

CNR-0336



COMISION  
NACIONAL  
DE RIEGO

*Regando el futuro*

COMISION NACIONAL DE RIEGO  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS



INIA  
REMEHUE

# TECNICAS DE DRENAJE PARA EL SUR DE CHILE



DIA DE CAMPO MODULO DEMOSTRATIVO FRUTILLAR

PROYECTO: ESTUDIO DE INVESTIGACION Y VALIDACION DE  
TECNOLOGIA DE DRENAJE EN LAS IX - X - XI REGIONES

OSORNO SEPTIEMBRE 1996

La comisión Nacional de Riego ( CNR) y el Centro Regional de Investigación Remehue del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) presentan esta Cartilla Divulgativa N°1 correspondiente a una serie de documentos de este tipo, realizados con financiamiento del Proyecto:

**" Investigación y Validación de Tecnología de Drenaje en las IX - X - XI Regiones"**

**Autor:**

Leopoldo J. Ortega Corrales  
Ingeniero Agrónomo

**Editor:**

Giancarlo Bortolameolli  
Ingeniero Agrónomo

**Diseño y Diagramación:**

Ragapi Producciones

**Tiraje:**

1.000 Ejemplares.



COMISION  
NACIONAL  
DE RIEGO

Regando el futuro

COMISION NACIONAL DE RIEGO  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS



INIA  
REMEHUE

# TECNICAS DE DRENAJE PARA EL SUR DE CHILE



DIA DE CAMPO MODULO DEMOSTRATIVO FRI TILLAR

PROYECTO: ESTUDIO DE INVESTIGACION Y VALIDACION DE  
TECNOLOGIA DE DRENAJE EN LAS IX - X - XI REGIONES

OSORNO SEPTIEMBRE 1996

# INDICE

|  |    |
|--|----|
| TIPOS DE<br>PROBLEMAS DE DRENAJE<br>EN EL SUR DE CHILE                 | 1  |
| SUPERFICIE AFECTADA<br>POR PROBLEMAS DE DRENAJE<br>EN LA DECIMA REGION | 3  |
| DRENAJE DE SUELOS ÑADIS  | 4  |
| LOS DRENES TOPO  | 5  |
| DRENAJE DE DEPRESIONES LOCALIZADAS                                     | 9  |
| ZANJAS   | 9  |
| DRENES EN "V"  | 10 |
| DRENES TAPADOS O ENTERRADOS  | 11 |
| CAMARAS DE FILTRACION  | 13 |
| CAMARAS DE INSPECCION  | 14 |
| SALIDA DE TUBERIA  | 15 |
| DRENAJE DE TERRAZAS<br>FLUVIALES RECIENTES                             | 17 |
| BIBLIOGRAFIA   | 18 |

# TIPOS DE PROBLEMAS DE DRENAJE EN EL SUR DE CHILE

En la zona sur, el problema de mal drenaje que presentan los suelos es de tipo superficial, es decir, se produce una saturación del suelo por causa de una recarga superficial de origen pluvial, y escurrimiento de áreas adyacentes a las depresiones del terreno.

Durante la época invernal, es característico un período de lluvias frecuentes y de gran magnitud, comprendido aproximadamente desde abril a septiembre, con precipitaciones mensuales que fluctúan entre 100 y 200 mm/mes.

En este período, la precipitación sobrepasa en gran medida los requerimientos de evapotranspiración y completa en su totalidad la capacidad de almacenamiento del suelo, produciéndose posteriormente saturación, apozamiento y escurrimiento superficial. En este estado de saturación, el agua ocupa prácticamente todo el espacio poroso del suelo, produciéndose asfixia y reducción del sistema radical, disminuyendo los rendimientos.

El conocimiento actual del problema permite distinguir claramente dos áreas donde se concentran mayoritariamente los problemas de drenaje: **los suelos ñadis** y **los trumaos de lomaje** de la depresión intermedia.

**Los ñadis** son suelos derivados de cenizas volcánicas desarrolladas en condiciones de drenaje impedido o inundación estacional, las cuales se han depositado sobre topografías planas levemente onduladas de sedimentos de origen fluvio-glacial.

Un rasgo característico es la presencia de una fina, pero generalmente continua capa cementada, de algunos milímetros de espesor, denominada "fierrillo", la cual es responsable, en gran medida, de los problemas de mal drenaje.

En el área de **los trumaos de lomaje**, encontramos, a su vez, dos tipos de problemas.

Uno de ellos se presenta asociado a la topografía imperante, identificándose problemas de mal drenaje en las depresiones que no poseen una vía de drenaje natural. Estos sectores, presentes a la forma de inclusiones, son denominados "**hualves**" y son receptores del escurrimiento superficial de las áreas de aporte de las hoyas hidrográficas donde se encuentran, provocándose saturación y apozamiento localizado en estas depresiones.

El otro tipo de problema que se detecta en esta área es el que presentan las terrazas fluviales recientes, denominadas comúnmente "**vegas**". Estos sectores, adyacentes a cursos de agua de mediano a gran caudal, poseen topografías planas en las cuales se acumulan aguas de escurrimiento de laderas adyacentes, y/o reciben las aguas de inundaciones periódicas del cauce fluvial.

# SUPERFICIE AFECTADA POR PROBLEMAS DE DRENAJE EN LA DECIMA REGION

Para conocer la envergadura de estos problemas, la única información existente respecto a las cifras de superficie afectada en la Décima Región, se presentan en el Cuadro 1, reportándose la existencia de un total de 554.675 ha. afectadas en la Décima Región, de las cuales 324.303 ha. corresponden a suelos ñadis y 230.372 ha. corresponden a suelos trumaos.

En términos porcentuales, se puede afirmar que un 32,4% de los suelos con aptitud agropecuaria de la Décima Región, presentan problemas de drenaje.

Cuadro 1. SUELOS CON PROBLEMAS DE DRENAJE EN LA DECIMA REGION.

| PROVINCIA  | TOTAL APTITUD AGROPEC. (ha) | SUELOS ÑADIS (ha) | TRUMAOS CON PROBLEMAS DE DRENAJE (ha) | TOTAL SUELOS CON PROBLEMAS DE DRENAJE (ha) |
|------------|-----------------------------|-------------------|---------------------------------------|--|
| VALDIVIA   | 661.900                     | 30.652            | 66.446                                | 97.098                                     |
| OSORNO     | 464.445                     | 81.444            | 68.320                                | 149.764                                    |
| LLANQUIHUE | 386.722                     | 149.046           | 44.193                                | 193.239                                    |
| CHILOE     | 201.417                     | 63.161            | 51.413                                | 114.574                                    |
| PALENA     | NR                          | NR                | NR                                    | NR   |
| TOTAL      | 1.714.484                   | 324.303           | 230.372                               | 554.675                                    |
| PORCENTAJE | 100,0                       | 18,9              | 13,4                                  | 32,4                                       |

FUENTE: PROYECTO AEROFOTOGRAMETRICO CHILE-OEA-BID (1961 ).  
NR= NO RECONOCIDO.

# DRENAJE DE SUELOS ÑADIS

**Los ñadis** son suelos que presentan topografía plana levemente ondulada, entre 0,2 y 0,5 % y poseen una estrata derivada de ceniza volcánica de profundidad variable entre 20 y 80 cm. depositada sobre un sustrato de ripio.

En la zona de contacto entre estas estratas, se ubica una fina y continua capa cementada de algunos milímetros de espesor, denominada fierrillo, que actúa como estrata impermeable a la infiltración ( Besoain, 1985).

Por las características del suelo y topografía y por no existir suficientes cauces naturales que actúen como zonas de descarga, se produce una situación generalizada de mal drenaje.

En estos suelos, tradicionalmente los agricultores han utilizado como sistema de drenaje los drenes topo, en combinación con una zanja, que se muestra en la figura 1. Este sistema es el apropiado para la zona y es posible optimizar incorporando algunos estándares para ciertos parámetros de diseño.

| COM TOTAL SUELOS CON PROBLEMAS DE DRENAJE (ha) | COM TOTAL SUELOS (ha) |
|--|-----------------------|
| 97.000   | 448                   |
| 149.784  | 320                   |
| 183.239  | 193                   |
| 114.874  | 419                   |
| NR   |                       |
| 284.872  | 272                   |
| 384  | 134                   |

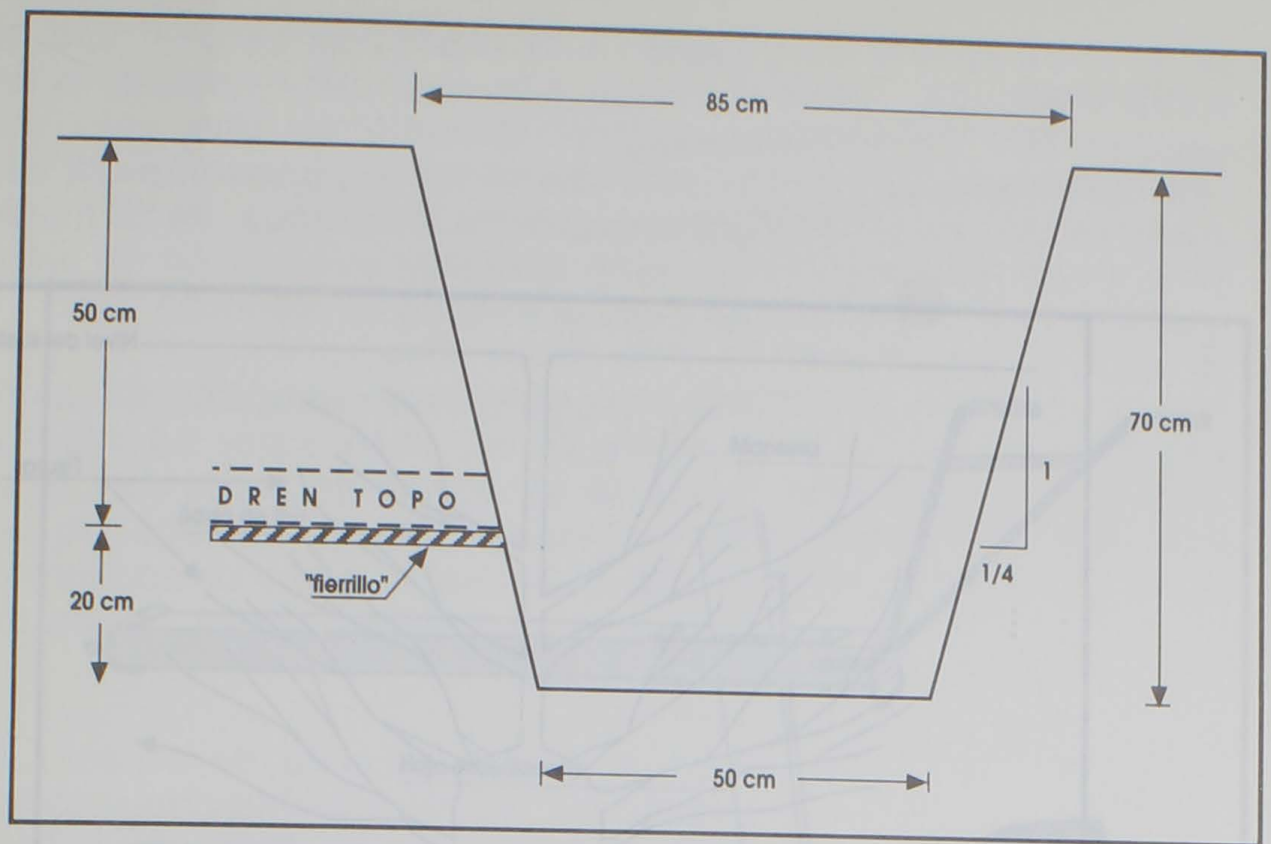


Figura 1. Dimensiones promedio zanja, para drenaje predial de suelos ñadis.

## LOS DRENES TOPO

Los drenes topo son galerías subterráneas construidas en el interior del suelo, de aproximadamente 7,5 cm. de diámetro, las cuales están rodeadas de fisuras periféricas, para lograr la recolección de los excedentes hídricos que se acumulan en la zona radical, como se muestra en la Figura 2.

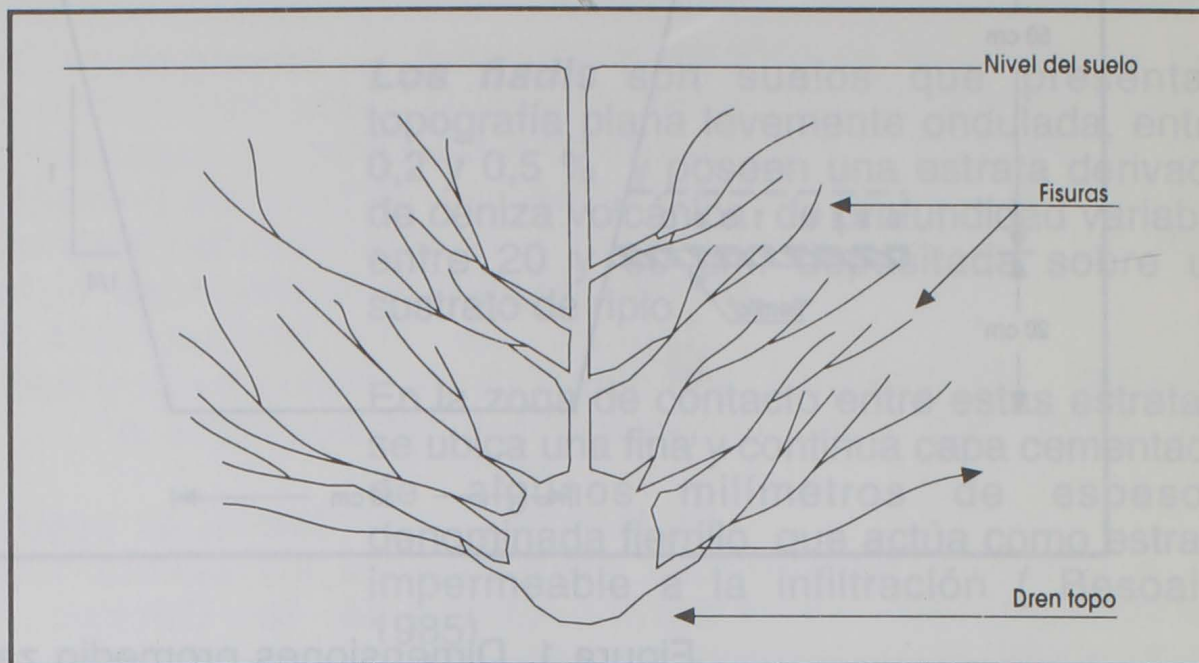


Figura 2. Corte transversal de dren topo.

Para construir este tipo de drenes, el implemento utilizado se conoce con el nombre de arado topo. Generalmente, éste es un implemento de tiro, que puede ser accionado mediante tracción mecánica o animal. Consta básicamente de una barra de tiro, una mansera doble, una hoja subsoladora, un cilindro de penetración o topo y un balín expandidor de mayor diámetro que el cilindro de penetración, como se muestra en la Figura 3.

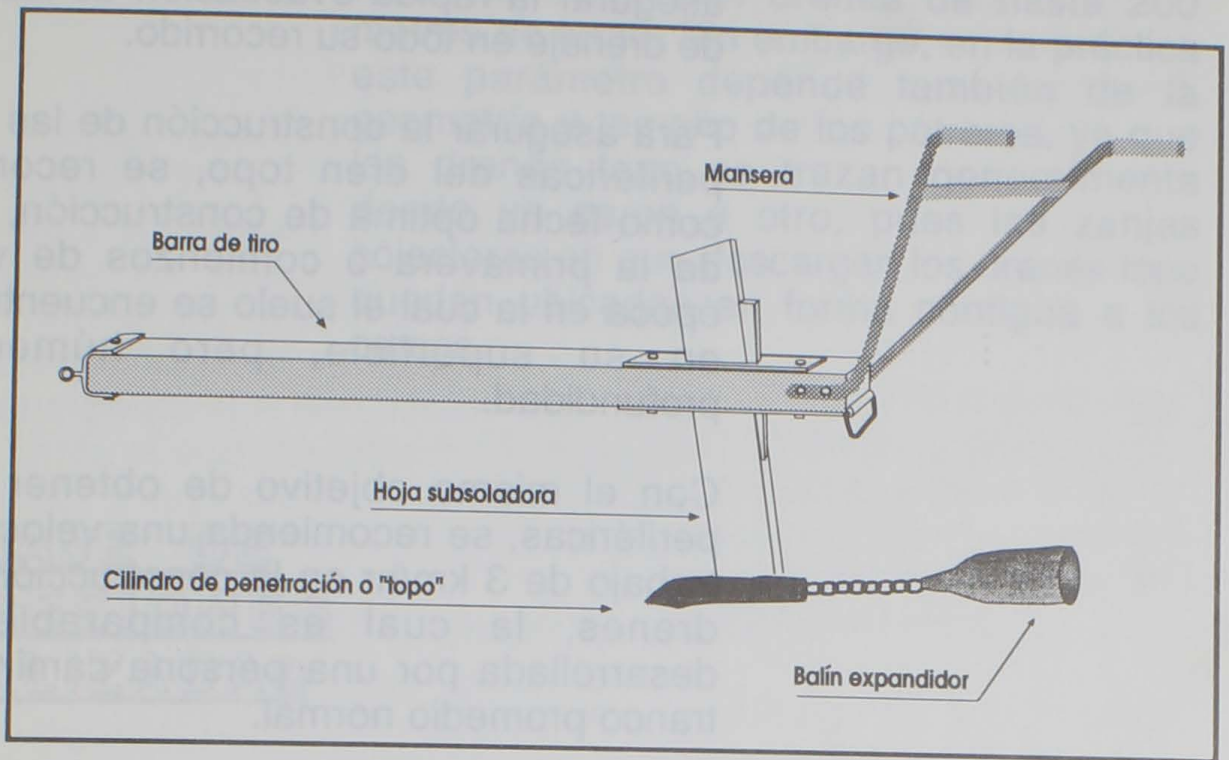


Figura 3. Esquema de modelo actual de arado topo.

Las fisuras periféricas que rodean la galería subterránea son la clave del éxito de la labor realizada por este implemento.

Se considera que los factores más importantes para conseguir este efecto son:

- \*La oportunidad o época de ejecución.
- \*La velocidad de trabajo del implemento.
- \*El mayor diámetro del balín expandidor respecto del cilindro de penetración.

También es importante obtener una galería continua y lo más recta posible, lo que se consigue manteniendo una velocidad de trabajo constante, sin interrumpir la labor de construcción de los drenes, de tal manera de asegurar la rápida evacuación de las aguas de drenaje en todo su recorrido.

Para asegurar la construcción de las fisuras periféricas del dren topo, se recomienda como fecha óptima de construcción, el final de la primavera o comienzos de verano, época en la cual el suelo se encuentra seco en su superficie, pero húmedo en profundidad.

Con el mismo objetivo de obtener fisuras periféricas, se recomienda una velocidad de trabajo de 3 km/hr en la construcción de los drenes, la cual es comparable a la desarrollada por una persona caminando a tranco promedio normal.

En general, la profundidad de trabajo recomendada es 50 cm., pero en la práctica queda condicionada a la profundidad de la estrata de fierrillo, ya que el arado topo no puede penetrar esta capa. Mayores profundidades no son recomendables, pues 50 cm. son suficientes para lograr un buen drenaje de la zona radical de praderas.

El espaciamiento entre pasadas del arado topo no debe ser mayor a 5 metros, debido a la excesiva precipitación y el lento escurrimiento, lo que obliga a una alta densidad de trazado de drenes topo. La literatura neozelandesa recomienda valores óptimos de 2 metros para praderas permanentes ( Bowler, 1980 ).

Respecto al largo de los drenes topo, en la literatura neozelandesa se mencionan valores óptimos máximos de 100 metros, pero de acuerdo a observaciones empíricas, es posible obtener un adecuado funcionamiento con drenes de hasta 200 metros de largo. Sin embargo, en la práctica este parámetro depende también de la geometría y tamaño de los potreros, ya que los drenes topo se trazan generalmente desde un cerco a otro, pues las zanjas colectoras en que descargan los drenes topo quedan ubicadas en forma contigua a los cercos.

## DRENAJE DE DEPRESIONES LOCALIZADAS

En este caso, las soluciones van enfocadas a construir una vía de evacuación de las aguas que se acumulan en estos sectores, debido a la inexistencia de una salida natural de drenaje en el terreno.

Por lo tanto, dependiendo del relieve, se recomienda la construcción de **zanjas**, **drenes en "V"**, o **drenes de tubería enterrada**.

### Zanjas

Son la solución más rústica para evacuación de aguas, siendo sus principales ventajas su bajo costo de construcción y su fácil inspección de funcionamiento. Sin embargo,

no son la solución mas recomendable, ya que poseen importantes desventajas, principalmente la subdivisión del terreno, las pérdidas de superficie de suelo y su costosa mantención.

## Drenes en “V”

Se caracterizan por poseer taludes amplios, que fluctúan entre 8:1 y 10:1, lo cual permite el libre tránsito de maquinaria y ganado. Es una solución adecuada en sectores que presentan topografía ondulada, ya que permiten mantener la continuidad de los potreros y adecuarse a la topografía natural. Además, es importante que la altura de corte sea la menor posible, para disminuir al mínimo el movimiento de tierra.

En la Figura 4 se presenta una sección transversal de dren en “V”.

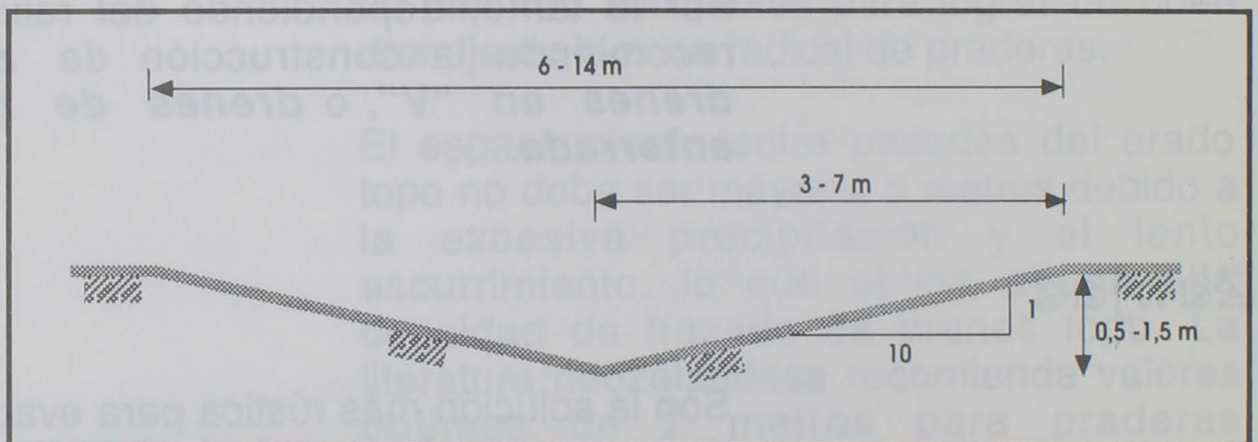


Figura 4. Sección transversal de dren en “V”.

# Drenes Tapados o enterrados

Como se indica en la Figura 5, consisten en una tubería de drenaje enterrada en una zanja y revestida por un material filtrante. Las tuberías de drenaje se encuentran disponibles en diversos materiales como:

- \*PLASTICO
- \*ARCILLA
- \*HORMIGON

Los materiales filtrantes más recomendables son los de tipo pétreo (bolones y gravas), ya que los materiales orgánicos como rastrojos, pajas, maderas y virutas, tienen una corta duración por su descomposición y provocan serios problemas de taponamiento.

Las principales ventajas de los drenes tapados, son que no rompen la continuidad de los potreros y su fácil mantención, razones por las cuales son los más recomendables. Sin embargo, su principal desventaja es su alto costo de construcción.

En drenes tapados es recomendable la construcción de algunas pequeñas estructuras para asegurar su óptimo funcionamiento y evitar problemas de obturación. Principalmente, estas estructuras son las cámaras de filtración, las cámaras de inspección y las salidas de tuberías.

Figura 5. Típicas cámaras de filtración para acelerar el ingreso del agua al dren subterráneo.

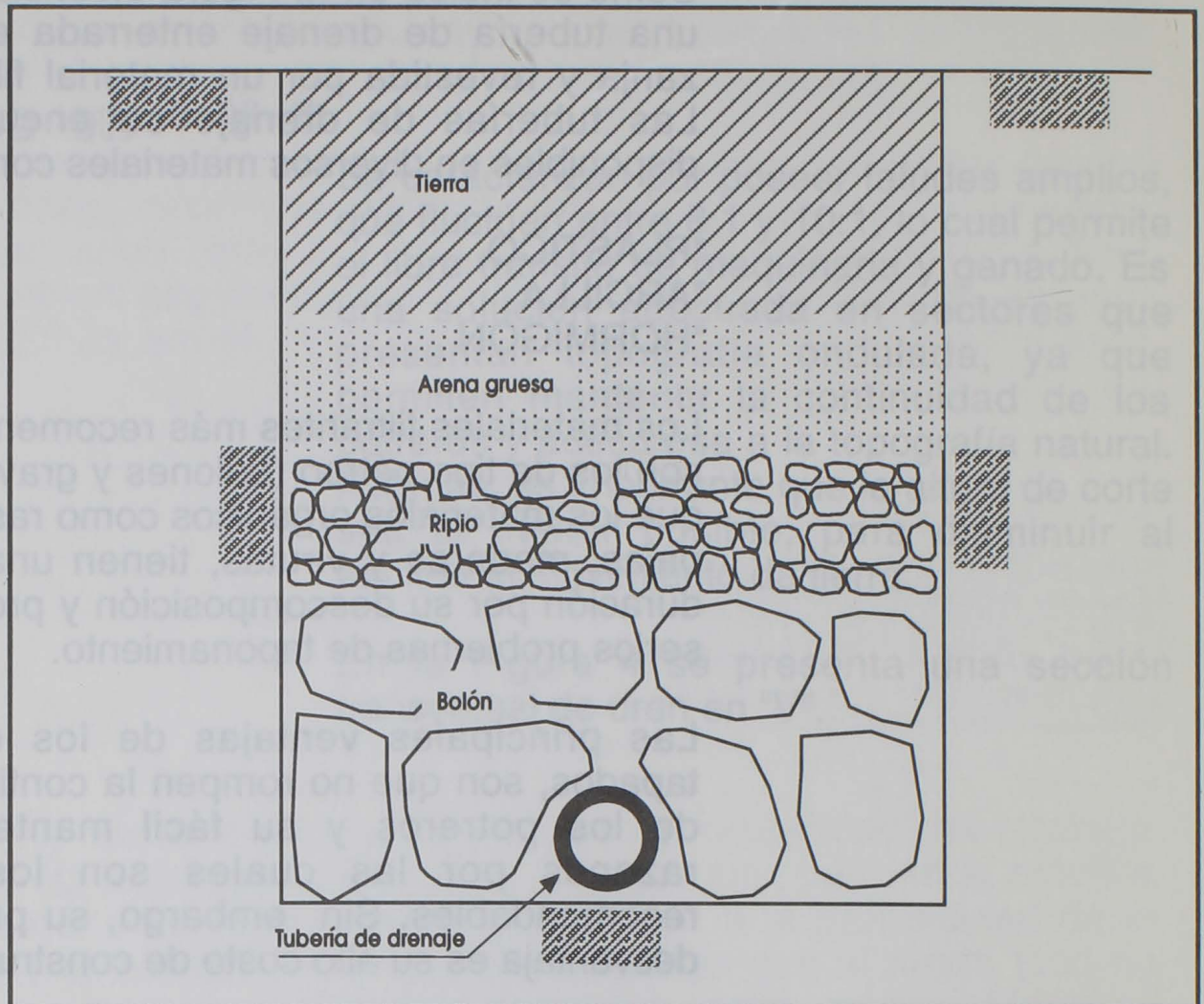


Figura 5. Sección transversal de dren tapado de tubería.

# Cámaras de filtración

Como se muestra en la Figura 6, son cámaras cilíndricas que contienen bolones, conectadas en su fondo con la tubería de drenaje. Se ubican en el punto más bajo de las depresiones con apozamientos y permiten un rápido ingreso del agua hacia la tubería de drenaje.

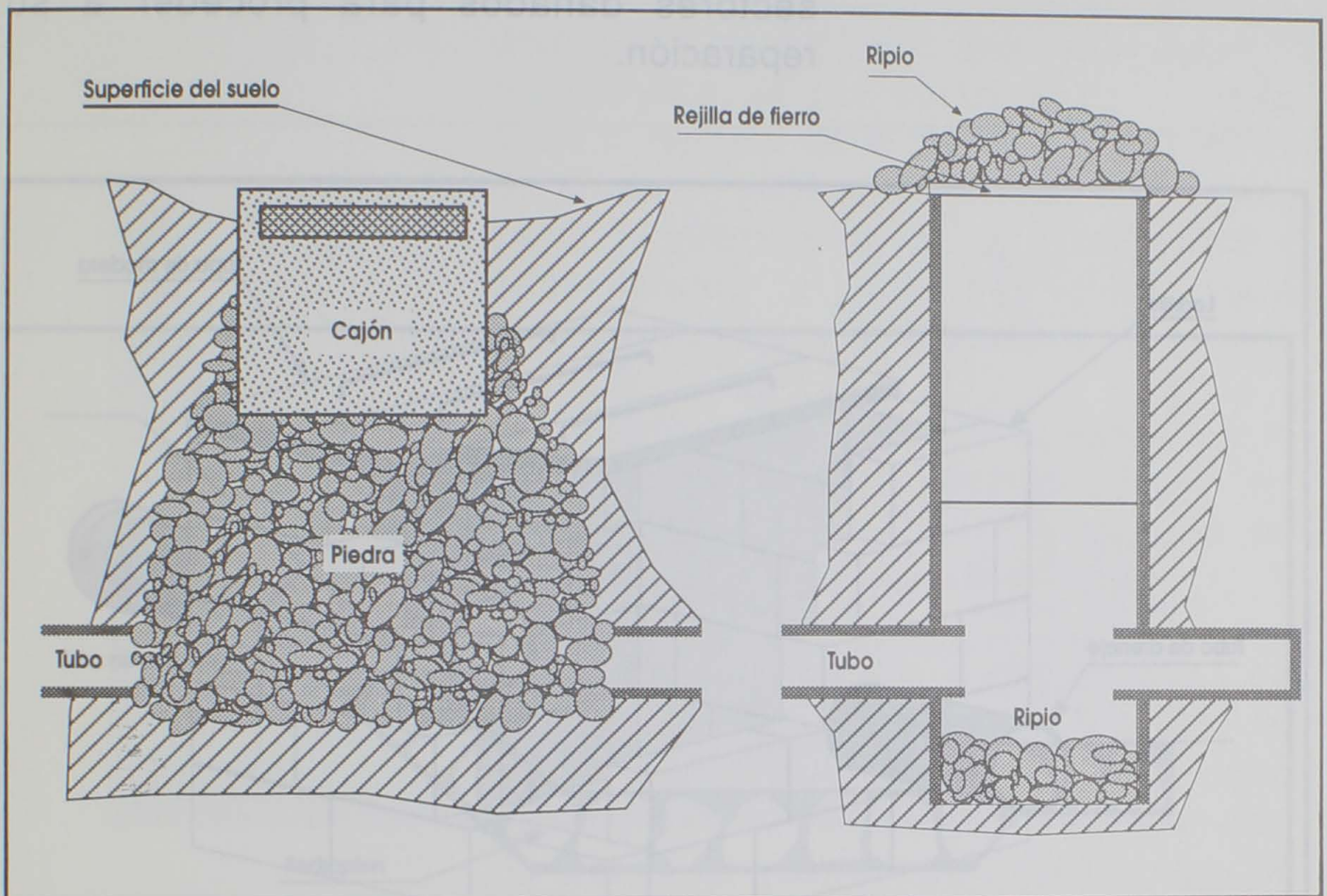


Figura 6. Típicas cámaras de filtración para acelerar el ingreso del agua al dren subterráneo.

# Cámaras de inspección

Como se muestra en la Figura 7, consisten de una caja de albañilería, con un fondo para la acumulación de los sedimentos del agua de drenaje. Se construyen espaciadas aproximadamente 100 a 150 m. dependiendo de la pendiente de la tubería. Permiten la inspección del funcionamiento del dren, la limpieza de los sedimentos acumulados y la identificación de los sectores dañados para proceder a su reparación.

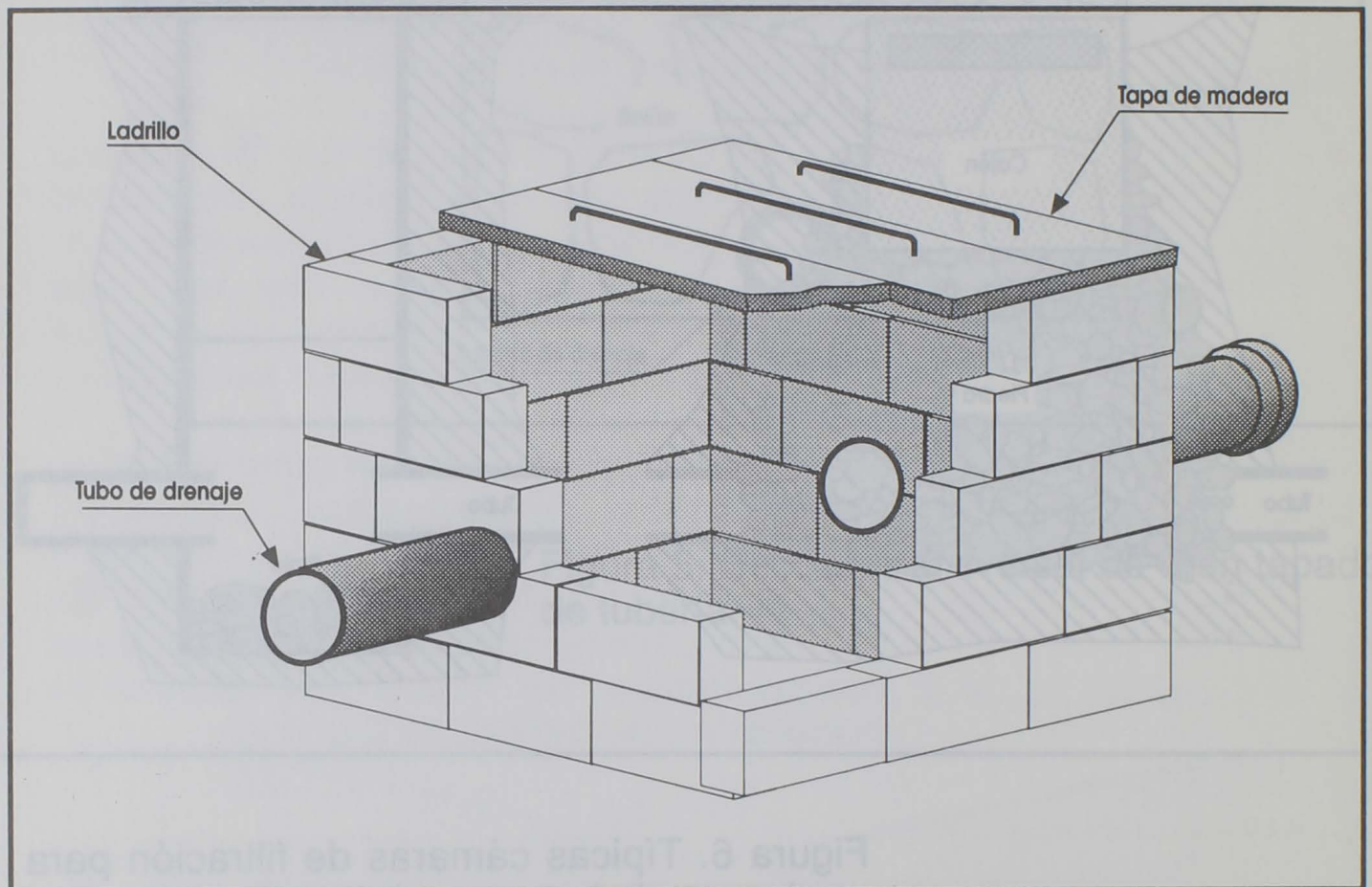


Figura 7. Vista tridimensional de cámara de inspección.

## Salida de tubería

Se ubican en los extremos de descarga de las tuberías de drenaje y consisten en un revestimiento del talud terminal de la tubería y un pozo aquietador para prevenir la erosión por la descarga y además, se protegen con la colocación de una rejilla, para impedir el acceso de roedores, como se muestra en la Figura 8.

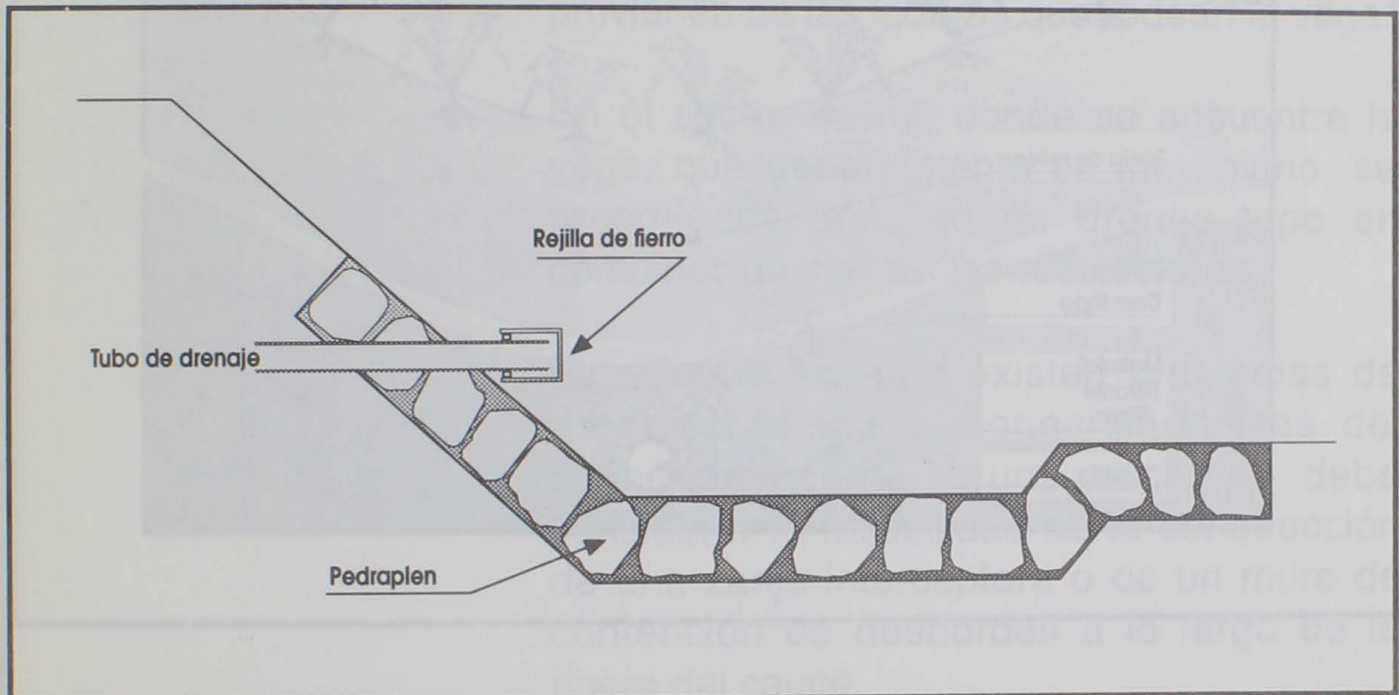


Figura 8 .Sección longitudinal de salida de tubería.

En el caso de hualves de gran tamaño, es conveniente conectar el dren principal, ya sea en "V", zanjas o tapado, a una red de drenes topo, en sentido perpendicular, como se muestra en la figura 9.

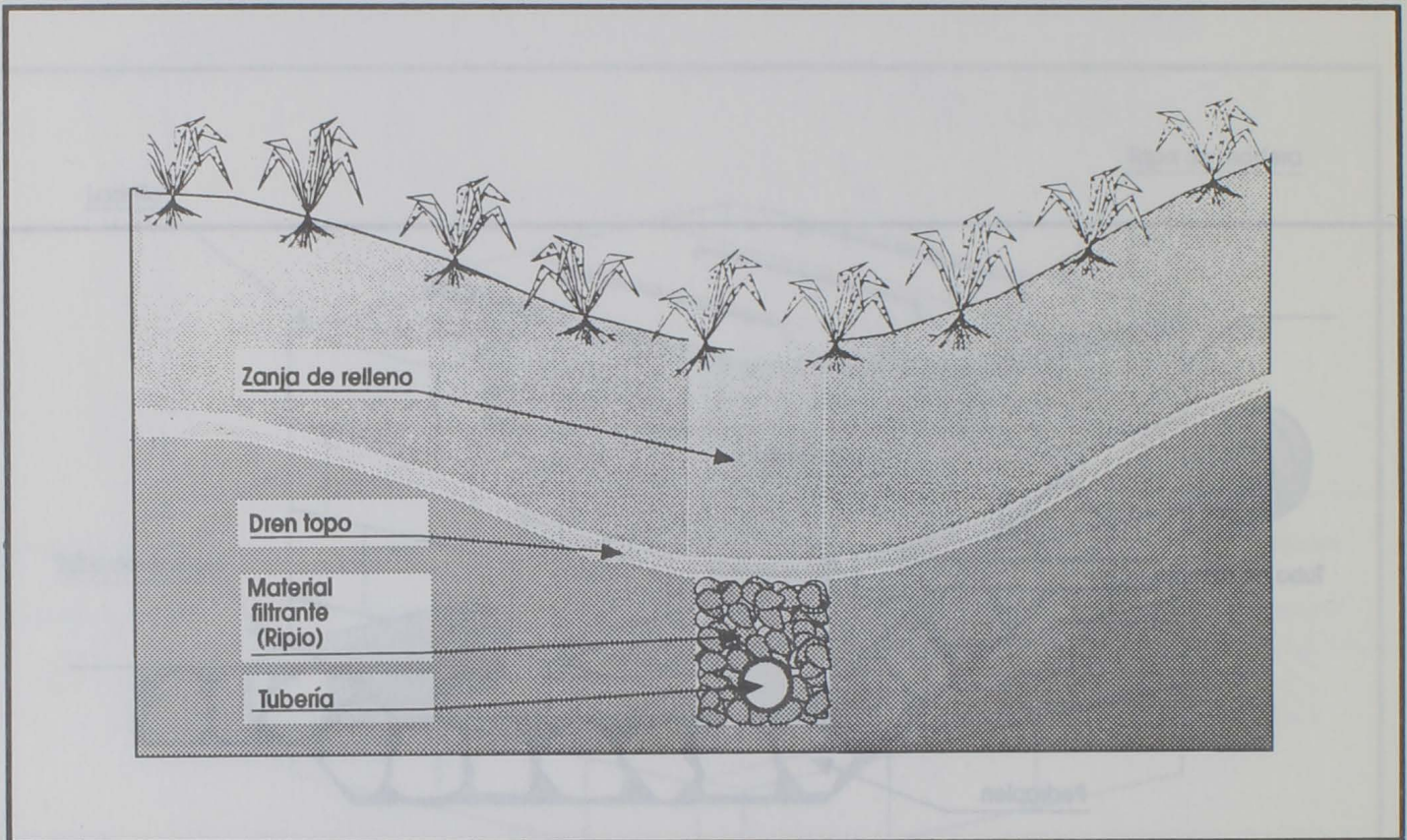


Figura 9. Uso del dren topo para aumentar la efectividad de un dren enterrado.

## DRENAJE DE TERRAZAS FLUVIALES RECIENTES

En este caso, se recomiendan obras específicas para enfrentar cada una de las causas de este tipo de problema.

Específicamente, para la eliminación de los aportes de agua provenientes de las laderas circundantes a la vega, se debe construir un dren zanja denominado dren interceptor o dren cintura, el cual se ubica en el límite entre el término de la ladera y el comienzo del sector de vega, siendo la función de esta zanja, la intercepción de los escurrimientos superficiales y subsuperficiales que provienen de las laderas que rodean la vega.

En el sector mismo donde se encuentra la vega, que generalmente es muy plano, se recomienda una red de drenes topo en combinación con zanjas recolectoras.

Finalmente, cuando existen problemas de drenaje por inundaciones periódicas del cauce adyacente a una vega, se debe considerar la factibilidad de la construcción de una zanja interceptora o de un muro de contención de desbordes a lo largo de la ribera del cauce.

## BIBLIOGRAFIA

**BESOAIN M. EDUARDO.** 1985. Los suelos. En: Suelos Volcánicos de Chile. Capítulo 1. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. Stgo. Chile

**BOWLER. D. G.** 1980. The Drainage of West Soils. Palmerston North, New Zealand. Massey University. 259 p.

**INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES, CORFO.** 1961. Proyecto Aerofotogramétrico CHILE-OEA-BID. Stgo. Chile.

**ORTEGA C. LEOPOLDO.** 1989. Drenaje de suelos ñadis. Investigación y Progreso Agropecuario Remehue 10: 3-7.

**ORTEGA C. LEOPOLDO.** 1993. Técnicas de drenaje para el Sur de Chile. En: Estación Experimental Carillanca ( INIA ). Curso Internacional de Riego y Drenaje. Serie Carillanca N° 34. Temuco, Chile. p: 173-206.

