de ancho, dependiendo si se aplica en un terreno de mayor o menor pendiente respectivamente, dentro de los límites aconsejables de aplicación. El largo puede ser variable, pero es aconsejable no sobrepasar lo 10 m, para evitar reparaciones muy costosas en caso de escorrentías mayores de las estimadas. La zanja o surco comienza desde el nivel del suelo para llegar gradualmente hasta una profundidad de hasta 30 cm. El material extraído, suelo y piedras, se acumula en el borde inferior de la pendiente en forma de camellón.

Al igual que en el surco de media luna, se recomienda establecer la planta a media altura en el camellón, para sí tener mayor humedad y suelo removido. El número de plantas puede ser hasta 5 para una trinchera o surco de 10 m de largo.

Normalmente, se usa una distancia mínima de 2 m entre árboles.

Figura 4
Vistas de planta y perfil de trinchera o surco

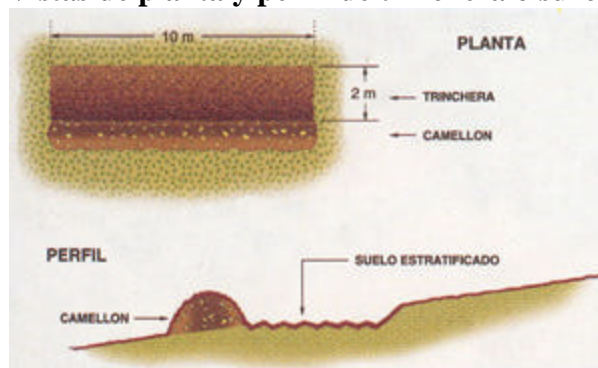


Figura 5
Trinchera, comuna de Illapel



Figura 6
Trinchera, comuna de Illapel



2.3 Terraza con muro de piedra

La terraza puede ser forma rectangular, de hasta 3m de ancho y perpendicular a la pendiente; o bien de forma de media luna, semicircular o como de un sector circular. En los perímetros laterales e inferiores, en el sentido de la caída de la pendiente, se levanta un muro de piedra de 1 m de espesor que forma la base exterior e inferior de la terraza. Además, se construye en los perímetros externos un pequeño muro de hasta 30 cm de alto, y espesor de 1 m para poder contener mayor escorrentía. En los bordes externos se recubre con una tela plástica para impermeabilizar el muro, logrando así acumular mayor volumen de agua y dirigir la humedad hacia los horizontes inferiores del suelo. A diferencia del método anterior, se genera un área de infiltración mayor y, a la vez, se prolonga el tiempo de disponibilidad de agua para las plantas que están en esa área.

Figura 7
Vistas de planta y perfil de una terraza con muro de piedra de 8 metros de largo

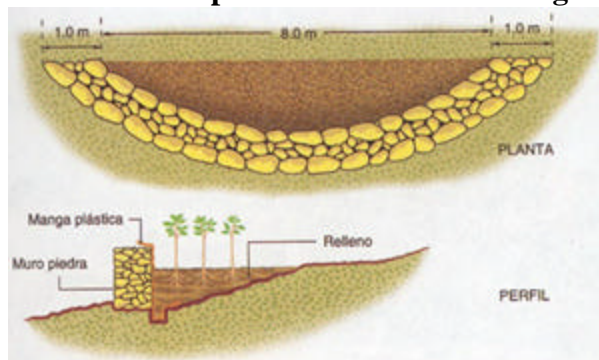
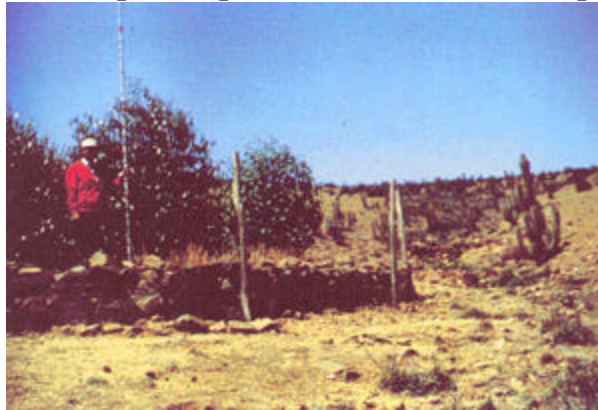


Figura 8
Marcación de terraza con muro de piedras



Figura 9
Terraza en media luna para captación de escorrentía de quebrada adjunta



2.4 Canaletas de desviación

Son zanjas de 50 cm de ancho y 30 cm de profundidad que se construyen a partir de quebradas, en cuyo eje longitudinal se localizan tazas de plantación de 2 m * 2 m o similar, cada cierta distancia, que puede ser cada 5 m. La canaleta capta la escorrentía de la quebrada, pero también de la ladera. La pendiente de la zanja no debe exceder el 1% para evitar erosión. Si las canaletas se establecen en terrenos con pendientes de más de 15%, se corre el riesgo de erosión por desmoronamiento de las paredes laterales. En todo caso, es recomendable establecer piedras en el cauce cada 5 m para disminuir la escorrentía e incluso construir la canaleta con piedras en los bordes. Las canaletas se construyen en forma manual: Tienen la ventaja de captar escorrentía de la quebrada y a la vez de la ladera.

Figura 10
Diseño canaletas de desviación

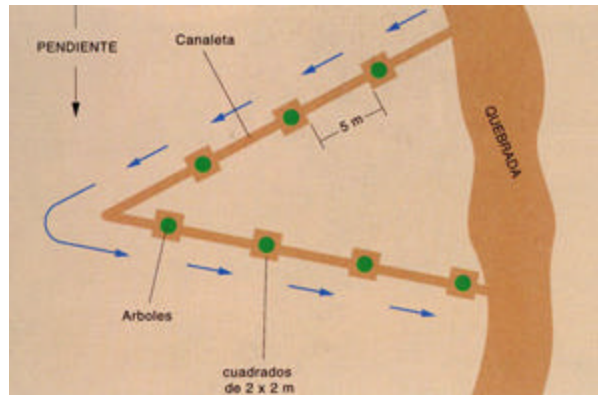


Figura 11
Dique hecho manualmente en la quebrada y canaleta de desviación



Figura 12
Canaleta de desviación con casilla de plantación



2.5 Limán

El limán es un colector de mayor tamaño y consiste en un semicírculo o sector circular plano con un borde de suelo y piedras. Normalmente la pared de los bordes tiene 3 m en la base, 1 m de lato y 1 m en la corona.

Debido a la superficie del limán, normalmente mayor a 80 m^2 , es apto solamente para lugares de poca pendiente (hasta 8%) y para captación externa o de avenidas de agua. En la construcción se debe hacer un desagüe a partir de la cota máxima de colección de agua para evitar rupturas en la pared en casos de grandes escorrentías. Generalmente, un limán es para establecer un conjunto de más de 30 árboles. Por ejemplo, en un limán de 90 m^2 se pueden establecer hasta 30 ejemplares.

En 1995, el Instituto Forestal construyó un colector de este tipo en la quebrada Iltá, comunidad agrícola de Tunga Norte, Provincia de Choapa, para el cual se utilizó una retroexcavadora. El módulo consiste en desviar el agua proveniente de la quebrada, lugar donde se produce la concentración y conducción natural del agua, la cual es encauzada hacia colectores por intermedio de un dique. La superficie de plantación utilizada en el ensayo (90 m^2) tiene una capacidad para 9 plantas. La pendiente transversal es 0% y el muro de tierra es de forma trapezoidal con 3 m en la base y 1 m en el tope. Además cuenta con un aliviadero de 20 cm de diámetro a 30 cm de altura. Dado que este tipo de colector es de gran tamaño, requiere contar con una gran superficie de captación para asegurar la disponibilidad de agua necesaria.

Figura 13
Vistas de planta y perfil de un limán

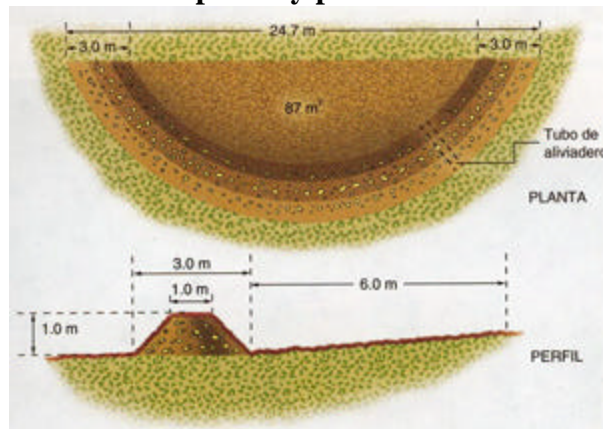


Figura 14
Limán en el desierto de Negev (Israel)



Figura 15
Limán con plantación de *Eucalyptus cladocalyx* de 1 año de edad



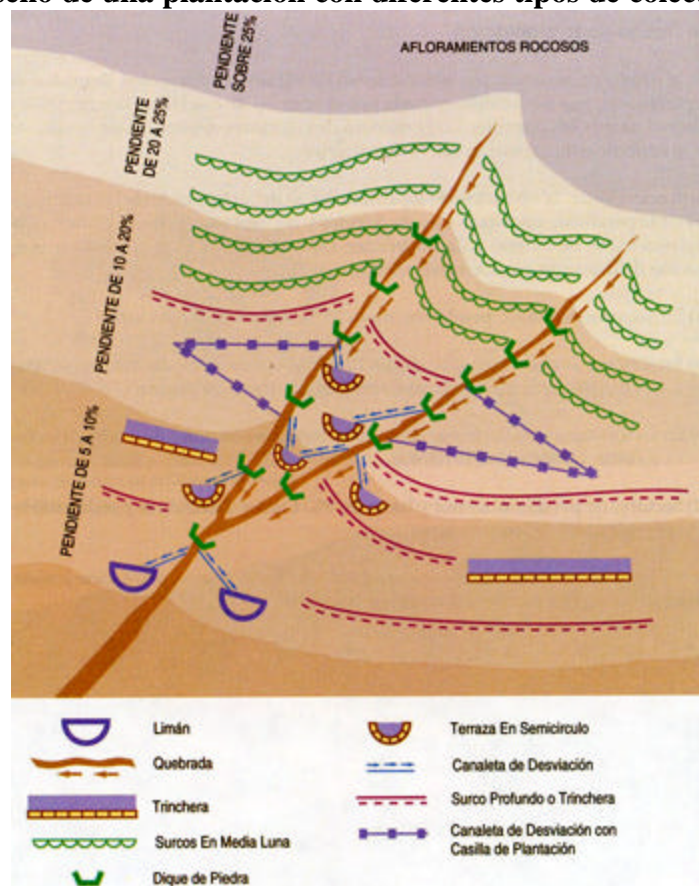
3. Diseño de una plantación

En el diseño de la plantación se consideran los siguientes elementos: densidad de la plantación, que estará determinada por el número de colectores por hectárea y el número de árboles por colector. El número de colectores dependerá de la relación de la superficie de captación con la de colección.

Para seleccionar la ubicación de los colectores se deberá considerar las restricciones de pendiente para cada tipo de colector y las captaciones de escorrentía que se desea hacer, de laderas o de quebradas. De esta manera se puede anotar la siguiente distribución en una microcuenca:

- a) En sectores de mayor pendiente, hasta un 25%: surcos en media luna.
- b) En sectores de pendiente intermedia 10 a 15%: surcos en media luna, trincheras o surcos, canaletas de desviación, terrazas con muro de piedra.
- c) En sectores con pendientes de hasta 10%: terrazas con muro de piedra, trincheras o surcos, y canaletas de desviación.
- d) En sectores de pendiente menor y hasta un 8%: limán, surcos en media luna, trincheras o surcos, canaletas de desviación, terrazas con muro de piedra.

Figura 16
Diseño de una plantación con diferentes tipos de colectores



4. Estándares de costos de establecimiento de colectores para la forestación

A continuación se entregan estándares de costos según tipo de colectores para plantación.

4.1 Escurrimiento de laderas:

Terrazas: Las terrazas de alrededor de 10 m² en laderas han demostrado buenos resultados para el establecimiento inicial, sin embargo, son de un costo de construcción muy alto, con valores de US\$ 2.640/ha.

Item	Costo (US\$)
Mano de obra: 8 jornales * US\$ 11,0/jornada	88,0
Materiales: plástico protector 10 m ²	8,0
Total (1 terraza con 5 plantas)	96,0
1 hectárea: 20 terrazas	1.920,0

Surcos manuales en media luna: Surcos en media luna con una superficie de 10 m² para establecer 3 plantas.

Item	Costo (US\$)
Mano de obra: 0,85 jornales * US\$ 11,0/jornada	9,4
1 hectárea: 34 surcos	318,0

Zanjas manuales de colección rectangulares: zanjas con una superficie de 10 m² para establecer 3 plantas.

Item	Costo (US\$)
Mano de obra: 1,0 jornales * US\$ 11,0/jornada	11,0
1 hectárea: 34 zanjas	374,0

4.1 Escurrimiento de quebradas:

Canaletas de desviación: El costo unitario se refiere a 50 m de canaletas de desviación que alimentan tazas de plantación individual, dispuestas cada 5 m en el surco, para plantar 10 árboles.

Item	Costo (US\$)
Mano de obra: 5 jornales * US\$ 11,0/jornada	55,0
1 hectárea: 500 m de canaletas para plantar 100 árboles	550,0

Limanes:

Limán construido en forma manual de 20 m² para establecer 8 árboles.

Item	Costo (US\$)
Mano de obra: 15 jornales * US\$ 11,0/jornada	165,0
Materiales: 20 m ² de plástico	16,0
1 hectárea: 6 limanes	1.086,0

Limán construido en forma mecanizada de 80 m² para establecer 25 árboles. El número de limanes posibles de establecer depende de las condiciones fisiográficas y topográficas. No siempre es posible establecer uno o más por hectárea.

Item	Costo (US\$)
Mano de obra: 14 jornales * US\$ 11,0/jornada	154,0
Operación de tractor agrícola con retroexcavadora (4 horas)	148,0
1 hectárea: 1 limán	302,0

Tabla 2
Estimación de costos para la forestación con cosecha de aguas lluvias y colectores

Tipo de colector	Cantidad (N° colectores/ha)	Densidad plantación (Árboles/ha)	Costo (US\$/ha)
Tipo manual			
▪ Terraza en ladera 10 m ²	20	100	1.920
▪ Surcos en medialuna	34	102	312
▪ Zanjas	34	102	374
▪ Canaletas de desviación 50 m	10	100	550
▪ Limán 20 m ²	6	48	1.086
Tipo mecanizado			
▪ Limán 80 m ²	1	25	302