

# Manual de Control de Erosión



## Manual de Control de Erosión

# Manual de Control de Erosión

Ministerio de Agricultura  
Corporación Nacional Forestal  
Programa de Ordenación y Manejo de Cuencas  
Proyecto Cuencas CONAF - JICA «Control de Erosión y Forestación en Cuencas  
Hidrográficas de la Zona Semiárida»  
Avda. Bulnes 259, Of. 506 Santiago de Chile  
Fono (56-2) 3900244 - Fax: (56-2) 3900250 Email: cuencas@conaf.cl  
Edición de 4.000 ejemplares  
Fotos: Proyecto Cuencas CONAF - JICA  
Permitida su reproducción citando la fuente  
Diseño y Diagramación: Trazo Ltda.  
Impresora Comse Ltda.  
Santiago de Chile, diciembre de 1998

## AUTORES

Expertos Nacionales:

*Geógrafo*

RODRIGO VARGAS RONA

Dr. Ing. Forestal

SAMUEL FRANCKE CAMPAÑA

Expertos Japoneses:

*Ing. Forestal*

KOICHI TOKUGAWA

*Ing. Forestal*

MASATOSHI MAKITA

Sr. KAZUO TSURUTA

Líder Proyecto Cuencas CONAF-JICA

«Control de Erosión y Forestación en Cuencas Hidrográficas de  
la Zona Semiárida de Chile»



# Índice General

<b>I.- Generalidades.....</b>	<b>7</b>
<b>II.- Clasificación de Tratamientos de Control de Erosión.....</b>	<b>9</b>
<b>III.- Tratamientos de Control de Erosión.....</b>	<b>11</b>
Tratamientos de regulación de flujos hídricos.....	13
Canal de desviación de aguas.....	15
Canal longitudinal.....	17
Canal transversal simple.....	19
Canal transversal compuesto.....	21
<b>Tratamientos de incremento de la infiltración.....</b>	<b>23</b>
Zanja de infiltración.....	25
Terraza forestal.....	27
<b>Tratamientos lineales de control en laderas y taludes.....</b>	<b>29</b>
Revestimientos de neumáticos.....	31
Fajinas de sarmiento.....	33
Fajinas de ramas.....	35
Sacos rellenos de tierra.....	37
Postes de madera.....	39

<b>Tratamientos de cubiertas superficiales.....</b>	<b>41</b>
Esteras de especies varias.....	43
Ramas de eucalipto.....	45
Caña de maíz.....	47
<b>Tratamientos de regulación de flujos hídricos en cauces.....</b>	<b>49</b>
Dique de postes de madera.....	51
Dique de estructuras gavionadas.....	53
Disipador.....	55
<b>Tratamientos de control y estabilización de taludes.....</b>	<b>57</b>
Estructura de postes de madera.....	59
Malla de sombra tipo raschel.....	61
Muro de postes de madera.....	63
Muro de sacos rellenos.....	65
Muro de neumáticos.....	67
<b>Tratamientos biológicos.....</b>	<b>69</b>
Hidrosiembra.....	71
<b>IV.- Bibliografía.....</b>	<b>73</b>



# I Generalidades

Entre los problemas ambientales de Chile se reconoce que los procesos de erosión y degradación de suelos constituyen los de mayor gravedad a nivel nacional, afectando aproximadamente al 45 % de los suelos del territorio nacional.

En consideración a estos procesos de degradación de suelos y en el marco del convenio de cooperación internacional suscrito entre los gobiernos de Chile y Japón, a través de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), se desarrolla el Proyecto de Manejo de Cuencas CONAF/JICA «Control de erosión y forestación en cuencas hidrográficas de la zona semiárida de Chile», por un período de 6 años a contar de marzo de 1993.

El citado Proyecto ha tenido como propósitos el desarrollo y la aplicación de técnicas de viverización, forestación y conservación de suelos y aguas, para la recuperación de terrenos degradados por procesos de erosión y desertificación.

Las áreas de las microcuencas experimentales del Proyecto (120 ha) se localizan en «Alto Loica», comuna de San Pedro, provincia de Melipilla; «Yerba Loca», comuna de Lo Barnechea, provincia de Santiago, ambos en la Región Metropolitana y la «Comunidad de Las Cañas», Comuna de Illapel, Provincia de Choapa, IV Región. En estas localidades se desarrolló un conjunto de obras de conservación de suelos y aguas que representan un laboratorio de técnicas «in situ».



Los resultados del Proyecto referido indican que la combinación de técnicas de control de erosión y de forestación, con enfoques integrales de uso múltiple a nivel de microcuencas, permiten recuperar en forma sostenible zonas rurales degradadas y pauperizadas.

Los contenidos del presente manual de control de erosión constituyen el trabajo de expertos chilenos y japoneses, quienes desarrollaron un conjunto de técnicas específicas de control de erosión.

En este manual de control de erosión se describe cada una de dichas técnicas, se exhibe el diseño respectivo y se representa fotográficamente.

La aplicación de las técnicas propuestas requiere seguir en términos generales la siguiente metodología:

- Caracterización edafoclimática del área
- Estimación del comportamiento hidrológico de la microcuenca
- Identificación de unidades geomorfológicas de la microcuenca
- Identificación de las áreas degradadas de la microcuenca
- Evaluación del estado de la degradación de

las áreas de la microcuenca

- Cartografía de las áreas degradadas
- Determinación de prioridades y criterios de intervención
- Selección de tratamientos de control de erosión a ejecutar
- Ejecución, supervisión y mantenimiento de tratamientos de control de erosión.

Las técnicas de control de erosión presentadas pueden ser adaptadas y difundidas por profesionales y técnicos del ámbito silvo-agropecuario, organismos estatales, empresas del sector privado, organizaciones ambientales, grupos de transferencia tecnológica y habitantes rurales, quienes podrán aplicar un enfoque moderno de conservación de suelos y aguas.

El presente manual de control de erosión constituye un aporte al conocimiento en materias de conservación de suelos y aguas.

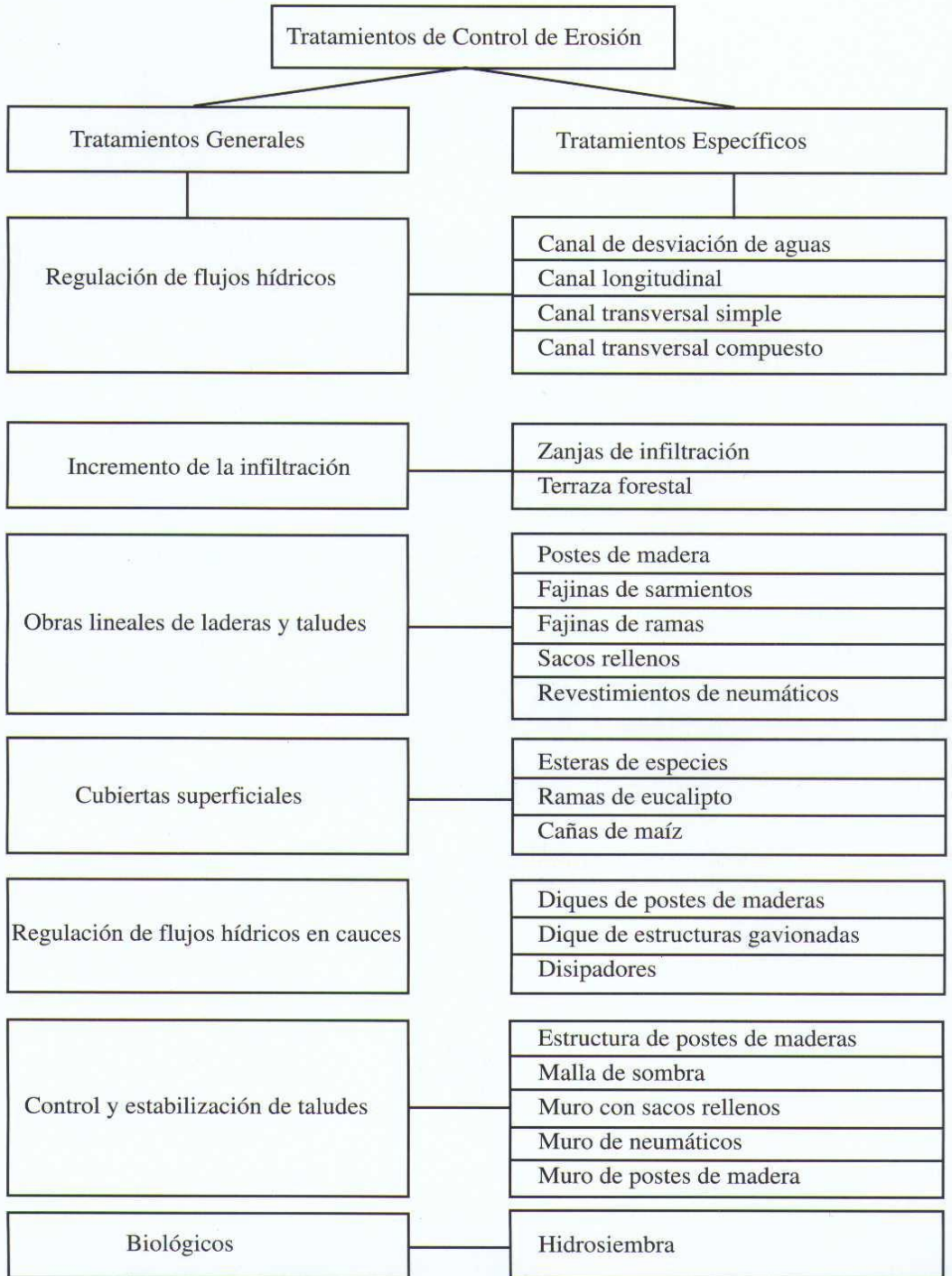
Se espera que los tratamientos indicados contribuyan a la recuperación de suelos degradados y permitan un mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes del sector rural.

Los autores

Santiago de Chile, diciembre de 1998

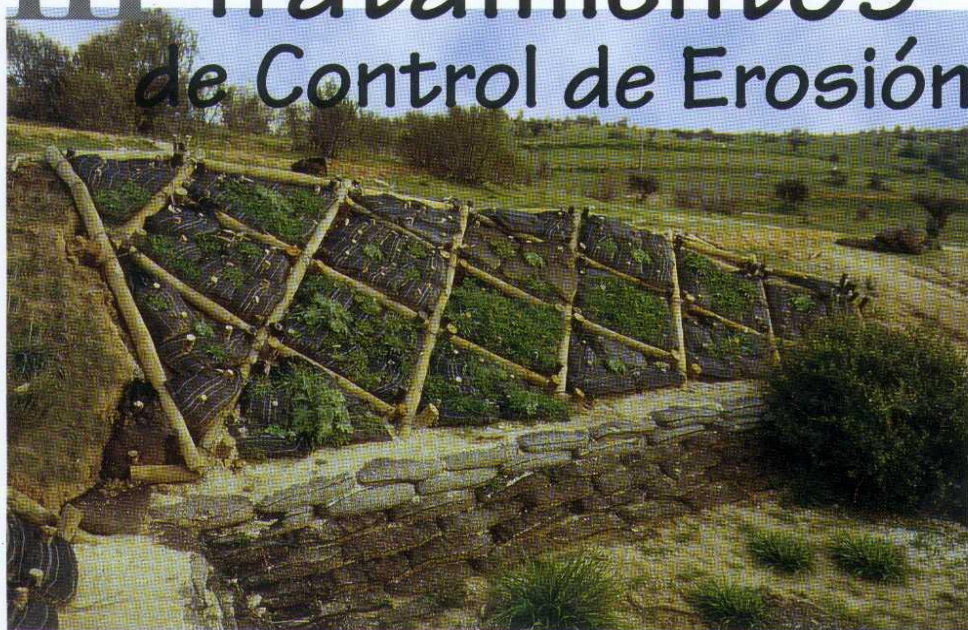


# II Clasificación de Tratamientos de Control de Erosión





# III Tratamientos de Control de Erosión





# Tratamientos de Regulación de Flujos Hídricos



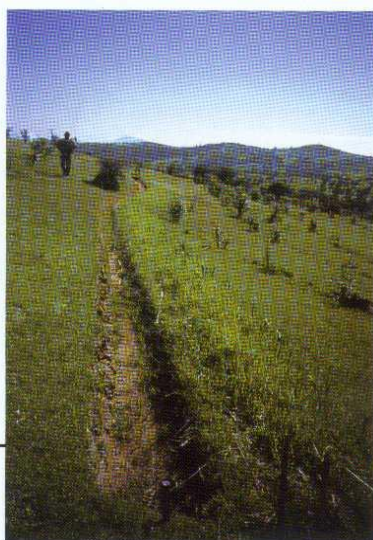




● Visión panorámica del canal de desviación de aguas en la parte superior de la microcuenca hidrográfica.



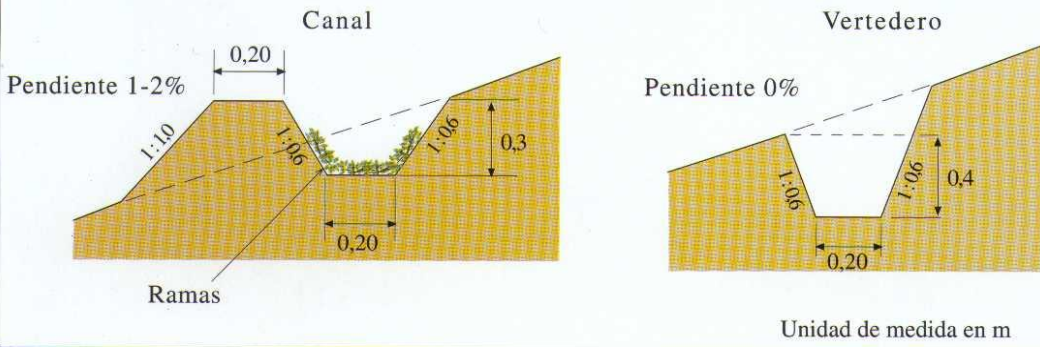
● Sección de entrega (vertedero) de las aguas que fluyen por el canal de desviación.



● Vista en perspectiva de canal de desviación con desarrollo vegetacional en el camellón.



Perfil



**Canal de desviación o difusión de aguas**

• **Objetivos**

- Disminuir el escurrimiento superficial del área de cárcavas activas
- Disipar el agua retenida hacia las laderas estabilizadas

• **Características del diseño**

Esta técnica resulta útil para regular el gran volumen del flujo directo o de la escorrentía superficial en las zonas semiáridas. La ejecución se realiza sobre la cabecera de las cárcavas y/o en laderas con riesgo de erosión creciente. En cabeceras de cárcavas se recomienda la construcción de un canal que desvíe las aguas para ambos lados, de tal forma de disminuir la descarga en los vertederos. Estos últimos deben construirse en laderas estabilizadas con presencia de vegetación.

El canal debe tener como máximo 50 m de largo y una pendiente del 1 al 2%. La

- sección transversal del canal la representa un trapecio con las siguientes dimensiones:
- 20 cm de ancho en la base, 56 cm de ancho en la parte superior, 30 cm de profundidad y 1:0,6 de pendiente lateral.

Se disponen ramas para disminuir la velocidad del flujo. Se aprovecha la tierra excavada y se realiza un camellón en el borde inferior donde se siembran pastos.

El vertedero tiene 10 m de largo, una pendiente de 0° y no posee camellón. La sección del vertedero la constituye un trapecio con las siguientes dimensiones: 20 cm de ancho en la base, 68 cm de ancho en la parte superior, 40 cm de profundidad y 1 : 0,6 de pendiente lateral.

• **Ejecución**

- Excavar el canal
- Hacer el camellón y compactar moderadamente el suelo
- Excavar el vertedero
- Realizar la siembra de pastos en el camellón
- Proteger la siembra con algún tipo de cubierta

MATERIALES (cada m)			
Una unidad: 20-50 m; últimos 10 m: 0%; Pendiente de ladera:25%			
Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Ramas	2-3	U	Seleccionar la especie adecuada
Semillas	20	gr/m <sup>2</sup>	200 kg/ha





● Vista panorámica de canales longitudinales en fase de ejecución que tributan hacia un área estabilizada.

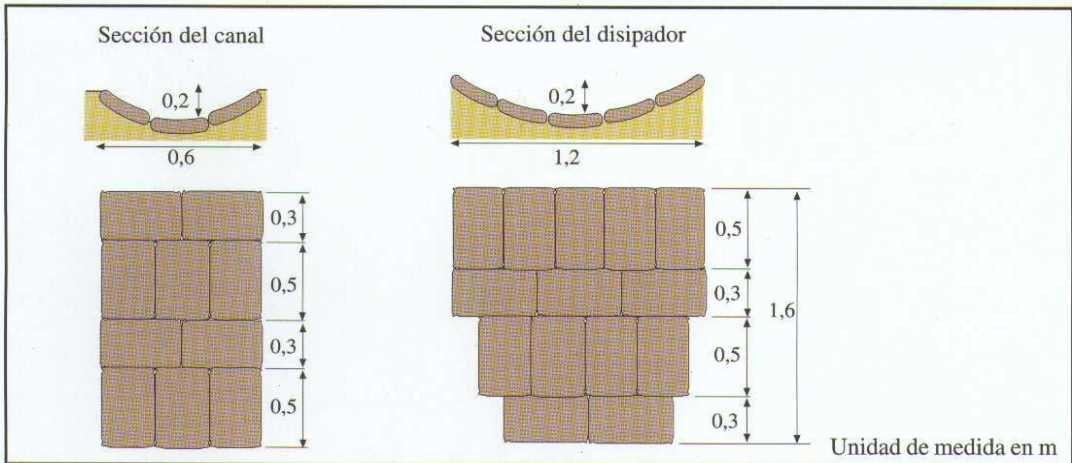


● Vista en perspectiva de un canal longitudinal de evacuación de aguas en un talud.

● Vista en detalle de la sección de un canal longitudinal en fase de ejecución.







## Canal longitudinal de sacos de tierra

### • Objetivos

- Evacuar el agua de taludes
- Entregar el agua en dissipadores

### • Características del diseño

Esta obra resulta apropiada para áreas de escurrimiento superficial moderado y medio. De sencilla ejecución, bajo costo y se puede realizar en dimensiones variables.

El canal tiene 0,6 m de ancho y 20 cm de profundidad. Se ocupan sacos de mallas sombra (60 % de cobertura) rellenos con tierra. Los sacos se disponen intercalados: dos en sentido horizontal y después tres en sentido vertical, siguiendo esta secuencia hasta finalizar la obra. En la colocación de los sacos debe cuidarse que éstos queden sobrepuestos, sin dejar espacios susceptibles de erosionarse por el flu-

jo hídrico. En taludes de pendientes escarpadas los sacos deben ser clavados con estacas de madera.

En su sección de entrega los canales de evacuación deben considerar un dissipador para disminuir el impacto del agua. Este último puede construirse con sacos de malla sombra rellenos con tierra o ripio. El dissipador tiene una forma trapezoidal con 1,2 m de ancho en la parte superior, 0,6 m de ancho en la parte inferior y 1,6 m de largo.

### • Ejecución

- Excavar la base
- Rellenar los sacos con tierra
- Disponer intercaladamente los sacos desde la parte baja hacia aguas arriba
- Compactar moderadamente
- Sembrar pastos

MATERIALES (En 10 m <sup>2</sup> )			
Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Canal:			Cada 10 m
Sacos de malla sombra	62,50		60 cm x 40 cm
Tierra	0,81	m <sup>3</sup>	0,013 m <sup>3</sup> /saco
Disipador:			Cada unidad
Sacos de malla sombra	14,00		60 cm x 40 cm; 60% de cobertura
Tierra	0,18	m <sup>3</sup>	0,013 m <sup>3</sup> /saco

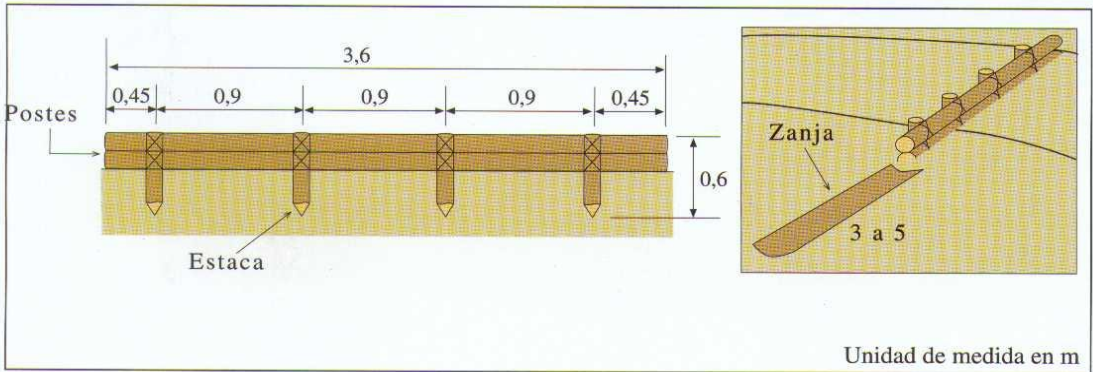


● Vista general de un canal transversal simple en fase de construcción.



● Vista lateral de un canal transversal para regular flujos hídricos en caminos operacionales.





## Canal transversal simple

### • Objetivos

- Evacuar el flujo hídrico de escorrentía moderada en caminos de pendientes medianas y escarpadas.
- Regular y conducir flujos hídricos

### • Características del diseño

Esta obra resulta sencilla de ejecutar, tiene bajo costo y se recomienda para caminos operacionales y rurales de pendientes escarpadas.

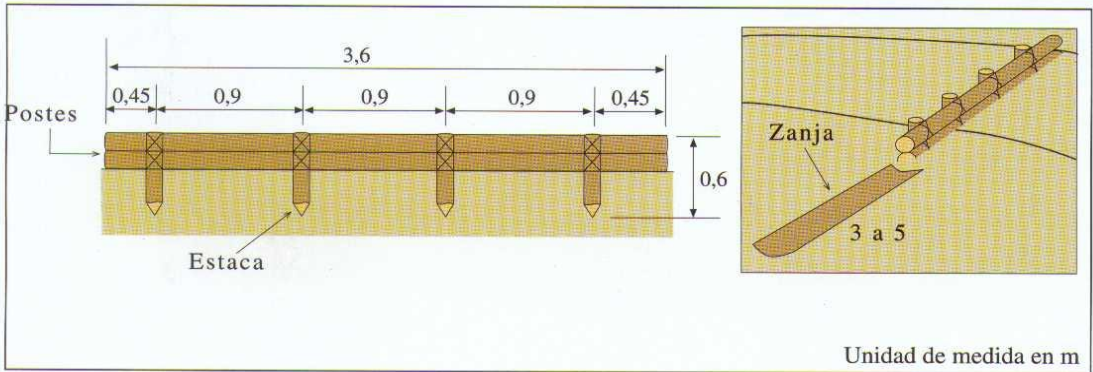
El largo de la obra depende del ancho del camino. Se utilizan postes de pino impregnados que se emplean como estacas verticales de 50 cm, clavadas a 30 cm de profundidad. Posteriormente, los postes se disponen en dos líneas horizontales a lo ancho del camino, con pendientes del 1 al 2 %, alambrados y clavados entre sí en las estacas verticales. La parte posterior de los postes se cubre con sacos de yute

o malla sombra. Se rellena con tierra compactada para cubrir el primer poste horizontal. Para la evacuación del agua se construye un canal simple, aledaño a la estructura de postes, de 5 a 10 m y con pendiente a nivel. Se recomienda realizar una serie de canales transversales simples en el tramo del camino a intervenir para aumentar la eficiencia del tratamiento.

### • Ejecución

- Clavar estacas verticales
- Colocar postes horizontales
- Clavar y alambrear postes horizontales en las estacas verticales
- Cubrir la parte de atrás de los postes con sacos de yute o malla sombra
- Rellenar con tierra compactada cubriendo el primer poste horizontal
- Construir un canal de evacuación de aguas lluvias
- Realizar la limpieza del canal en cada temporada

MATERIALES (cada 3,6 m)			
Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Postes	3	U	Largo: 2,4 m; $\phi$ : 4"
Estacas	4	U	Largo: 0,6 m; $\phi$ : 4"
Alambre	0.15	kg	N° 14
Clavos	0.01	kg	N° 5"



## Canal transversal simple

### • Objetivos

- Evacuar el flujo hídrico de escorrentía moderada en caminos de pendientes medianas y escarpadas.
- Regular y conducir flujos hídricos

### • Características del diseño

Esta obra resulta sencilla de ejecutar, tiene bajo costo y se recomienda para caminos operacionales y rurales de pendientes escarpadas.

El largo de la obra depende del ancho del camino. Se utilizan postes de pino impregnados que se emplean como estacas verticales de 50 cm, clavadas a 30 cm de profundidad. Posteriormente, los postes se disponen en dos líneas horizontales a lo ancho del camino, con pendientes del 1 al 2 %, alambrados y clavados entre sí en las estacas verticales. La parte posterior de los postes se cubre con sacos de yute

o malla sombra. Se rellena con tierra compactada para cubrir el primer poste horizontal. Para la evacuación del agua se construye un canal simple, aledaño a la estructura de postes, de 5 a 10 m y con pendiente a nivel. Se recomienda realizar una serie de canales transversales simples en el tramo del camino a intervenir para aumentar la eficiencia del tratamiento.

### • Ejecución

- Clavar estacas verticales
- Colocar postes horizontales
- Clavar y alambrear postes horizontales en las estacas verticales
- Cubrir la parte de atrás de los postes con sacos de yute o malla sombra
- Rellenar con tierra compactada cubriendo el primer poste horizontal
- Construir un canal de evacuación de aguas lluvias
- Realizar la limpieza del canal en cada temporada

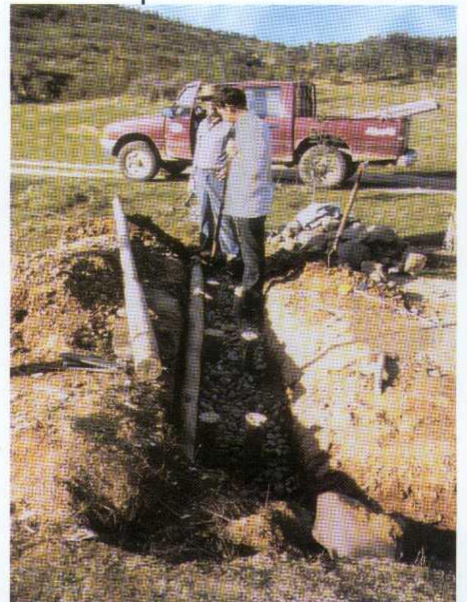
MATERIALES (cada 3,6 m)			
Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Postes	3	U	Largo: 2,4 m; ø: 4"
Estacas	4	U	Largo: 0,6 m; ø: 4"
Alambre	0.15	kg	Nº 14
Clavos	0.01	kg	Nº 5"





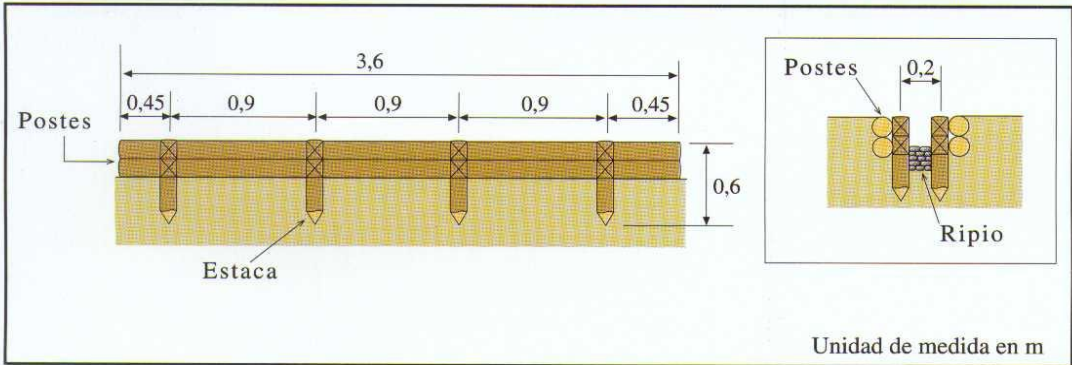
● Vista lateral de un canal transversal compuesto en fase de operación con sedimentos acumulados. Para conservar la efectividad de estos tratamientos se requiere de un mantenimiento periódico.

● Vista general de un canal transversal compuesto en fase de construcción.



● Primer plano de un canal transversal compuesto con postes de pino impregnado.





### Canal transversal compuesto

• **Objetivos**

- Evacuar flujos hídricos de caminos, terrazas agrícolas y forestales
- Regular y conducir flujos hídricos

• **Características del diseño**

Esta obra resulta sencilla de ejecutar, tiene bajo costo y se recomienda en general para el mantenimiento de terrazas agrícolas, caminos operacionales y rurales.

El largo de la obra dependerá del ancho de la terraza o el camino. La profundidad del canal tiene 30 cm y un ancho de 20 cm, lo que permite a los vehículos transitar sin dificultades. Se utilizan postes de pino impregnados que se emplean como estacas verticales de 60 cm clavadas a 35 cm de profundidad y en ambos

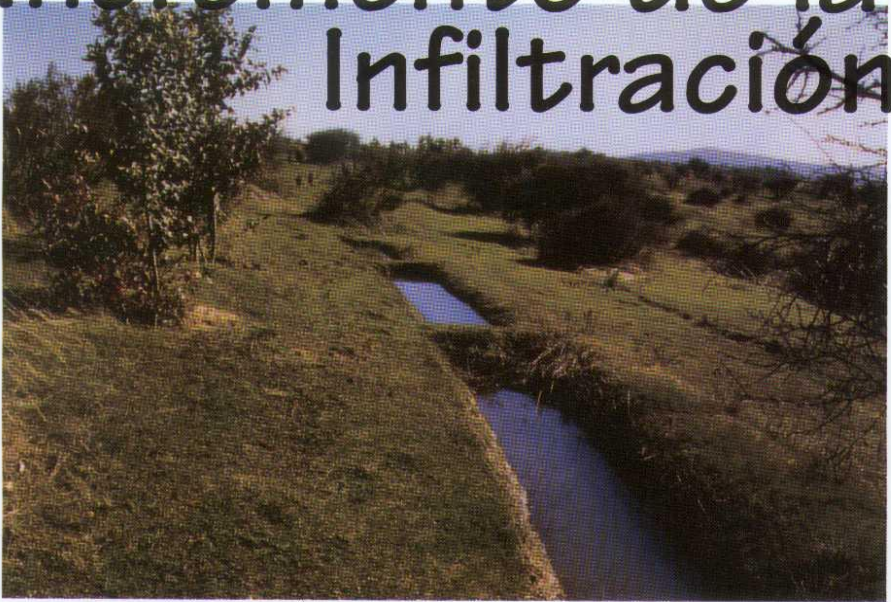
- lados del canal. Posteriormente, los postes se disponen como líneas horizontales en ambos lados del canal, clavados y alambrados en las estacas verticales, con pendiente del 1 al 2 %.
- Todo el fondo del canal se cubre con una capa de ripio. Para la evacuación del agua se construye un canal simple de 5 a 10 m, con pendiente a nivel.
- **Ejecución**
- - Excavar el canal
- - Clavar estacas verticales
- - Rellenar con una capa de ripio
- - Colocar postes horizontales
- - Clavar y alambrear postes horizontales a estacas verticales
- - Construir un canal de evacuación de aguas
- - Realizar la limpieza del canal en cada temporada

MATERIALES (cada 3,6 m)			
Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Postes	6	U	Largo: 2,4 m; ø: 4"
Estacas	8	U	Largo: 0,6 m; ø: 4"
Alambre	0,3	kg	Nº 14
Clavos	0,02	kg	Nº 5
Ripio	0,15	m <sup>3</sup>	





# Tratamientos de Incremento de la Infiltración





● Vista panorámica del sistema de zanjas de infiltración en la microcuenca hidrográfica en su fase de ejecución.

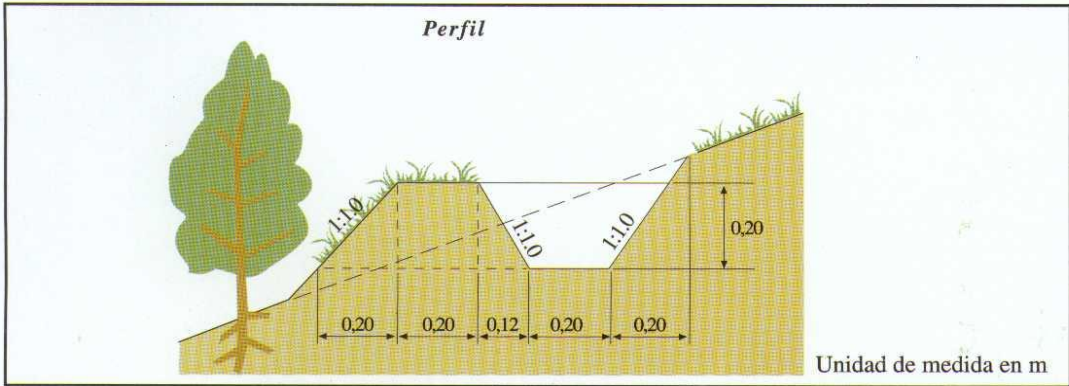


● Vista en perspectiva de zanjas «cosechadoras de aguas» para incrementar la infiltración del agua en el suelo.



● Zanja de infiltración trazada en función de la curva de nivel.





## Zanja de infiltración

### • Objetivos

- Disminuir la velocidad de las aguas lluvias
- Aumentar la infiltración del agua en el suelo
- Reducir la escorrentía superficial
- Retener los sedimentos removidos por el flujo hídrico
- Acumular el agua de las lluvias para el riego

### • Características del diseño

Este tratamiento se recomienda para zonas semiáridas debido a que el flujo directo representa el componente principal del flujo hídrico y las precipitaciones máximas en 24 horas alcanzan montos de nivel medio. Las zanjas se ejecutan en función de la precipitación de diseño con un período de retorno de 10 a 15 años del área a intervenir. A través de esta técnica se regulan los volúmenes de escorrentía superficial, se retienen los sedimentos removidos por el flujo hídrico y se almacenan o «cosechan» aguas para el riego. Las zanjas deben tener una disposición intercalada, en función de la eventualidad que los volúmenes de escorrentía superen su capacidad de almacenaje, produciéndose el rebalse en éstas.

La sección transversal de la zanja se representa a través de un trapecio que tiene las siguientes dimensiones: 0,2 m de ancho en la base, 0,52 a 1 m de ancho en la parte superior, 0,2 a 0,4 m de profundidad, 1:1,0 de pendiente lateral superior, y 1: 0,6 de pendiente lateral inferior.

La sección del camellón corresponde a 0,2 m de ancho en la parte superior y 1:1,0 de pendiente lateral.

Las zanjas se construyen en el sentido de las curvas de nivel con una pendiente de 0° y con un largo que varía entre 2,5 y 5 m, separadas por tramos de 0,5 m a 1 m.

### • Ejecución

- Decidir el intervalo horizontal entre zanjas en función de la precipitación de diseño y las características de la pendiente (desde 8 m en pendientes moderadas a 3 m en pendientes moderadas a pronunciadas)
- Excavar la zanja (0,2 m de ancho en la base, lo que corresponde al ancho de una pala)
- Hacer el camellón y compactar moderadamente el suelo
- Realizar la siembra de pastos en el camellón
- Proteger la siembra con algún tipo de cubierta

MATERIALES (cada m)			
Una unidad: 2-3 m; Pendiente de ladera: 25%			
Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Semillas	9,6	gr	20 gr/m <sup>2</sup> ; superficie: 0,48 m <sup>2</sup>



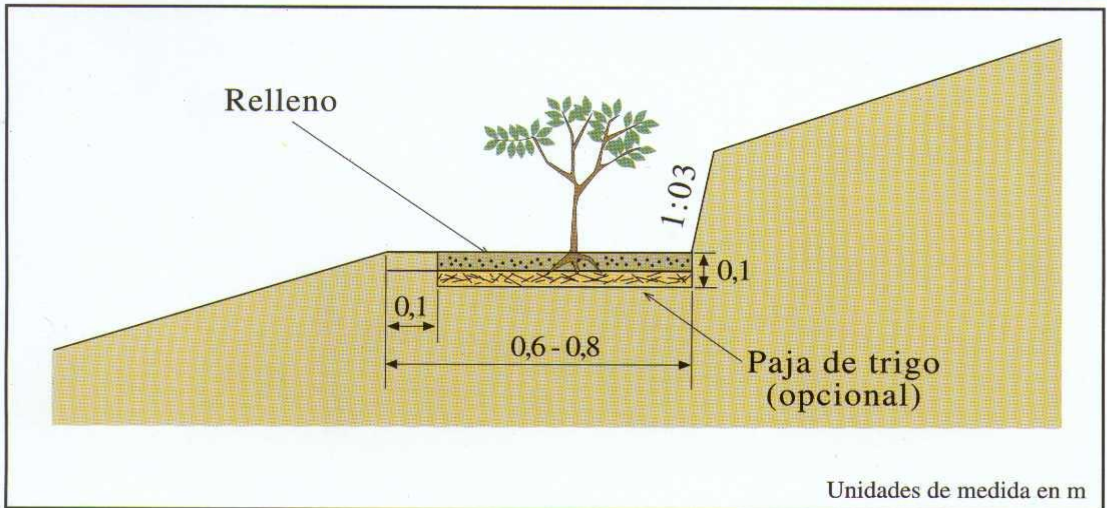


● Vista panorámica de terrazas forestales de base angosta en la comuna Illapel, IV Región.



● Vista en primer plano de terraza forestal de base angosta en la comuna de San Pedro, provincia de Melipilla, Región Metropolitana.





## Terraza forestal

### • Objetivos

- Aumentar la infiltración del agua en el suelo
- Reducir la escorrentía superficial
- Disminuir la velocidad de las aguas lluvias
- Retener los sedimentos transportados por el flujo hídrico

### • Características del diseño

Este tratamiento resulta apropiado en laderas de pendientes moderadas con erosión del tipo laminar y lineal incipiente. De sencilla ejecución y bajo costo. La longitud de la terraza se adecua al terreno.

Las terrazas se trazan a nivel y presen-

tan un ancho que varía entre 60 y 80 cm. La pendiente en lo ancho de la terraza corresponde al 1 % hacia el interior del talud. La altura del talud depende de las condiciones del suelo, recomendándose para materiales poco estables una altura no superior a 20 cm y una pendiente lateral de 1:0,3. En la superficie de la terraza se deben plantar árboles y sembrar pastos.

### • Ejecución

- Trazar las terrazas a nivel
- Excavar la terraza con una leve inclinación hacia el interior del talud
- Preparar la superficie de la terraza para la plantación y/o siembra
- Adicionar materia orgánica para enriquecer el suelo (opcional)
- Plantar árboles y/o sembrar pastos

MATERIALES (cada m)			
Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Rastrojos de trigo	1 a 2	m <sup>3</sup>	uso opcional





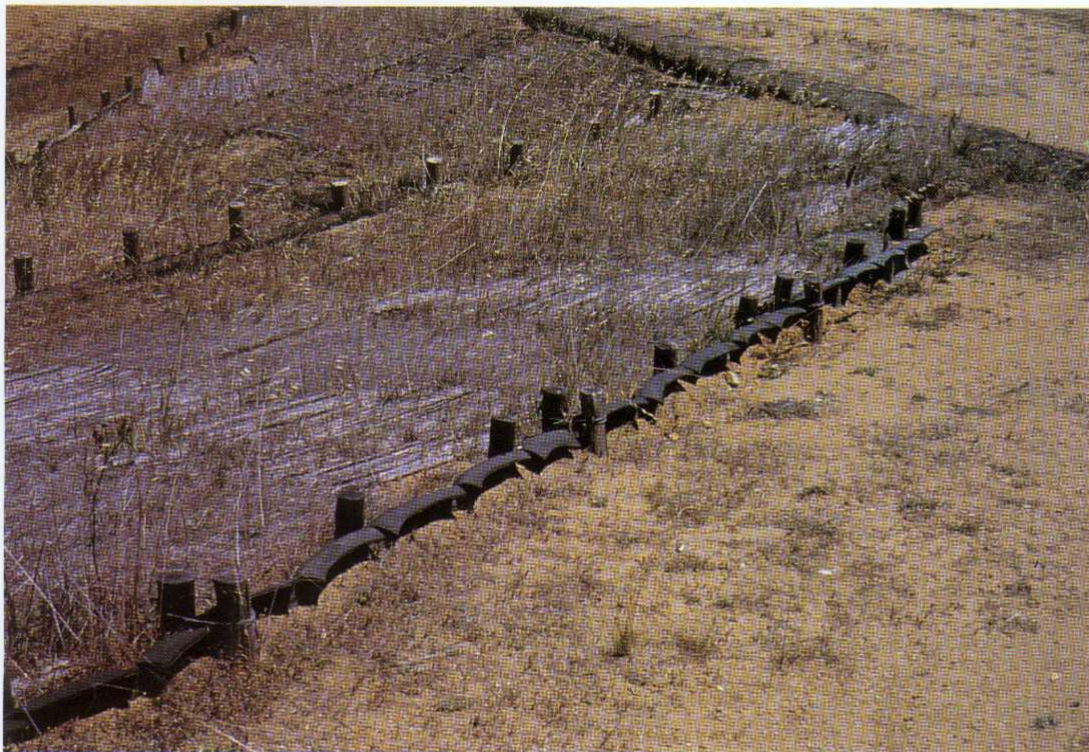


Tratamientos  
Lineales  
de Control en



Laderas y Taludes



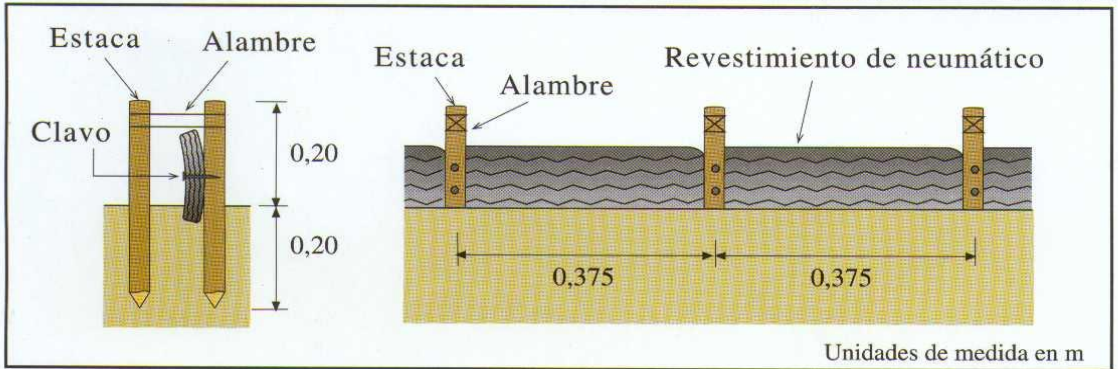


● Vista general de tratamientos lineales con revestimientos de neumáticos en la cabecera de una obra



● Vista detallada de tratamientos lineales con revestimientos de neumáticos





## Tratamiento lineal con revestimientos de neumáticos

### • Objetivos

- Disminución de la erosión superficial en taludes
- Disipación de la escorrentía superficial en taludes
- Reducción de la velocidad del flujo hídrico
- Acumulación de sedimentos

### • Características del diseño

El intervalo de los tratamientos lineales está en función del grado de inclinación de la pendiente. En taludes con pendientes escarpadas se aconseja utilizar intervalos de 0,8 m, mientras que en aquéllos con pendientes moderadas se emplean intervalos de 3 m.

Corresponde a una obra de fácil ejecución, mínimo costo y apropiada para trabajar taludes con pendientes moderadas y medianas. Permite también conducir el flujo hídrico des-

de la cabecera de las cárcavas hacia los canales de evacuación. Se puede emplear revestimientos (forros) de neumáticos en desuso, estacas de madera y alambre.

De acuerdo a los materiales empleados, este tratamiento posee una sólida estructura. Los revestimientos de neumáticos deben cortarse y extenderse a lo largo; cada 40 cm se colocan las estacas donde se alambra los forros. Debe procurarse que la cara interior de los revestimientos de neumáticos quede en dirección hacia el talud. Para aumentar la resistencia a la escorrentía superficial, una parte del neumático debe quedar enterrada.

### • Ejecución

- Emparejar el terreno
- Clavar las estacas cada 40 cm
- Si se trata de una obra en talud, debe construirse una terraza de 0,2 m de ancho
- Cortar los revestimientos de neumáticos
- Extender los revestimientos de neumáticos, clavarlos y alambraarlos en las estacas

MATERIALES (cada 3,0 m)			
Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Forros de neumáticos	2	U	Aro: 14 a 15
Estacas	10	U	Largo: 0,4 m; $\phi$ : 2"
Alambre	0,15	kg	Nº 14
Clavos	0,01	kg	5"



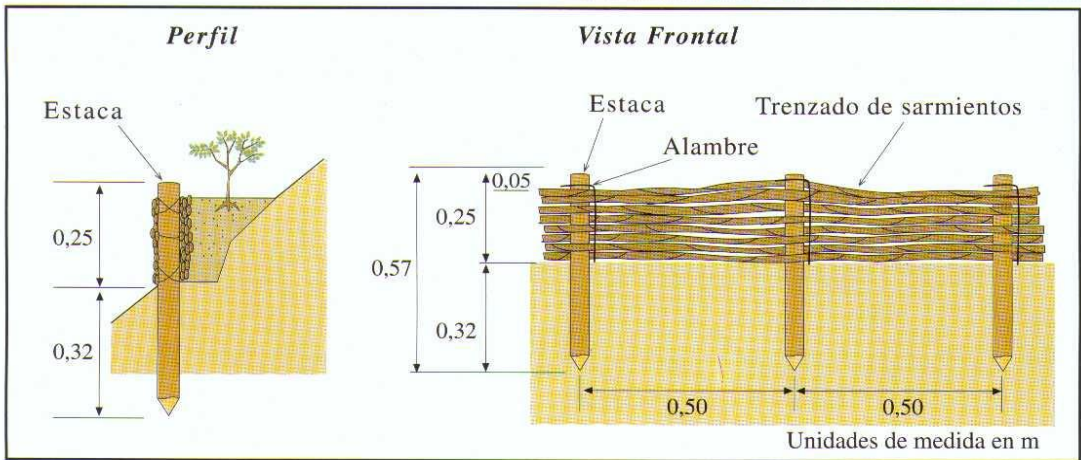


● Vista detallada de tratamiento lineal con fajinas de sarmiento trenzadas. Este material se puede obtener en la época de poda de suelos cultivados con vides.



● Vista en perspectiva de tratamiento lineal con fajinas de sarmiento en fase de estabilización.





## Tratamiento lineal con fajas de sarmiento

### • Objetivos

- Disminución de la erosión superficial en taludes
- Disipación de la escorrentía superficial en taludes
- Reducción de la velocidad del flujo hídrico
- Acumulación de sedimentos

### • Características del diseño

El intervalo de los tratamientos lineales está en función del grado de inclinación de la pendiente. En taludes con pendientes escarpadas se aconseja utilizar intervalos de 0,8 m, mientras que en aquéllos con pendientes moderadas se emplean intervalos de 3 m.

Esta obra es apropiada en laderas con pendientes moderadas. No resulta recomendable para pendientes muy escarpadas, para taludes de derrubios o de suelos pedregosos. El sarmiento se colecta de viñas o parronales en la época de podas.

Esta obra no tiene restricción en cuanto

a sus dimensiones. Los materiales empleados son estacas verticales de pino impregnadas de 0,6 m de largo, alambre galvanizado y sarmientos trenzados con un largo de 1,8 m y 0,2 m de altura, para aumentar la flexibilidad. Se clavan las estacas verticales a 30 cm de profundidad, con un intervalo horizontal de 0,5 m. Las trenzas de sarmiento se alambran en la parte posterior de las estacas.

### • Ejecución

- Emparejar el talud
- Construir terrazas de 0,5 m de ancho en la superficie del talud
- Clavar estacas en la horizontal cada 0,5 a 0,3 m de profundidad
- Trenzar los sarmientos
- Alambrar los trenzados de sarmientos en la parte posterior de las estacas
- Rellenar con tierra en la parte posterior de los trenzados
- Sembrar pastos y plantar árboles en la superficie de la terraza

MATERIALES (cada 10 m)			
Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Estacas	20	U	Eucalipto; Largo: 0,57, Diámetro: 2"
Trenzado de sarmientos	90	U	Largo: 1,8 m, aprox.; 16 corridos
Alambre	0,32	kg	Nº 18, Galvanizado, 105, 5 m/kg



## T. Lineales de Control en Laderas y Taludes



● Visión detallada de tratamiento lineal mediante ramas.

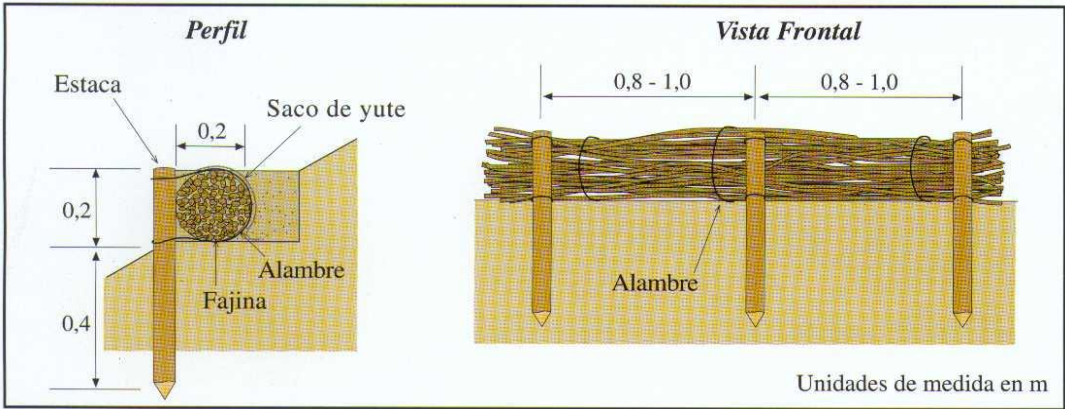
● Ejecución de tratamientos lineales mediante fajinas (haz de ramas).



● Vista panorámica de tratamientos lineales mediante fajinas de ramas en fase de estabilización.







## Tratamiento lineal con fajinas de ramas

### • Objetivos

- Disminución de la erosión superficial en taludes
- Disipación de la escorrentía superficial en taludes
- Reducción de la velocidad del flujo hídrico
- Acumulación de sedimentos

### • Características del diseño

El intervalo de los tratamientos lineales está en función del grado de inclinación de la pendiente. En taludes con pendientes escarpadas se aconseja utilizar intervalos de 0,8 m, mientras que en aquéllos con pendientes moderadas se emplean intervalos de 3 m.

Esta obra puede aplicarse en laderas de pendientes moderadas. No resulta recomendable para pendientes muy escarpadas, taludes de derrubios o en suelos pedregosos. Se puede utilizar ramas de distintas especies arbóreas, aprovechando los tipos existentes en los lugares a intervenir.

Esta obra no tiene restricción en cuanto a sus dimensiones. Los materiales empleados son estacas verticales de pino impregnadas de 0,4 m de largo, alambre galvanizado, ramas trenzadas con un largo de 1 a 1,8 m y de 0,15 m de diámetro. Se clavan las estacas verticales a 20 cm de profundidad, con intervalos horizontales de 0,7 m. Las fajinas de ramas se alambran en la parte posterior de las estacas y detrás de las fajinas se cubre con sacos de yute.

### • Ejecución

- Emparejar el talud
- Construir terrazas de 0,5 m de ancho en la superficie del talud
- Clavar estacas en la horizontal cada 0,7 a 0,2 m de profundidad
- Trenzar las ramas
- Alambrar las fajinas de ramas en la parte posterior de las estacas
- Colocar sacos de yute (corcheteados) tras las fajinas
- Rellenar con tierra detrás de los trenzados
- Sembrar pastos y plantar árboles sobre la terraza

MATERIALES (cada 10 m)

Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Estacas	11,11	U	Largo: 0,6 m; Diámetro: 2"
Alambre	0,22	kg	Nº 18, Galvanizado: 105,5 m/kg
Sacos de yute	5,00	U	1,0 m x 0,5 m
Fajinas de ramas	5,56	U	Diámetro: 20 cm, aprox.



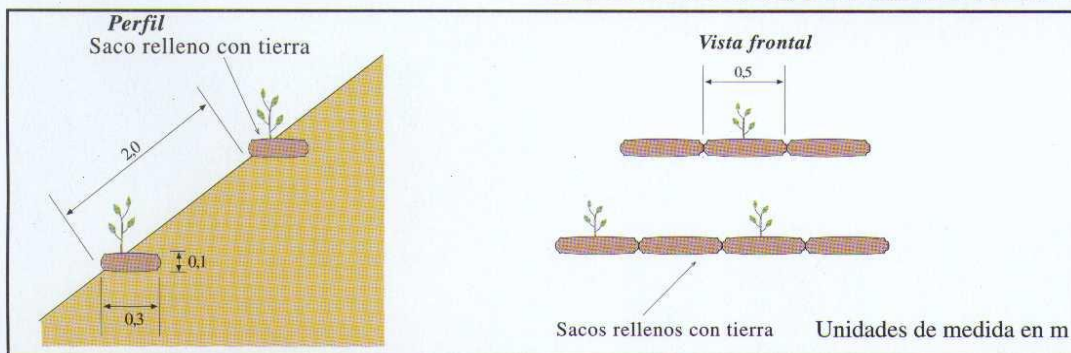


● Sacos rellenos de tierra con desarrollo vegetacional de tipo herbáceo.



● Vista en perspectiva de un tratamiento lineal con sacos rellenos de tierra





## Tratamiento lineal con sacos rellenos de tierra

### • Objetivos

- Disminución de la erosión superficial en taludes
- Disipación de la escorrentía superficial en taludes
- Reducción de la velocidad del flujo hídrico
- Acumulación de sedimentos

### • Características del diseño

El intervalo de los tratamientos lineales está en función del grado de inclinación de la pendiente. En taludes con pendientes escarpadas se aconseja utilizar intervalos de 0,8 m, mientras que en aquéllos con pendientes moderadas se emplean intervalos de 3 m.

Esta obra resulta muy adecuada y de fácil ejecución para trabajar taludes de pendientes moderadas, medianas y escarpadas. También para conducir el flujo hídrico desde la cabecera de las cárcavas hacia los canales de evacuación. Se puede realizar en dimensiones variables y tiene un costo relativamente bajo. Se necesitan sacos de malla sombra con cobertura del 60%, tierra y semillas de pastos. Su vida útil promedio alcanza a 4 años, período suficiente para que los pastos se

desarrollen y se asienten en el talud. Para adelantarse al proceso de endurecimiento del suelo debido a la compactación y a los cambios de humedad y temperatura, los pastos se siembran inmediatamente después de finalizada la faena.

Los sacos tienen una medida de 40 x 60 cm. Los sacos rellenos alcanzan una dimensión aproximada de 50 x 30 x 10 cm. Los sacos se disponen en corridas sobre terrazas horizontales de 40 cm de ancho. Se puede agregar una segunda corrida de sacos en taludes escarpados o en puntos de entrega del flujo hídrico hacia los canales de evacuación. En estos casos, debe cuidarse que los sacos se traslapen adecuadamente para no dejar juntas continuas susceptibles de erosionarse.

### • Ejecución

- Emparejar el terreno
- Rellenar canalículos
- Construir terrazas de 0.4 m de ancho en la superficie del talud
- Colocar los sacos rellenos
- Rellenar con tierra entre las líneas de sacos y el talud
- Sembrar pastos y plantar árboles

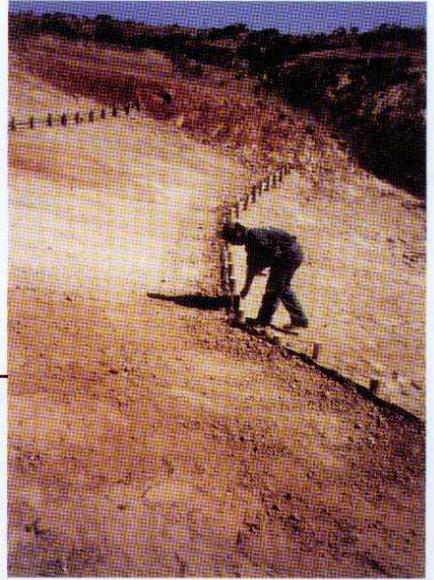
MATERIALES (cada 10 m)			
Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Sacos de malla sombra	20	U	60 cm x 40 cm; cobertura del 60%



● Visión detallada de obra lineal de postes de madera con desarrollo vegetacional.



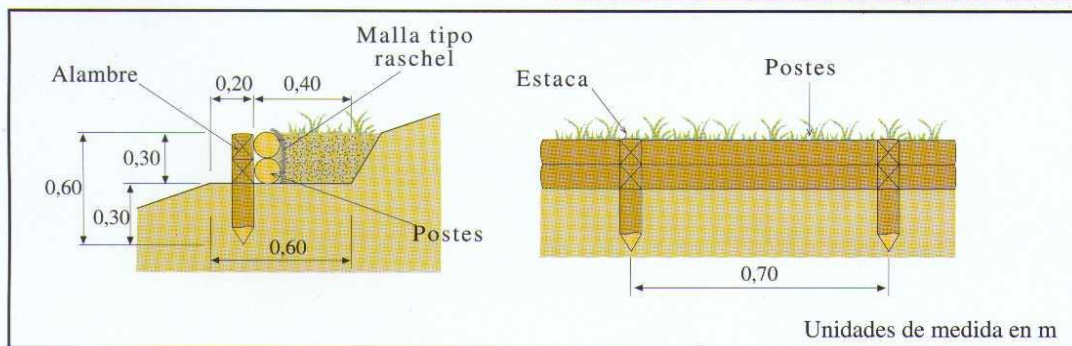
● Vista general de tratamiento lineal con postes de madera en fase de construcción.



● Vista general de tratamientos lineales con postes de madera en fase de estabilización.







## Tratamiento lineal con postes de madera

### • Objetivos

- Disminución de la erosión superficial en taludes
- Disipación de la escorrentía superficial en taludes
- Reducción de la velocidad del flujo hídrico
- Acumulación de sedimentos

### • Características del diseño

El intervalo de los tratamientos lineales está en función del grado de inclinación de la pendiente. En taludes con pendientes escarpadas se aconseja utilizar intervalos de 0,8 m, mientras que en aquéllos con pendientes moderadas se emplean intervalos de 3 m.

Esta obra es apropiada en laderas con pendientes moderadas y escarpadas. No resulta recomendable en taludes de derrubios o de suelos de alta pedregosidad.

Este tratamiento no tiene restricción en cuanto a sus dimensiones.

Se utilizan postes de pino impregnados para las estacas verticales (0,6 m) y las líneas

horizontales, tratando que sean lo más rectos posible. Se realizan terrazas de 0,6 m de ancho a lo largo del talud. En estas últimas se clavan las estacas a nivel y cada 0,7 m en la horizontal. Sobre las terrazas, los postes horizontales se clavan y alambrian en la parte posterior de las estacas. Finalmente, la cara posterior de los postes horizontales se cubre con malla sombra o sacos de yute.

### • Ejecución

- Emparejar el talud
- Construir terrazas de 0,6 m de ancho en la superficie del talud.
- Clavar estacas (en la horizontal) cada 0,7 a 0,3 m de profundidad
- Colocar postes en forma horizontal en la parte posterior de las estacas
- Clavar y alambrian los postes horizontales a las estacas
- Cubrir con mallas sombras la cara posterior de los postes horizontales
- Rellenar con tierra el área remanente de la terraza
- Sembrar semillas de pastos y plantar árboles

### MATERIALES (Cada 10 m)

Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Postes	8,4	U	Largo: 2,4 m, 4"
Estacas	15,4	U	Largo: 0,5 m, 2"
Alambre	0,8	kg	Nº 12
Clavos	0,02	kg	5"
Grapas	0,47	kg	1,5"
Malla sombra	16,6	U	60 cm x 40 cm





# Tratamientos de Cubiertas Superficiales







- Vista panorámica de un tratamiento de cubierta con esteras de especies varias. Las esteras de pastos generan un microclima que favorece la germinación y el crecimiento de pastos en taludes y laderas con pendientes escarpadas.

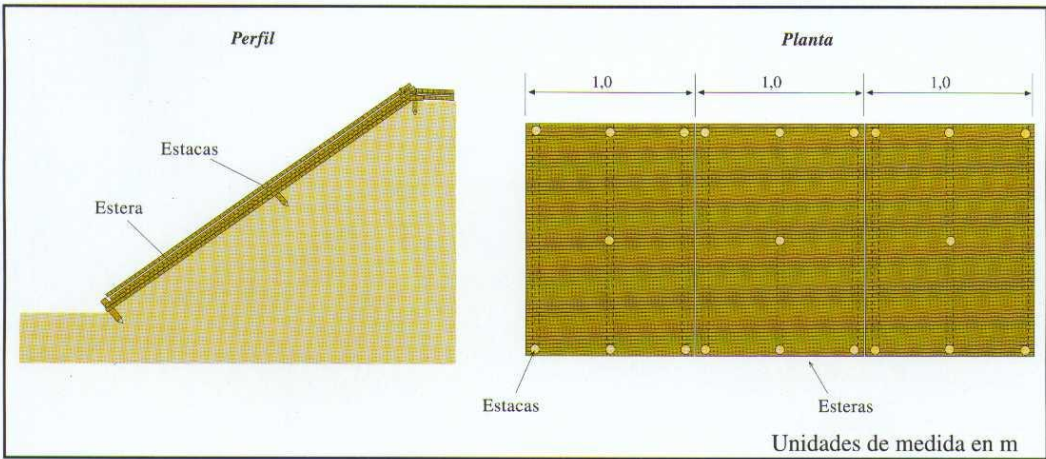


- Confección de esteras de pastos en telar, realizada por una mujer de la localidad de Alto Loica, provincia de Melipilla.

- Vista detallada de tratamientos de cubierta con esteras de «teatinas» (*avena barbata*) en fase de estabilización.







**Tratamiento de cubierta con esteratas de especies variatas (*Avena barbata*, *Arundo dolax* y *Phalaris sirosa*)**

• **Objetivos**

- Evitar el impacto de la gota de lluvia en el suelo
- Disminución de flujo superficial
- Evitar la compactación acelerada de la superficie del suelo
- Evitar la desecación de las semillas por efectos del viento y la radiación solar
- Impedir el arrastre de las semillas debido al flujo hídrico
- Captar la humedad atmosférica
- Minimizar las pérdidas de semillas por ataque de la avifauna

• **Características del diseño**

Generalmente los tratamientos de cubierta se realizan entre los intervalos de los tratamientos lineales, lo que conforma una obra compuesta. Estos tratamientos resultan útiles para disminuir la erosión hídrica por el efecto amortiguador que proporcionan. Para su reali-

- zación se emplea una gran variedad de materiales, distinguiéndose algunos muy favorables para la germinación, crecimiento y sobrevivencia de diversas especies de pastos.

Este tratamiento resulta adecuado para recubrir áreas degradadas con pendientes moderadas y escarpadas. Se genera un microclima y una capacidad de sostenimiento de las semillas en el talud.

En suelos degradados, de baja fertilidad y delgados, se recomienda adicionar en el talud una capa de tierra de hoja o de suelo con alto tenor de materia orgánica.

Se debe realizar una estructura simple de madera (telar) para el tejido de pastos. El producto resultante es una estera que tiene 1 m de ancho. Se teje cada 25 cm a lo ancho, con un cordel. El largo se define de acuerdo a las características de la superficie a intervenir. Las esteratas se colocan y se estacan en un talud, previamente trabajado y sembrado. El número de estacas dependerá de la intensidad del viento.

• **Ejecución**

- - Emparejar el talud y eliminar canalículos
- - Sembrar semillas, colocar y estacar las esteratas

MATERIALES (Cada 10 m <sup>2</sup> )			
Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Cubierta	10	m <sup>2</sup>	1m x 1m
Estacas	60	U	Largo = 0,2 m





● Vista panorámica de tratamientos de cubierta con ramas de eucalipto en fase inicial.



● Vista general de tratamiento de cubierta con ramas de eucalipto en sectores con grado de erosión muy severa.



## Tratamiento de cubierta con ramas de eucalipto

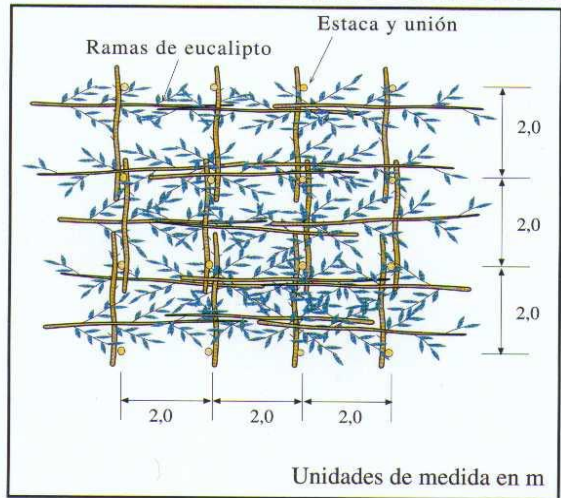
### • Objetivos

- Atenuar el impacto de la gota de lluvia en el suelo
- Disminuir la escorrentía superficial en el talud
- Impedir el arrastre de las semillas debido al flujo hídrico
- Evitar la compactación acelerada de la superficie del suelo
- Captar la humedad atmosférica
- Evitar la desecación de las semillas por efectos del viento y la radiación solar
- Minimizar las pérdidas de semillas por ataque de la avifauna

### • Características del diseño

Generalmente los tratamientos de cubierta se realizan entre los intervalos de los tratamientos lineales, lo que conforma una obra compuesta. Estos tratamientos resultan útiles para disminuir la erosión hídrica por el efecto amortiguador que proporcionan. Para la realización de una obra de cubierta se puede emplear una gran variedad de materiales, distinguiéndose algunos muy favorables para la germinación, crecimiento y sobrevivencia de diversas especies de pastos.

Este tratamiento utiliza el follaje de un bosque de eucaliptos después de ser talado. Las ramas se disponen sobre un talud previamente preparado. Se debe aplicar una cubierta continua con un espesor mínimo de 5 cm. Este tipo de cubierta, según su espesor, germinación de



- las semillas y la retoñación de los eucaliptos es favorable para disminuir los efectos erosivos de la escorrentía superficial. No obstante, presenta cierta restricción al crecimiento de especies herbáceas.

Se clavan estacas de 40 cm, con una profundidad de 20 cm, conformando una matriz de 2 x 2 m en toda la superficie del talud. Las ramas de eucalipto se disponen en forma horizontal y vertical. Las horizontales se colocan sin intervalos, cubriendo continuamente la superficie intervenida. Las verticales se colocan cada 2 m y se alambran junto a las horizontales en su intersección con las estacas.

### • Ejecución

- - Emparejar el talud y eliminar canalículos
- - Clavar las estacas en una matriz de 2 x 2 m en la superficie del talud
- - Disponer las ramas horizontales sin intervalos
- - Colocar las ramas verticales cada 2 m
- - Alambrar las ramas horizontales y verticales a las estacas

MATERIALES (cada 100 m <sup>2</sup> )			
Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Ramas	6	m <sup>3</sup>	Poda de Eucalipto
Estaca	25	U	Largo: 40 cm; Diámetro: 2"
Alambre	0,57	kg	Nº 18, Galvanizado; 0,8 m/unión; 75 uniones





● Vista general de un tratamiento de cubierta con caña de maíz combinado con diques de madera en fase de estabilización.

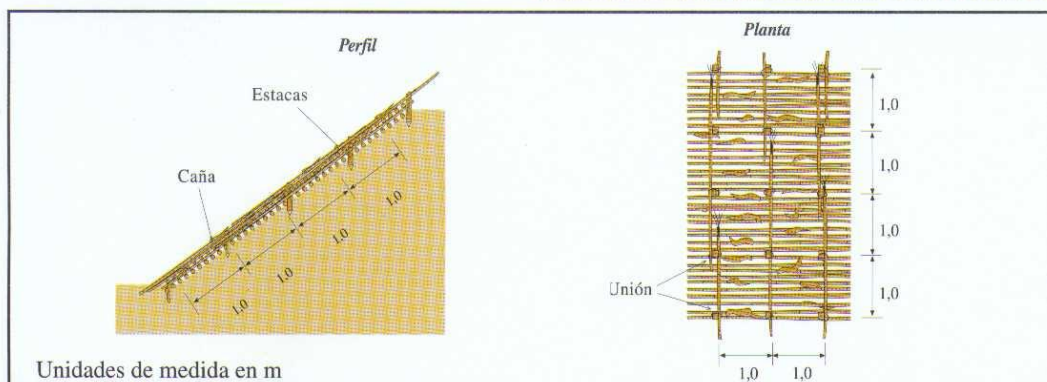


● Primer plano de un tratamiento de cubierta con caña de maíz.



● Vista general de un tratamiento de cubierta con caña de maíz combinado con diques de madera en fase de ejecución.





## Tratamiento de cubierta con caña de maíz

### • Objetivos

- Evitar el impacto de la gota de lluvia en el suelo
- Disminuir de la escorrentía superficial en el talud
- Evitar la compactación acelerada de la superficie del suelo
- Evitar la desecación de las semillas por efectos del viento y la radiación solar
- Impedir el arrastre de las semillas debido al flujo hídrico
- Captar la humedad atmosférica
- Minimizar las pérdidas de semillas por ataque de la avifauna

### • Características del diseño

Generalmente los tratamientos de cubierta se realizan entre los intervalos de los tratamientos lineales, lo que conforma una obra compuesta. Estos tratamientos resultan útiles para disminuir la erosión hídrica por el efecto amortiguador que proporcionan. Para la realización de una obra de cubierta se puede emplear una gran variedad de materiales, distinguiéndose algunos muy favorables para la germinación, crecimiento y sobrevivencia de diversas especies de pas-

tos. Después de la cosecha del maíz se cortan las cañas, procurando conservar todo su largo. Para dar mayor durabilidad al tratamiento se forman pequeñas fajinas con las cañas. También, se pueden tejer esteras con las cañas del maíz.

Se clavan estacas entre 40 y 20 cm de profundidad en la superficie tratada, cada 1 m en la horizontal y cada 1 m en la vertical. Se realizan fajinas de cañas de maíz. Se disponen las fajinas de cañas de maíz en sentido horizontal sin intervalos. Posteriormente, se colocan cañas de maíz en sentido vertical cada 1 m y se alambran en la intersección con las estacas junto a las fajinas horizontales.

### • Ejecución

- Emparejar el talud
- Eliminar canalículos
- Clavar las estacas en una matriz de 1 m x 1 m en la superficie del talud
- Formar con un cordel pequeñas fajinas de 2 a 3 cañas de maíz
- Colocar las fajinas de maíz horizontales sin intervalos
- Disponer las cañas de maíz verticales con intervalos de 1 m
- Alambrar las cañas horizontales y verticales a las estacas

MATERIALES (cada 10 m <sup>2</sup> )			
Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Caña de maíz	60	U	Largo: 2,5 m
Estacas	2,5	U	Largo: 40 cm; Diámetro: 2"
Alambre	45	m	Nº 14, Galvanizado, 45 m; 36,6 m/kg





# Tratamientos de Regulación de Flujos Hídricos en Cauces

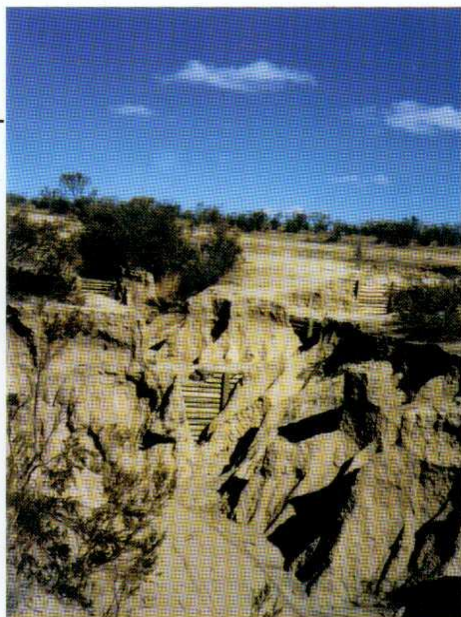




● Serie de diques de postes de madera en fase inicial de construcción en área de cárcavas activas con erosión muy severa.



● Vista en primer plano de diques de madera con reforzamiento posterior de sacos y relleno de tierra.



● Diques de postes de maderas de pino impregnado en áreas de cárcavas activas en fase de estabilización.





## Diques de postes de madera

### • Objetivos

- Resistir la socavación del lecho de las cárcavas
- Estabilizar las pendientes del lecho en las cárcavas
- Preparar las condiciones para la plantación y siembra en cárcavas

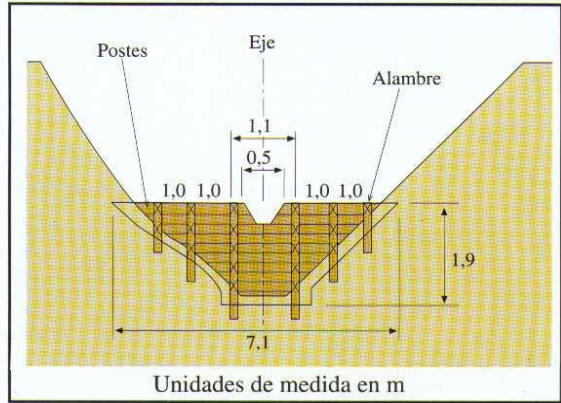
### • Características del diseño

Un dique representa una obra relevante en el control de erosión en zonas de cárcavas al regular el flujo hídrico y contener los sedimentos transportados. La vida útil del dique se estima superior a 10 años, siempre que se realice con postes de pino impregnados. Para el control de cárcavas se recomienda realizar una serie de diques en el lecho de éstas.

Un dique se compone de postes de pino impregnados dispuestos en sentido vertical y horizontal. Los postes verticales se colocan a intervalos de 1 m, siguiendo el perfil de las cárcavas, y a una profundidad de 40 cm. Los postes horizontales se alambran y se clavan a los verticales y en sus extremos se empotran entre 20 a 30 cm a ambos lados de la cárcava.

Se recomienda que la altura útil sea menor a 1,5 m, considerando la resistencia a la flexión de los postes. Para disminuir las filtraciones la parte posterior de los postes horizontales debe cubrirse con sacos de yute.

Se recomienda aumentar la estabilidad de la estructura y la regulación del flujo hídrico con un muro de sacos de malla sombra relle-



- nos de tierra, que se construye en la parte posterior del dique. Posteriormente, se rellena el depósito del dique hasta el nivel del vertedero, aproximadamente 1 m desde el dique aguas arriba. Finalmente se compacta y se construye el canal de sacos de tierra. El dissipador tiene una superficie de 1 m<sup>2</sup> y puede realizarse con madera de pino impregnada y bolones o estructuras gavionadas.

### • Ejecución

- Excavar los empotrados
- Perforar los hoyos para los postes verticales
- Estacar los postes verticales
- Colocar, alambrear y clavar los postes horizontales
- Realizar el vertedero en los postes horizontales
- Corchetear los sacos de yute detrás de los postes horizontales
- Realizar un muro de sacos de tierra detrás de los postes horizontales
- Rellenar con tierra 1 m aguas arriba y compactarla detrás del muro de sacos anterior
- Construir un canal con sacos rellenos de tierra
- Hacer el dissipador del dique aguas abajo.

### MATERIALES (cada 10,83 m<sup>2</sup>)

Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Postes	41	U	Largo: 2,40 m; ø: 4"
Alambre	3,2	kg	Nº 14
Clavos	1,6	kg	Nº 5"
Saco de yute	8	U	
Sacos de malla sombra	87	U	60% cobertura; 60 x 40 cm
Grapas	0,6	kg	1,5"





● Vista general de un dique de estructura gavionada para regular flujos hídricos en el cauce de la microcuenca.

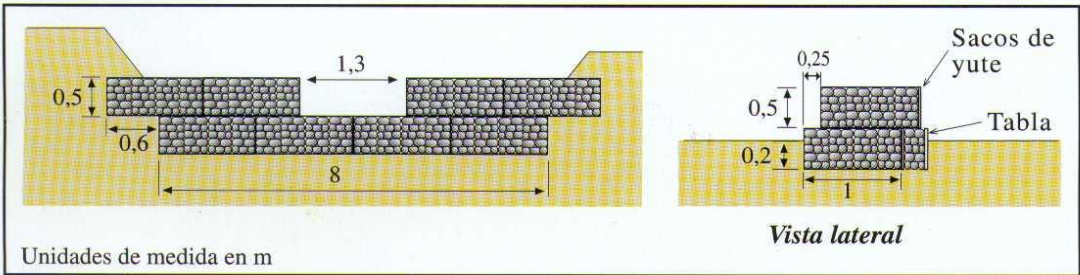


● Etapa de construcción de un dique de estructura gavionada con malla hexagonal de alambre, bolones de río y cubrimiento con sacos de yute en cara anterior.

● Vista en primer plano de una estructura gavionada de  $1\text{m}^3$  ( $1 \times 2 \times 0.5$  m).







## Dique de estructuras gavionadas

### • Objetivos

- Amortiguar el impacto del flujo hídrico en bruscos cambios de pendiente y en las riberas de cursos de agua
- Disminuir la velocidad de las aguas
- Limpiar las impurezas y filtrar los sedimentos en los flujos hídricos

### • Características del diseño

Este tratamiento permite regular los flujos hídricos en cauces medianos y mayores, debido a su gran resistencia en períodos de crecidas. Se pueden realizar conjuntamente disipadores, diques y estructuras de defensa fluvial.

En términos generales las dimensiones de un gavión corresponden a 2 m de largo x 1 m de ancho x 0,5 m de alto.

Los objetivos y características de la obra definirán la disposición de los gaviones.

Si se trata de un dique o disipador se excavará en el cauce hasta encontrar una capa impermeable. Si no se encuentra se deberá nivelar y compactar firmemente el suelo. La primera corrida de gaviones debe enterrarse en el lecho, a un mínimo de 20 cm. La segunda corrida se dispone sobre la primera, aunque sólo

en los extremos, lo que conforma el vertedero hacia el centro. Esta segunda corrida se coloca 25 cm más agua arriba que la primera para aumentar la resistencia a los impactos del flujo hídrico de crecidas. Los gaviones de la segunda corrida deben tener un soporte en la parte posterior. Este soporte se constituye por áridos que se apoyan en tablas de madera. Las caras anteriores de los gaviones deben cubrirse con sacos de yute o ramas para disminuir la filtración de los sedimentos.

Si los objetivos apuntan a regular los impactos laterales del flujo, se debe excavar el área de contacto de lecho y talud. Se procede de la misma forma anterior, exceptuándose que la segunda corrida de gaviones debe ser continua, sin vertedero y se dispone a 10 cm más al interior del talud que la primera. En función del caudal estimado del cauce a intervenir, se pueden colocar corridas adicionales de gaviones.

### • Ejecución

- Excavar la base del cauce, nivelar y compactar
- Disponer la primera corrida de gaviones
- Colocar los sacos de yute en la cara anterior del gavión
- Rellenar los gaviones con bolones
- Disponer la segunda corrida de gaviones.
- Rellenar con áridos la parte posterior y apoyar en tablas.

MATERIALES (cada 8 m <sup>3</sup> )			
Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Gaviones	8	U	Alambre recubierto 2 x 1 x 0,5 m
Bolones	9	m <sup>3</sup>	
Sacos de yute	8	U	
Tablas	5	U	Largo: 3,2 m; ancho 3/4"



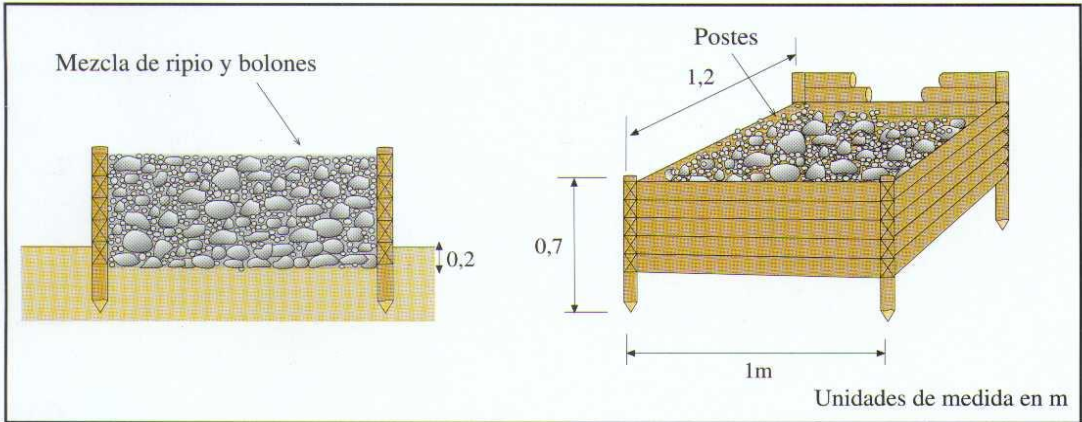


● Vista general de diques de postes de madera con dissipador de energía (1 x 1 x 0,6 m) de flujos hídricos.



● Vista lateral de un dissipador construido con postes de pino impregnado y bolones de río.





## Disipador

### • Objetivos

- Amortiguar el impacto del flujo hídrico en bruscos cambios de pendiente
- Disminuir la velocidad de las aguas

### • Características del diseño

Esta obra se complementa con otros tratamientos de regulación, conducción y evacuación de aguas. Evita el socavamiento en cauces y base de taludes, al recibir los flujos hídricos en bruscos cambios de pendiente. No resulta recomendable para cursos de agua con grandes descargas o caudales, excepto que se empleen estructuras gavionadas.

Puede realizarse en dimensiones variables. El tamaño dependerá del caudal de los cursos de agua. Para flujos pequeños se puede realizar en madera, con postes de pino impregnados. En quebradas o esteros se recomienda utilizar una mezcla de bolones, gravas y rípios, cercados por una estructura de postes de pino impregnados. El cauce se excava hasta alcan-

zar una sección de 1 m x 1 m x 20 cm de profundidad. Se utilizan 4 postes de pino impregnados de 1 m que se estacan en los vértices de la sección, a una profundidad bajo el suelo de 25 cm. Se cerca la sección con otros postes en sentido horizontal, se clavan y se alambran en los verticales. La primera línea o línea de base de los postes horizontales debe quedar enterrada bajo la superficie del cauce con el objeto de aumentar la resistencia de la obra. Para disminuir la filtración se corchetean los sacos de yute en la parte interior de los postes. Finalmente la estructura se rellena con la mezcla de materiales mencionado con anterioridad.

### • Ejecución

- Excavar la base en el cauce
- Estacar los postes verticales
- Colocar, clavar y alambrear los postes horizontales
- Corchetear los sacos de yute en el interior de los postes
- Rellenar la sección con una mezcla de bolones, gravas y rípio

### MATERIALES (En 1,1 m<sup>2</sup>)

Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Postes	10	U	Largo: 2,4 m; ø: 4"
Estacas	2	U	Largo: 0,6 m; ø: 4"
Alambre	0,3	kg	Nº 14
Clavos	0,03	kg	Nº 5"
Bolones y rípio	0,43	m <sup>3</sup>	







# Tratamientos de Control y Estabilización de Taludes



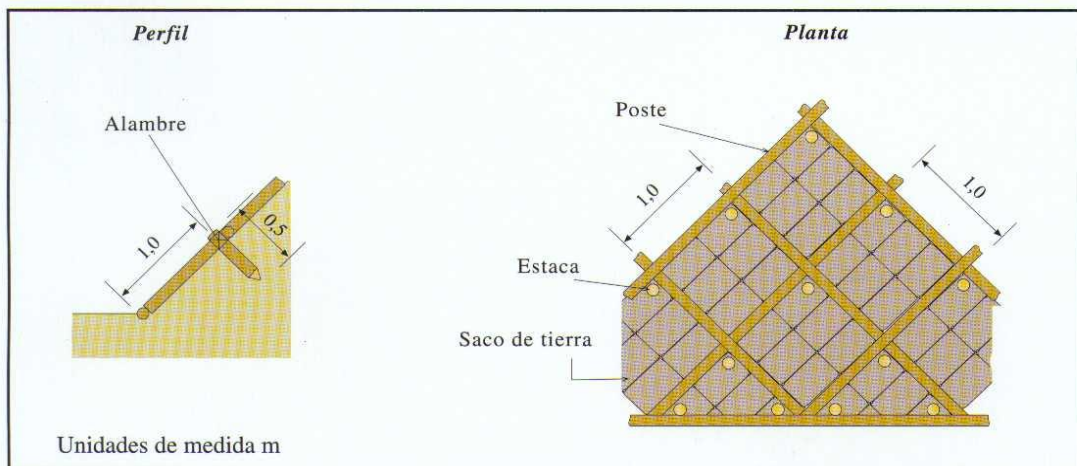


● Vista general de una estructura de postes de madera y sacos de malla de sombra para el control de erosión en taludes.



● Visión detallada de la fase de estabilización de la obra a través del desarrollo de pastos.





## Estructura de postes de madera

### • Objetivos

- Estabilización de taludes
- Establecimiento de estructuras aptas para siembras y plantación

### • Características del diseño

Esta obra resulta apropiada para taludes de pendientes moderadas y escarpadas. No resulta recomendable para taludes de derrubios o superficies muy inestables.

Las dimensiones totales varían de acuerdo a las necesidades de intervención. Para las estacas verticales (0,5 m) y líneas diagonales se utilizan postes de pino impregnados. Las estacas se clavan a una profundidad de 35 cm y luego los postes se disponen diagonalmente, apoyados y alambrados en aquéllas. En el interior de los espacios que se forman al unir los

postes (rombos), se colocan los sacos, confeccionados de malla sombra, rellenos con tierra y semillas.

### • Ejecución

- Emparejar el talud
- Rellenar canaliculos
- Clavar las estacas cada 1 m (considerando el total de la superficie a tratar) a través de líneas diagonales
- Colocar los postes en sentido diagonal (apoyados en las estacas) conformando un diseño de rombos
- Alambrar y clavar los postes a las estacas
- Colocar los postes en sentido horizontal conformando un diseño de triángulos en la base de la estructura
- Clavar estacas en los ángulos interiores de los triángulos
- Colocar los sacos de malla sombra, rellenos con tierra y semillas, al interior de las estructuras de postes, de rombos y triángulos

### MATERIALES (cada 10 m<sup>2</sup>)

Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Postes	15	U	Largo: 2,4 m
Estacas	30	U	Largo: 0,4 m
Alambre	0,50	kg	Nº 14
Clavos	0,30	kg	Nº 5"
Malla sombra tipo raschiel	60	U	60 cm x 40 cm
Tierra	0,78	m <sup>3</sup>	0,013 m <sup>3</sup> /saco



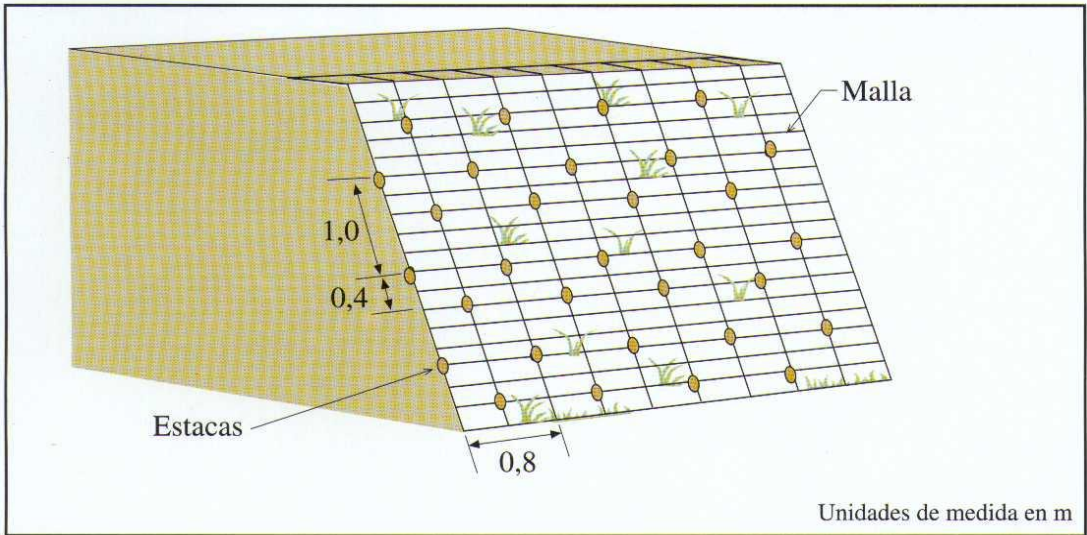


● Visión general del control de taludes con malla de sombra tipo raschel.



● Control de taludes con malla de sombra tipo raschel en fase de estabilización.





## Malla de sombra tipo raschel

### • *Objetivos*

- Estabilizar taludes de pendientes inclinadas
- Vegetalizar con pastos el talud

### • *Características del diseño*

Esta obra resulta apropiada para taludes con pendientes escarpadas con suelos de baja fertilidad, afectados por procesos de intensa escorrentía superficial. Se recomienda su empleo en áreas difíciles de estabilizar mediante métodos tradicionales.

No tiene restricción en cuanto a tamaño. Se trabaja con una malla sombra de 70 a 80% de cobertura, que tiene bolsos de 40 cm de largo x 20 cm de ancho x 15 cm de alto, los que están dispuestos a intervalos de 5 cm en la malla. Se rellenan con tierra y semillas de pas-

tos. Para posibilitar su posterior germinación se debe cuidar que las semillas queden dispuestas en la parte superior del relleno de cada bolsón.

La malla se dispone sobre el talud y se estaca a 15 cm de profundidad. Se utilizan estacas de madera de 30 cm de largo y 1,5 pulgadas de diámetro, en una secuencia intercalada de 0,8 m en la horizontal y 1 m en la vertical.

### • *Ejecución*

- Emparejar el talud
- Rellenar canalículos
- Colocar y estacar la malla sobre el talud
- Rellenar con tierra los bolsos de la malla
- Sembrar las semillas en cada bolsón
- Para proteger la siembra del ataque de avifauna se recomienda realizar un tratamiento simple de cubiertas superficiales

MATERIALES (cada 4 m <sup>2</sup> )			
Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Malla sombra	1	U	Con bolsos; cobertura 70% a 80%
Estacas	17	U	Largo: 30 cm; ø: 15"
Semillas	1,5	kg	Selección en función de clima y suelo





● Vista frontal de tratamiento de control y estabilización con muros de postes de madera.

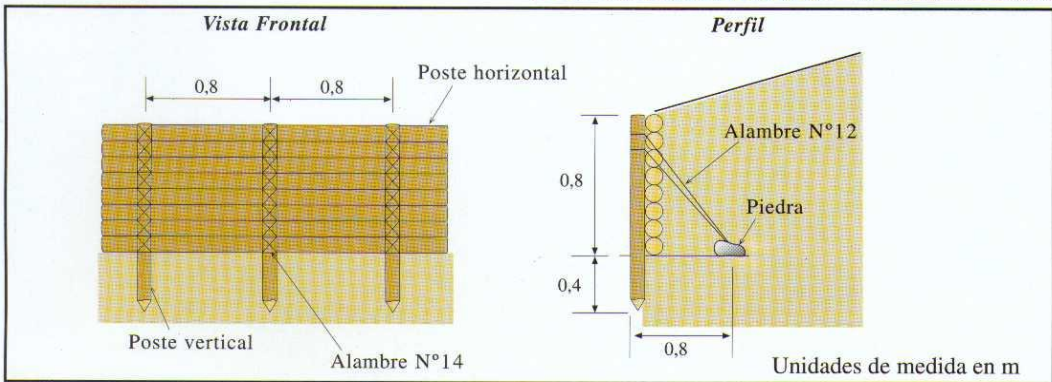


● Vista en perspectiva de tratamientos de control y estabilización con muros de postes de madera.

● Vista en primer plano de muros de postes de madera combinado con tratamientos de cubierta y canal longitudinal.







## Muro de postes de madera

### • Objetivos

- Estabilizar taludes y cárcavas
- Estabilizar el área de contacto de talud y cauces
- Evitar la socavación en la base de taludes
- Moderar el impacto lateral del flujo directo de los cursos de agua

### • Características del diseño

A través de este tipo de tratamientos se pueden estabilizar áreas inestables de taludes, de cauces y de cárcavas, así como también amortiguar el impacto lateral de flujos hídricos en cursos de agua.

Este tipo de muro se puede construir con distintos tipos de madera. Se recomienda utilizar postes de pino impregnados para aumentar su vida útil a períodos superiores a 10 años.

Se construye con postes dispuestos en sentido vertical y horizontal. Los postes verticales tienen 1,2 m de largo, se entierran a 40 cm de profundidad con intervalos de 80 cm. Los postes horizontales se unen entre sí a me-

- dia madera en forma de L y se rematan con clavos y alambre. Después se clavan y alambran en la parte posterior de los postes verticales. Para aumentar la resistencia del muro y contrarrestar la presión del terreno sobre aquél, se colocan tirantes de alambre, en ángulo de 45°, anclados a un bolón o estacas en el talud. Para disminuir la pérdida de suelo en la parte posterior del muro se corchetean sacos de yute. En el espacio remanente entre talud y muro se rellena con tierra.

### • Ejecución

- - Emparejar el talud
- - Rellenar canchales
- - Excavar el talud en el nivel de base del muro
- - Colocar los postes verticales
- - Unir postes horizontales entre sí con clavos y alambre
- - Clavar y alambrar postes horizontales a los postes verticales
- - Corchetear sacos de yute en la parte posterior del muro
- - Colocar tirantes hacia el interior del talud
- - Rellenar con tierra el espacio entre muro y talud

MATERIALES (cada 10 m)

Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Postes	40	U	Diámetro: 10 cm; Largo: 2,40 m
Estacas	7	kg	N° 12, Galvanizado, 150 m; 21,4 m/kg
Alambre	0.69	kg	N° 14, Galvanizado, 25 m; 36,3 m/kg
Clavos	133	U	5"
Piedras	12.5	U	Diámetro: 30 cm aprox.





- En el secano costero de la zona central los suelos graníticos se encuentran afectados comúnmente por procesos erosivos que pueden ser controlados con tratamientos de muros de sacos, como se observa en la fotografía.

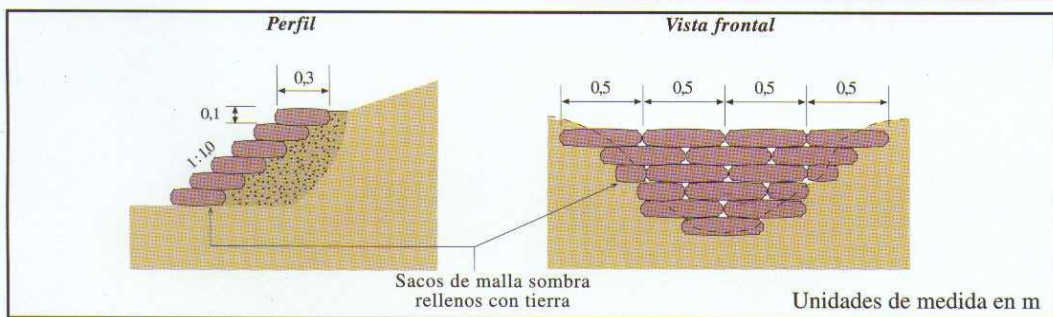


- Vista en detalle de tratamientos con muros de sacos para el control de taludes.



- Vista en perspectiva de tratamientos de control y estabilización de taludes mediante muros de sacos.





## Muro de sacos rellenos

### • Objetivos

- Estabilizar taludes y cárcavas
- Estabilizar el área de contacto de talud y cauces
- Evitar la socavación en la base de taludes
- Moderar el impacto lateral del flujo directo de los cursos de agua

### • Características del diseño

A través de este tipo de tratamientos se pueden estabilizar áreas inestables de taludes, de cauces y de cárcavas, así como también amortiguar el impacto lateral de flujos hídricos en cursos de agua.

Este tratamiento resulta apropiado para aquellos taludes donde no existan intensas presiones del suelo de la ladera. Se puede realizar en dimensiones variadas y se ejecuta de manera sencilla a bajos costos. Se requieren materiales como sacos de malla sombra con coberturas de un 60%, tierra y semillas de pastos. Su vida útil promedio corresponde a 4 años, período suficiente para que los pastos se desarrollen y se asienten en el talud.

Los sacos tienen medidas de 40 x 60 cm. El relleno alcanza una dimensión aproximada de 50 x 30 x 10 cm. Generalmente los sacos se disponen en forma horizontal. Los sacos superiores se van traslapando sobre los inferiores de

tal manera de no dejar juntas continuas, susceptibles de erosionarse. Cada corrida superior de sacos se coloca aproximadamente 10 cm más hacia el interior del talud que su correspondiente corrida inferior. El muro no tiene gran resistencia en sus bordes al paso superficial del agua, por lo que se recomienda que la construcción en estas áreas se realice cuidadosamente. Los pastos deben sembrarse inmediatamente después de finalizar la colocación de cada corrida de sacos de tal forma de adelantarse al proceso de endurecimiento del suelo, provocado por procesos de compactación, cambios de humedad y de temperatura.

### • Ejecución

- Emparejar el talud
- Rellenar canalículos
- Excavar la base
- Colocar la primera corrida de sacos (o línea base)
- Sembrar semillas de pastos en la superficie de los sacos rellenos
- Rellenar los espacios entre la corrida de sacos y el talud
- Compactar moderadamente
- Colocar la segunda corrida y realizar el mismo procedimiento descrito con anterioridad, hasta finalizar la obra
- Plantar árboles en la parte posterior del muro

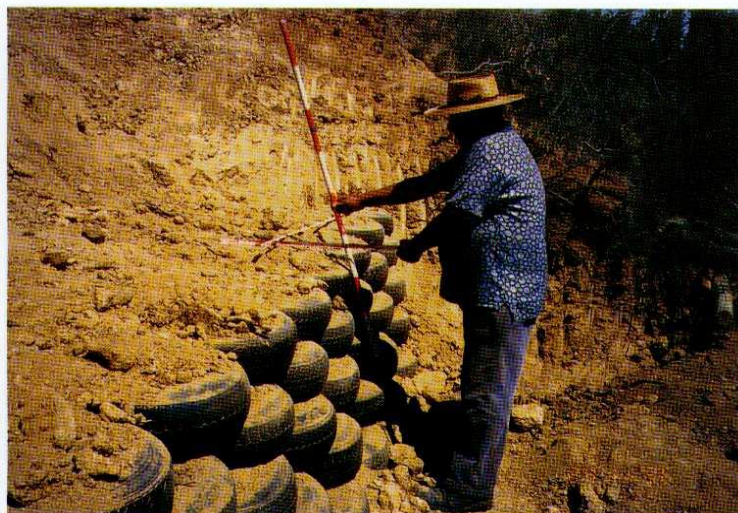
### MATERIALES (cada 1,0 m<sup>2</sup>)

Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Sacos de malla sombra	20	U	Tamaño: 60 cm x 40 cm; 60% cobertura sombra
Tierra	2,60	m <sup>3</sup>	0.13 m <sup>3</sup> /saco



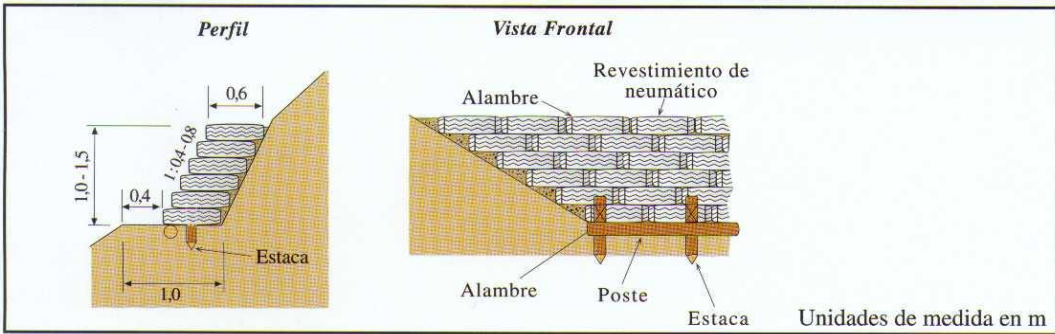


● Tratamientos de control de taludes mediante muros de neumáticos en fase de estabilización. En las megaciudades resulta común encontrar acumulaciones de desechos sólidos que contaminan el ambiente. Las «técnicas blandas», el reciclaje y la reutilización de los desechos se constituyen en una alternativa viable, como se observa en la fotografía.



● Fase de construcción de muros con revestimientos de neumáticos.





## Muro de neumáticos

### • Objetivos

- Estabilizar taludes y cárcavas
- Estabilizar el área de contacto de talud y cauces
- Evitar la socavación en la base de taludes
- Moderar el impacto lateral del flujo directo de los cursos de agua

### • Características del diseño

A través de este tipo de tratamientos se pueden estabilizar áreas inestables de taludes, de cauces y de cárcavas, así como también amortiguar el impacto lateral de flujos hídricos en cursos de agua.

La flexibilidad del material del neumático resulta apropiada para moderar el impacto del escurrimiento provocado por las crecidas de los cursos de agua.

En la actualidad los revestimientos de neumáticos (forros) constituyen desechos sólidos por lo que su reutilización resulta relevante y de bajo costo. Los revestimientos de neumáticos (diámetro de 60 cm) se disponen traslapados formando el muro, uno encima de otro. La primera línea o línea de base se dispone y se alambra sobre una línea de postes

horizontales que se entierra bajo la superficie. Los revestimientos se clavan con estacas de 0,6 m y se rellenan con tierra compactada.

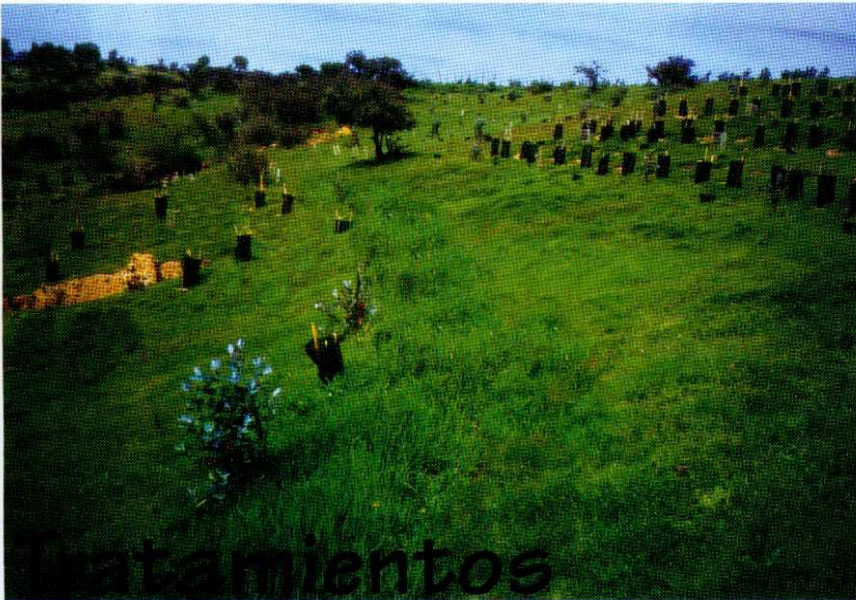
### • Ejecución

- Emparejar el talud y rellenar canalículos
- Construir una terraza de 0,7 m de ancho
- Excavar la base para postes horizontales
- Disponer postes horizontales
- Clavar estacas verticales
- Colocar revestimientos de neumáticos
- Alambra revestimientos de neumáticos a postes horizontales y estacas verticales
- Cubrir con tierra los postes horizontales y compactar
- Rellenar con tierra los revestimientos de neumáticos y compactar
- Disponer la siguiente línea de neumáticos en traslape y 5 cm más hacia el interior del talud que la precedente
- Alambra los revestimientos de neumáticos a estacas verticales
- Rellenar con tierra y compactar
- Continuar, hasta finalizar la obra, colocando las siguientes líneas de revestimientos de neumáticos en traslape ( con una diferencia de 5 cm entre ellas ) y rellenar con tierra.

MATERIALES (cada 10 m <sup>2</sup> )			
Materiales	Cantidad	Unidad	Especificaciones
Revestimientos de neumáticos	83,5	U	Aro 13 - 14
Postes	4,2	U	Largo: 2.4 m; ø: 4"
Alambre	4,6	kg	Nº 14
Malla sombra	41,8	U	60 cm x 40 cm
Estacas	16,7	U	Largo = 0,5 m
Tierra	4,72	m <sup>3</sup>	







# Tratamientos Biológicos





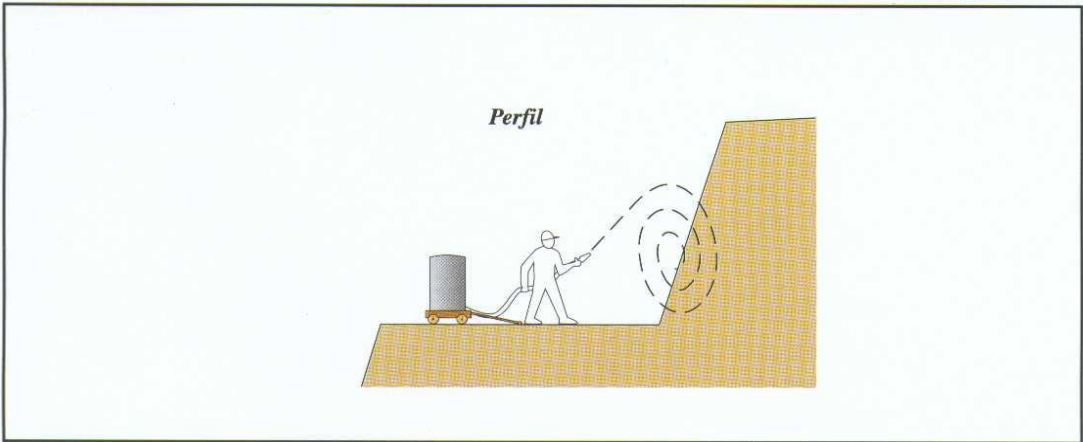
● Primera fase de la hidrosiembra: aplicación de compuestos orgánicos y minerales, mulch, semillas y agua.



● Fase de establecimiento de la hidrosiembra en el control de cárcavas



● Fase de estabilización vegetal con hidrosiembra. Una adecuada combinación de tratamientos físico-biológicos permite recuperar un área degradada y posibilita un manejo sustentable del recurso suelo.



## Hidrosiembra

### • Objetivo

- Vegetalizar áreas con erosión severa y taludes de pendientes escarpadas

### • Características del tratamiento

Este tratamiento biológico se recomienda en áreas difíciles de estabilizar y de terrenos escarpados. Se recomienda realizar tratamientos lineales complementarios en la superficie del talud en condiciones de alta escorrentía superficial y de arrastre de sedimentos.

### • Requerimientos:

Se debe contar con el siguiente equipamiento: un motor de 6 a 12 hp, una bomba centrífuga, un estanque móvil de 500 a 1.500 lt, un agitador hidráulico, mangueras reforzadas, pitón de salida con válvula de cierre manual con un alcance de hasta 30 m.

El caudal apropiado para la ejecución es del orden de 100 a 150 lt por minuto.

- Se deben seleccionar las especies de pastos adecuadas para cada suelo y clima. Además resulta recomendable contar con compuestos adicionales de humus, fibras y fertilizantes.

### • Ejecución

- Emparejar el talud
- Rellenar canalículos
- Si la pendiente tiene mucha inclinación, realizar un tratamiento lineal simple
- Realizar la mezcla de agua y semillas en el estanque
- Dejar la mezcla en reposo por una hora
- Incorporar a la mezcla compuestos adicionales como humus, fibras y fertilizantes
- Agregar agua al estanque y activar el agitador hidráulico
- Dejar la mezcla en reposo por 20 minutos
- Activar el motor y la bomba
- Operar manualmente el pitón y la manguera a una distancia de 15 a 20 m del terreno, delineando círculos concéntricos
- Una vez finalizada la faena se recomienda proteger las semillas del ataque de la avifauna.





---

## Bibliografía

Francke, Samuel, 1987: «Mejoramiento de suelos forestales», Documento técnico N° 31, Chile Forestal, CONAF.

Imamura, Kiyomitsu et al, 1984: «Monografía de las técnicas de control de erosión», Japón.

Marienberg S.A., 1984: «Control de taludes y control de erosión», Santiago de Chile.

Namba, Senzi et al, 1997: «Guía de técnicas naturales de control de erosión», Japón.

Peralta, Mario, 1976: «Las cárcavas y su control», Santiago de Chile.

Schiechl, H. M., 1986: «Manual de ordenación de cuencas hidrográficas». Estabilización de laderas con tratamiento del suelo y la vegetación. Guía FAO, Conservación 13/1, Roma.

Tokugawa, K.; Alfaro, W.; Cerda, C.; Vargas, R.; 1996: «Manual de tratamientos de control de erosión», Proyecto Cuencas CONAF/JICA, Santiago de Chile.

Tokugawa, Koichi y Vargas, Rodrigo, 1996: «Informe intermedio de control de erosión», Proyecto Cuencas CONAF/JICA, Santiago de Chile.



# Manual de Control de Erosión

Proyecto Cuencas CONAF-JICA  
"Control de Erosión y Forestación  
en Cuencas Hidrográficas de  
la Zona Semiárida de Chile"

Santiago de Chile, 1998