GOBIERNO DE CHILE
CONVENIO INIA - CNR

ANEXOS INFORME FINAL

ESTUDIO

" PROGRAMA DE APLICACIÓN DE TECNOLOGIA DE DRENAJE EN LAS REGIONES IX y X "

Osorno,
Mayo del 2001.

Foto 1.

Día de Campo Módulo Castro.

Foto 2.

Día de Campo Módulo Ancud.

Foto 3.

Ceremonia de Donación de Arados Topo a Comunidades Campesinas.

Río Bueno, 19-11-99.

Foto 4.

Taller de Capacitación sobre construcción de drenes topo.

Módulo Loma de la Piedra, 09-03-2000.

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Invitación Evento de Lanzamiento del Proyecto.

ANEXO 2. Invitación Seminario-Taller "Tecnologías e Instrumentos de Subsidio Estatal para Proyectos de drenaje".

ANEXO 3. Apuntes sobre Instrumentos de subsidio de CORFO.

ANEXO 4. Apuntes sobre Instrumentos de fomento del Banco del Estado de Chile.

ANEXO 5. Artículos de Prensa.

ANEXO 6. Invitación Evento Donación de Arados Topo a Comunidades Campesinas.

ANEXO 7. Minuta Evento Donación de Arados Topo a Comunidades Campesinas.

ANEXO 8. Contrato Donación de Arados Topo a Comunidades Campesinas.

ANEXO 9. Folleto entregado en Taller de Construcción de Drenes Topo Módulos Campesinos.

ANEXO 10. Boletín Técnico-Divulgativo "Mantención de sistemas de drenaje superficial".

ANEXO 11. Boletín Técnico-Divulgativo "Maquinarias para obras de drenaje".

ANEXO 12. Boletín Técnico-Divulgativo "Fertilización de praderas mejoradas en suelos Ñadis".

ANEXO 13. Boletín Técnico-Divulgativo "Evaluación Económica del Drenaje predial en la Xa Región"

ANEXO 14. Diapositivas y Locución Diaporama "Construcción de obras de drenaje superficial".

ANEXO 15. Diapositivas y Locución Diaporama "Producción de forraje en suelos drenados".

ANEXO 16. Carátula Videos "Labores de habilitación de suelos ñadis con mal drenaje" y "Manejo del suelo y del ganado en áreas con obras de drenaje".

ANEXO 17. Boletín Informativo INFODRENAJE Nº 1

ANEXO 18. Boletín Informativo INFODRENAJE Nº 2

ANEXO 19. Boletín Informativo INFODRENAJE Nº 3

ANEXO 20. Boletín Informativo INFODRENAJE Nº 4

ANEXO 21. Boletín Informativo INFODRENAJE Nº 5

ANEXO 22. Boletín Informativo INFODRENAJE Nº 6

ANEXO 23. Vista frontal Compuerta de Control.

ANEXO 24. Vista en planta Compuerta de Control.

ANEXO 25. Plano Arado Topo.

ANEXO 26. Documento "Diagnóstico y Desarrollo Estratégico del Drenaje en la IX y X Regiones".

ANEXO 1. Invitación Evento de Lanzamiento del Proyecto.

Centro Regional de Investigación
Remehue

Casilla 24-0
Fono: (64)233515 . Fax: (64)237746
Osorno

INIA
REMEHUE

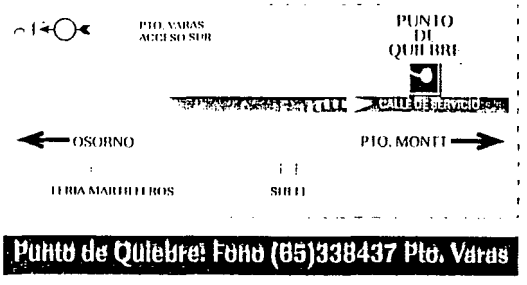
COMISION
NACIONAL
DE RIEGO

Regando el futuro

Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje en las Regiones Novena y Décima

26 de noviembre de 1998

PLANO UBICACION
DE PUNTO DE QUIEBRE



Punto de Quiebre: Fono (65)338437 Pto. Varas

INIA
REMEHUE

COMISION
NACIONAL
DE RIEGO

Francisco Lanuza Ayerdi y Ernesto Schulbach B.

Director Regional de INIA Remehue y Secretario Ejecutivo de la Comisión Nacional de Riego, respectivamente, saludan con especial atención a usted, y tienen el agrado de invitarle a la ceremonia de lanzamiento del *"Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje en las Regiones Novena y Décima"*, que corresponde a un importante proyecto de investigación y transferencia tecnológica para el desarrollo del sur de Chile.

Esta jornada, que contempla la participación de altas autoridades del Gobierno Nacional y Regional como también de destacados agricultores de la Décima Región y representantes de entidades gremiales y productivas del sector agropecuario, se realizará el día jueves 26 de noviembre de 1998, a las 9:30 horas en el local "Punto de Quiebre, Club House" de Puerto Varas.

R.S.V.P. (64) 233515 OSORNO, Octubre de 1998

Programa

9:00 - 9:45 ***Recepción***
Entrega de Manuales Técnicos de Drenaje

9:50 ***Bienvenida***
Sr. Francisco Lanuza A.
Director Regional INIA Remehue.

10:00 ***El Drenaje en la Décima Región***
Sr. Enrique Villalobos A.
Secretario Regional Ministerial
de Agricultura Décima Región.

10:20 ***El rol del Estado en el Desarrollo del Drenaje***
Sr. Ernesto Schulbach B.
Secretario Ejecutivo de la
Comisión Nacional de Riego.

10:40 ***Presentación del Programa a desarrollar***
Sr. Leopoldo Ortega C.
Ing. Agr. INIA - Remehue.

11:00 ***El Drenaje en el desarrollo económico y social de la Décima Región***
Sr. Rabindranath Quinteros L.
Intendente Regional
Décima Región de los Lagos.

11:20 ***Preguntas***
Refrigerio, presentación audiovisual.

ANEXO 2. Invitación Seminario-Taller "Tecnologías e Instrumentos de Subsidio Estatal para Proyectos de drenaje".

I N V I T A C I O N

***FRANCISCO LANUZA AYERDI**, Director Regional de INIA Remehue, saluda muy atentamente a Ud., y tiene el agrado de invitarle a participar en el Seminario - Taller **"Tecnologías e Instrumentos de Subsidio Estatal para Proyectos de Drenaje"**, que se realizará en el marco del Estudio "Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje en las Regiones Novena y Décima", que cuenta con financiamiento de la Comisión Nacional de Riego y del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.*

Este Seminario, se enmarca dentro de la estrategia de desarrollo regional y la Agenda Estratégica del Ministerio de Agricultura, que le han dado una alta prioridad a la temática de recuperación de suelos con problemas de drenaje en la Décima Region, donde el 34 % de los suelos con aptitud agropecuaria tienen esta grave limitante productiva. Por estos motivos, se considera al drenaje una poderosa palanca de desarrollo del sector agropecuario, desafío al cual convergen los programas de subsidio estatales y los esfuerzos de inversión privada de los agricultores

P R O G R A M A

14:00 hrs. *Recepción, inscripción de participantes y entrega de material informativo y de consulta : Manuales Técnicos INIA / CNR ; Ley de Fomento a Obras de Riego y Drenaje ; Instrumentos INDAP; Instrumentos de CORFO e Instrumentos del Banco del Estado de Chile.*

14:30 hrs. *Bienvenida e Introducción.*
Patricio Albornoz Vatel.
Secretario Regional Ministerial de Agricultura (S).

14:45 hrs. *Proyectos de Drenaje en la Décima Región.*
Leopoldo Ortega Corrales. Ingeniero Agrónomo, INIA Remehue.

INSTRUMENTOS DE FINANCIAMIENTO

15:00 hrs. *Ley 18.450 de Fomento a la Inversión Privada en obras de Riego y Drenaje.*
Sra. Alicia Espinoza. Ingeniero Agrónomo.
Departamento Ley de Fomento CNR.

15:30 hrs. *Instrumentos CORFO para Estudios y Construcción de Proyectos de Riego y Drenaje (FAT de Riego/Drenaje y otros).*
Puerto Montt : ***Sr. Héctor Beltrán Valencia.***
Ejecutivo de Fomento CORFO Décima Región.
Osorno y Valdivia : ***Sr. Leonel Morales Alvarado.***
Ejecutivo de Fomento CORFO Décima Región.

16:00 hrs. *Refresco.*

16:20 hrs. *Proyecto Asociativo, Bono de Riego/ Drenaje y Crédito de Enlace para Construcción.*
***Sr. Isidoro Manriquez**, Ing. Agr., M.Sc.*
Jefe Unidad de Riego de INDAP Décima Región.

16:40 hrs. *Líneas de Crédito del Banco del Estado de Chile para Construcción de Obras de Riego y Drenaje.*
Sr. Luis Felipe Cespedes.
Gerente de Planificación y Gestión Unidad Microempresas. Banco del Estado de Chile.

17:00 hrs. *Mesa Redonda.*

17:30 hrs. *Conclusiones.*

R.S.V.P. (64) 23 35 15.

ANEXO 3. Apuntes sobre Instrumentos de subsidio de CORFO.

DECIMA REGION DE LOS LAGOS
PROVINCIAL VALDIVIA

CORFO
CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION

FAT RIEGO

FAT Temático en Riego (FAT Riego) es el cofinanciamiento de asesorías que tienen como objetivo el Desarrollo de Proyectos orientados a la solución y o mejoramiento de la infraestructura de riego y drenaje intrapredial y extrapredial, que sean declaradas dentro del ámbito de interés a financiar por la CNR (Comisión Nacional de Riego), o en el marco de los Programas de Desarrollo autorizados por el CAFF (Comité de Asignación de Fondos de Fomento de la CORFO).

El FAT Riego opera bajo las siguientes condiciones

- *No requiere etapa de diagnóstico*
- Cofinanciamiento menor o igual al 70% CORFO y mayor o igual al 30% del Empresario
- Normativa válida para todos aquellos casos relacionados con la postulación a la ley 18.450 de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje
- Para el caso de Asistencia Técnica para el desarrollo de proyectos de inversión Extrapredial se utilizará el FAT Colectivo y en las Asistencias Técnicas para el desarrollo de un proyecto de Inversión Intrapredial, se utilizará la modalidad del FAT Individual
- Para el FAT Colectivo el contrato deberá ser suscrito por los empresarios solicitantes, el consultor y los representantes de la organización de usuarios de agua a la que pertenecen los empresarios contratantes, en el caso de que esta exista. Ello, para garantizar el acuerdo de todos los empresarios de la organización en la ejecución de la obra

- Para FAT Colectivos el contrato de Asistencia Técnica deberá suscribirse con el profesional inscrito en el Registro de Consultores del Ministerio de Obras Públicas, autorizado por la Comisión Nacional de Riego para el desarrollo de proyectos de Riego y Drenaje

- El Beneficiario del FAT Riego, en su modalidad individual, debe acreditar ventas anuales no inferiores a UF 1.200 o ser propietario de un predio que tenga una superficie igual o superior a 12 hectáreas de Riego Básicas (H.R.B.)

- Los Beneficiarios del FAT Riego en su modalidad colectiva, deben formar un grupo de a lo menos 5 empresarios, los que deben poseer predios que en su conjunto sumen una superficie de a lo menos 60 H.R.B.

En este caso, el valor máximo del aporte CORFO de UF, no podrá superar el valor equivalente a N/12 como máximo definido para el FAT Individual, donde N es la superficie total del grupo

- Los solicitantes del FAT Riego deben presentar un documento emitido por la Dirección de Aguas que acredite la inscripción de los Derechos de Agua
- Cuando el solicitante no dispone de los derechos de agua inscritos y estos se encuentren en proceso de inscripción y regularización, se considerará suficiente para iniciar la postulación la presentación de un Certificado emitido por la Dirección de Aguas, donde se señale esta situación.

Cuando la Dirección Regional de CORFO lo estime pertinente, podrá autorizar al Agente el pago de la consultoría al FAT Riego en 2 parcialidades. Un 50% al término de la consultoría aprobada por el Agente

y el 50% restante cuando la Comisión Nacional de Riego declare concursable o elegible técnicamente el Proyecto.

Actividades de Asesoría factibles de cofinanciamiento CORFO mediante el FAT Riego

Diseño, dimensión y costeo del sistema de riego y/o drenaje, conducción, distribución, evacuación y/o acumulación de aguas

Recopilación de información pluviométrica, cartográfica y/o geológica para el caso de un Estudio de Sondeo de Agua

Prueba de bombeo en el caso de pozos profundos

Capacitación en el uso de los sistemas de riego asociados a la solución propuesta

Capacitación en fertirrigación

Estudio de Topografía, dibujo y cubicaje para movimientos de tierra asociado a la implementación del sistema

Redacción y preparación de los Informes

ANEXO 4. Apuntes sobre Instrumentos de fomento del Banco del Estado de Chile.

CREDITOS UTILIZABLES PARA BONIFICACIÓN DE RIEGO

I INTRODUCCION

El Banco del Estado de Chile, financiará proyectos de inversión en Obras de regadío o drenaje tal como la venido realizando a lo largo de los años, por intermedio de la utilización especial de su actual gama de productos.

Este financiamiento se otorgará previa certificación por parte del cliente de haber adjudicado la Bonificación para su proyecto. Esto se realizará mediante la presentación del certificado de Bonificación que acredite esta situación.

Para los actuales clientes del Banco del Estado, existirá la posibilidad de financiar mas allá del monto de la Bonificación siempre que se tenga la capacidad de pago necesaria y se cuenten con las garantías necesarias para tal efecto.

Finalmente, será posible la utilización del FOGAPE como garantía complementaria en los casos que se necesite. La utilización de este fondo de garantía solo se utilizará para posibilitar la atención de algunos clientes que no posean la cobertura de garantías exigidas.

II Fondo de Garantía para el Pequeño Empresario (FOGAPE)

Las Micro y Pequeñas Empresas (entre las cuales se encuentran las empresas Agrícolas) poseen importantes necesidades de financiamiento para su desarrollo, sin embargo existe la percepción por parte del sistema financiero, que estas presentan un nivel de riesgo superior al promedio, lo cual unido al hecho de no disponer de garantías suficientes que caucionen sus compromisos, disminuyen sus posibilidades de optar a dicho financiamiento.

El Fondo de Garantía para Pequeños Empresarios (FOGAPE) es un sistema que permite a estas empresas acceder a créditos bancarios, solucionando la falta o insuficiencia de garantías, al caucionar sus préstamos bancarios en un porcentaje que podría llegar hasta un 80% del capital, según licitación (sin cubrir los intereses, comisiones, gastos ni costos del préstamo).

Cabe destacar que el operar con el FOGAPE, no exime a la institución crediticia del análisis previo y de la adecuada evaluación del cliente como sujeto de crédito. De la misma forma, ante el incumplimiento del compromiso crediticio, la ley obliga a que el cliente sea requerido judicialmente por el 100% de su obligación.

III TIPOS DE CREDITO

Tal como se dijo anteriormente el Banco del Estado pondrá a disposición de los clientes la totalidad de los productos que se han venido utilizando para estos efectos, los cuales se manejarán de manera especializada para este tipo de financiamiento.
Entre estos productos se destacan los préstamos reajustables (en UF y de FOMENTO) y un crédito especializado para pequeños agricultores (crédito a Microempresas), este último sólo se otorgará a pequeños productores agrícolas que incluso no se encuentren 100% formalizados pero tendrá un tope de financiamiento de UF 750.

IV DESCRIPCION GENERAL DE LOS TIPOS DE CREDITO

A) PRESTAMOS EN UF

1. Perfil del Producto

Atributo	Descripción del Atributo
Moneda	Unidades de Fomento
Monto	Acorde a la capacidad de Pago del cliente y el Monto de la Bonificación de Riego
Plazo	Hasta 7 años máximo. En general con vencimiento al momento del cobro de la Bonificación
Intereses	Tasa de interés vigente para operaciones reajustables, variable trimestralmente según la tasa de interés corriente para este tipo de operaciones indicada por la S.B.I.F., mas incremento pactado.
Impuestos	0,1% sobre el monto del crédito (por mes), máximo 1,2%
Garantías	Hipotecaria, prendaria, aval, Endoso del Bono de Bonificación y FOGAPE
Servicio	Mensual, trimestral, semestral o anual. El pago puede componerse de intereses o capital más intereses.

2. Requisitos

- Poseer el Bono de Riego Ajudicado
- Poseer antecedentes comerciales favorables

b) PRESTAMOS DE FOMENTO REAJUSTABLE

1. Perfil del Producto

Atributo	Descripción del Atributo
Moneda	Unidades de Fomento
Monto	Acorde a la capacidad de Pago del cliente y el Monto de la Bonificación de Riego
Plazo	Hasta 10 años máximo. En general con vencimiento al momento del cobro de la Bonificación
Intereses	Tasa de interés vigente para operaciones reajustables, variable trimestralmente según la tasa de interés corriente para este tipo de operaciones indicada por la S.B.I.F., mas incremento pactado.
Impuestos	0,1% sobre el monto del crédito (por mes), máximo 1,2%
Garantías	Hipotecaria, prendaria, aval, Endoso del Bono de Bonificación y FOGAPE
Servicio	Mensual, trimestral, semestral o anual. El pago puede componerse de intereses o capital más intereses.

2. **Requisitos**

- Poseer el Bono de Riego Ajudicado
- Poseer antecedentes comerciales favorables

c) PRESTAMOS A MICROEMPRESAS

1. Perfil del Producto

Atributo	Descripción del Atributo
Moneda	Pesos Fijos
Monto	Acorde a la capacidad de Pago del cliente y el Monto de la Bonificación de Riego (Máximo UF 750)
Plazo	Hasta 4 años máximo. En general con vencimiento al momento del cobro de la Bonificación
Intereses	Tasa de interés vigente para operaciones no reajustables, fija por todo el período del crédito
Impuestos	0,1% sobre el monto del crédito (por mes), máximo 1,2%
Garantías	Hipotecaria, prendaria, aval, Endoso del Bono de Bonificación y FOGAPE
Servicio	Mensual, trimestral, semestral o anual. El pago puede componerse de intereses o capital más intereses.

2. **Requisitos**

- Poseer el Bono de Riego Ajudicado
- Poseer antecedentes comerciales favorables

V TASAS DE INTERES

Sólo a modo de referencia ya que las tasas varían mensualmente, según normas de S.B.I.F., las tasas de interés vigentes para cada crédito anteriormente enunciado al día 30/11/99, son las siguientes:

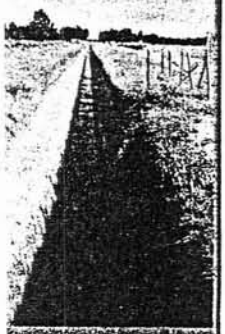
- **CREDITOS REAJUSTABLES** **UF + 9.8% (anual) (letras a y b)**
- **CREDITOS A MICROEMPRESAS** **1,35% (mensual) (letra c)**

ANEXO 5. Artículos de Prensa.

DRENAJE EN EL SUR:

Herramienta que avanza

A través de un estudio ejecutado por Inia Remehue se está profundizando y ampliando conocimientos en tecnología de drenaje. Los productores sureños podrán aprovechar mejor terrenos improductivos.



Con módulos demostrativos y difusión se presentará información valiosa para el desarrollo agrícola.

Los suelos anegados provocan más de un problema a los agricultores. Con lo apretado de las rentabilidades, los productores deben aprovechar eficientemente cada centímetro de sus predios para tener una buena gestión. El problema está en que, cuando están inundados, poco se puede hacer. Y el drenaje entrega la solución.

La tecnología de drenaje ha recibido una buena acogida entre los agricultores sureños. Parte importante se ha logrado a través del "Programa de aplicación de tecnología de drenaje en las regiones IX y X", que es financiado por la Comisión Nacional de Riego y ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Inia, a través del CRI Remehue.

El objetivo de este programa es contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores de estas regiones a través del fomento a la construcción de obras de drenaje y al establecimiento de praderas mejoradas. En lo específico, se evalúa el efecto de las técnicas de drenaje en suelos de la X Región y en la productividad de praderas; apoyar a comunidades de agricultores en el desarrollo productivo predial, favorecidos con la ley de fomento en obras de drenaje en la X Región.

También se busca impulsar la adopción de técnicas de drenaje en la IX y X regiones, mediante actividades demostrativas y de divulgación de las actividades del programa, la ley de fomento y otras fuentes de financiamiento.

Este programa busca el aumento de proyectos de drenaje presentados a los concursos de la ley de fomento; el aumento del uso de las técnicas de drenaje y en el manejo de suelos drenados.

También se busca un incremento en el establecimiento de praderas mejoradas y utilización de otros instrumentos de fomento productivo. Existen otros programas y acciones —tanto públicos y privados— que inciden en estos resultados.

OPERACIONES

Una de las herramientas más poderosas de esta tecnología y del programa está en los módulos de drenaje, que corresponden a la aplicación y demostración en terreno. Se trata de una superficie determinada en el predio del agricultor donde se realiza actividades de investigación aplicada, validación y demostración.

El módulo Ancud, por ejemplo, fue instalado en 1994 y se encuentra cubierto por una pradera permanente mixta (trébol blanco, ballica, pasto miel y lotera). El módulo Castro posee una evaluación del efecto del drenaje y de la aplicación de enmiendas calcáreas en la productividad de una pradera permanente artificial (trébol blanco y ballica).

El módulo Frutillar consiste en una unidad demostrativa de producción ganadera y en un desarrollo tecnológico de estructuras de control del drenaje. Aquí se incluyó una unidad demostrativa de producción ganadera —en gran escala— para ver los resultados traducidos en carne. Se instaló en 1995 en 6,3 hás., con un sistema de producción de carne sobre una pradera permanente sembrada, fertilizada de acuerdo a sus requerimientos óptimos y drenada mediante el sistema zanja—dren topo.

En Frutillar se evalúa también el desarrollo tecnológico de compuertas de control del drenaje. Esto en suelos ñadi, viendo el efecto en mantención de humedad en el perfil del suelo durante primavera—verano, finalizado el período crítico de exceso de agua.

CAMPESINOS

El programa incluirá módulos demostrativos campesinos ubicados en el norte y centro de la X Región. Ahí se desarrollará obras intraprediales de drenaje, mejoramiento de praderas y cultivos, manejo agronómico, mantención de obras extraprediales y apoyo a las comunidades de drenaje.

Las inversiones que se realizará consideran una contraparte de aporte del agricultor propietario o de la comunidad para mantener un nivel de gastos acorde con su realidad. Se capacitará a los agricultores en el uso de arado topo a nivel predial. En Río Bueno se ubicará a los módulos El Roble y Litrán.

DIVULGACION

Parte fundamental de este programa se centra en la divulgación y capacitación a productores. Para ello se realiza días de campo, charlas informativas, giras técnicas y cursos de drenaje, además de manuales, boletines, diaporamas y videos.

Entre las actividades se cuenta con un curso taller de diseño y elaboración de proyectos de drenaje para la ley 18450, en la cual se capacitará a consultores.

Se incluye también un diagnóstico de las áreas de mal drenaje en la X Región. Para ello se empleará información entregada por una consultoría contratada por la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP.

Se evaluará los sistemas de drenaje en la IX Región, sobre la base de proyectos construidos por el sector privado. De este análisis se extraerá recomendaciones generales técnicas para los problemas más comunes de la zona.

Algunos productores han invertido en maquinaria propia para ir haciendo productivos sus predios.

A través del drenaje se está impulsando un mejoramiento y aprovechamiento de suelos para el agro.

FRIOLECHE
ESTANQUES ENFRIADORES DE LECHE

Estanques reacondicionados totalmente garantizados.
Equipos de frío nuevos.
Ofrecemos los mejores precios del mercado.
INSTALACION Y SERVICO TECNICO
Fono/Fax 64-250080 - Errázuriz 1960 - Osorno
e-mail: Friolech @ ctc reuna. cl

REV. "VISIONES DEL SUR"
SEPT. 1998

Visiones del SUR

DRENAJE

En la Xª Región de Los Lagos

El 32,4% de los suelos con aptitud agropecuaria de la Xª Región, presentan problemas de mal drenaje.

Giancarlo Bortolameolli
Ingeniero Agrónomo
CRI-INIA Remehue

INIA - REMEHUE inició el año 1992 los primeros ensayos de drenaje de suelos Ñadi con el aporte del INIA, FNDR y BID. Fruto de estos trabajos, la Comisión Nacional de Riego (CNR) e INIA Remehue, han desarrollado un vasto programa de investigación y validación de tecnología. Este año, se dará inicio al "Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje, en las Regiones IX y X", el que se centrará en comunidades que han construído sistemas de drenaje bonificadas por el Estado mediante la ley 18.450.

CAUSA DEL PROBLEMA

De acuerdo a los antecedentes proporcionados por el Ingeniero Agrónomo Leopoldo Ortega del Centro Regional de Investigación (CRI) INIA-Remehue, en la Xª Región, el problema de mal drenaje que presentan los suelos es de tipo superficial, es decir, se produce una sobresaturación del suelo por causa de las lluvias y el escurrimiento del agua desde las áreas adyacentes a las depresiones del terreno.

"Durante la época invernal, la precipitación sobrepasa en gran medida los requerimientos de evapotranspiración y completa la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, produciéndose saturación, apozamiento y escurrimiento superficial. En este estado de sobresaturación, el agua ocupa prácticamente todo el espacio poroso del suelo, produciéndose asfixia y reducción del sistema radicular, disminuyendo los rendimientos de praderas y cultivos.

A decir de Ortega, se distinguen claramente dos áreas donde se concentran los problemas de drenaje: los suelos Ñadi y los Trumao de Lomaje de la Depresión Intermedia (Hualves y vegas).

MAGNITUD DEL PROBLEMA

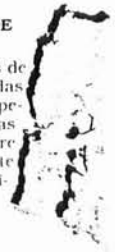
Para conocer la envergadura de estos problemas, la información disponible reporta la existencia de un total de 554.675 hectáreas afectadas en la Xª Región, de las cuales 324.303 corresponden a suelos Ñadi y 230.372 corresponden a suelos Trumao. En términos porcentuales, el 32,4% de los suelos con aptitud agropecuaria de la región, presentan problemas de mal drenaje.

SUELOS CON PROBLEMAS DE DRENAJE EN LA Xª REGION

PROVINCIA	Total Aptitud Agropec. (há.)	Suelos Ñadi (há.)	Trumaos con problemas de drenaje (há.)	Total Suelos con problemas de drenaje (há.)
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
%	100,0	18,9	13,4	32,4

FUENTE: INIA-REMEHUE. Programa Fertilidad de Suelos
Obtenido del Proyecto Aerofotogramétrico
CIA BID 1961
(*): NR = No Reconocido

SUELOS CON PROBLEMAS DE DRENAJE



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

Los suelos Ñadi se presentan en grandes extensiones, desde decenas hasta cientos de miles de hectáreas, y debido a características de suelo y topografía, presentan un problema generalizado de mal drenaje.

Una característica es que éstos son suelos delgados, con profundidades que van desde 20 a 80 cms., lo cual se traduce en una capacidad de almacenamiento de agua de una baja magnitud en su perfil, lo que implica a su vez, que, una vez iniciado el período de lluvias, alcancen muy rápidamente el punto de saturación.

La otra característica de los Ñadi es que debajo del suelo, presentan una estrata impermeable de espesor variable, pero que es prácticamente continua en toda la superficie. Esta estrata impermeable generalmente se presenta a la forma de un sustrato de material fluvioglacial cementado con presencia de una fina capa de fierrillo en la interfase con el suelo, como es la característica de la Serie Frutillar.

Además, la hidrología de estos suelos se caracteriza por presentar una baja densidad de cauces, los cuales en su mayoría poseen una sección reducida y una baja pendiente, lo que unido a una situación de obstrucción de ellos por la presencia de matorrales y árboles, produce que la capacidad de conducción y evacuación de aguas de drenaje de estos cauces sea muy limitada.

El 46% de los suelos Ñadi está concentrado en la Provincia de Llanquihue, que presenta una superficie de 149.046 há. de estos suelos.

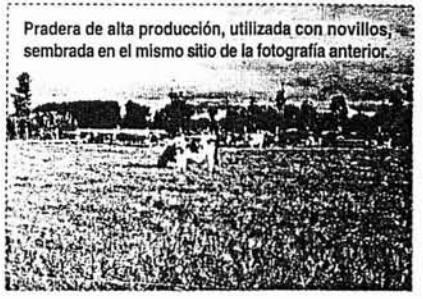
La serie de suelo más importante es la Serie Frutillar, que posee una superficie de 103.897 há., representando un 32% del total de los suelos Ñadi de la Xª Región.

SOLUCIONES

Es importante poner énfasis en que esta situación de mal drenaje se presenta en forma generalizada en toda la extensión que ocupan estos suelos, lo cual impide que esfuerzos individuales de agricultores tengan el éxito requerido, y obliga a enfrentar el problema mediante macro-redes extraprediales de drenaje para una real solución.

Esta red extrapredial se complementaria con la solución predial, la cual consiste en una red de drenes topo en combinación con una zanja que actúa como recolectora y evacuadora. La macrored de drenaje extrapredial, es la que conduce y evacúa las aguas prediales de drenaje a cauces naturales de descarga.

Construcción de galerías subterráneas con "arado topo", para evacuar el exceso de agua del suelo a las zanjas colectoras. (Módulo de Drenaje Frutillar, Convenio INIA/CNR)



Pradera de alta producción, utilizada con novillos, sembrada en el mismo sitio de la fotografía anterior.

PRIMERA MACRO RED DE DRENAJE

En el último concurso de drenaje realizado por la Comisión Nacional de Riego (CNR) fue aprobado el "Proyecto Frutillar-Pellines", que involucra la construcción de una macro red de drenaje y la limpieza y ampliación de los esteros Kuschel y Frutillar, lo que permitirá evacuar el agua de exceso y mejorar a la productividad de 1.500 hectáreas, beneficiando a 8 productores ganaderos del sector Pellines, Provincia de Llanquihue.

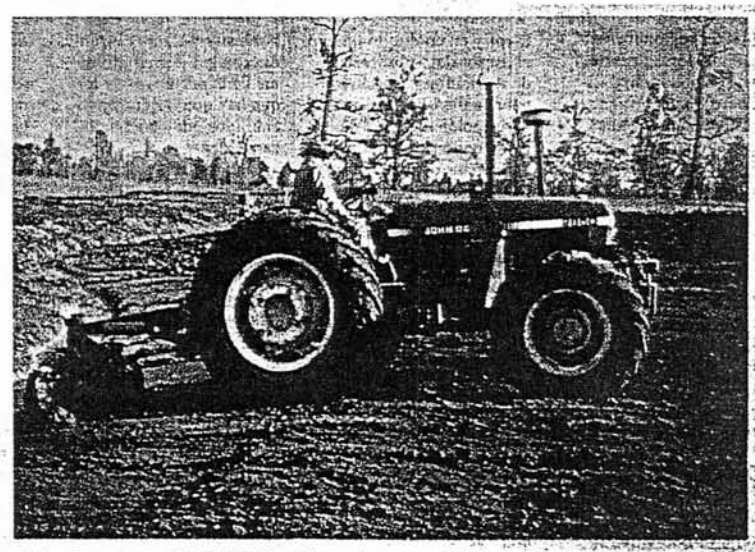
La macro red de drenaje que se construirá en Pellines, es la primera de este tipo en el sur de Chile, por lo que se constituye en una importante oportunidad de aprendizaje y mejoramiento de las técnicas, estándares y procedimientos constructivos de estas obras.

REV. CAMPO CAMPESINO DIARIO AUSTRAL 7/DIC/1998

RIEGO Y DRENAJE

iene segunda fase

A la ceremonia de lanzamiento asistieron el Seremi de Agricultura de la X Región, el director regional de Inia Remehue y el secretario ejecutivo de la Comisión Nacional de Riego.



Actualmente son 6 mil 500 hectáreas las que están beneficiadas con la Ley de Riego con cifras de 1000 millones de pesos que benefician a más de 400 productores de la X Región.

En Puerto Montt se realizó la ceremonia de lanzamiento del "Programa de aplicación de tecnología de drenaje en las regiones IX y X", financiado por la Comisión Nacional de Riego y ejecutado por Inia Remehue.

X Región tiene más 10 mil hectáreas con emas de riego, esto fica que 3/4 partes superficie de la ón de Los Lagos de problemas de aje. Por ello se creó dos años un progra- e aplicación de tec- gía de drenaje en las X regiones ejecuta- or Inia Remehue y ciado por la Comi- Nacional de Riego. proyecto entró en ncia el 22 de setiem- y constituye la conti- ad de un proyecto rior, financiado por isma fuente. cientemente se lanzó ialmente este progra- con una ampliación os años más. El jefe proyecto de Inia ehue, Leopoldo ga explicó que se desarrollando tecno- a y herramientas solucionar este pro- na que aqueja a gran e de la X Región.

OBJETIVOS

proyecto actualmente en ejecución tiene como objetivo general contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores a través del fomento a la construcción de obras de drenaje y al establecimiento de praderas mejoradas.

En cuanto a los objetivos específicos, Ortega aclaró que se han planteado evaluar el efecto de técnicas de drenaje en suelos de la X Región en la productividad de praderas. Apoyar a comunidades de agricultores, favorecidos con la Ley de Fomento en obras de drenaje en la X Región, en el desarrollo productivo predial. Impulsar la adopción de técnicas de drenaje en las regiones IX y X, mediante actividades demostrativas y de divulgación de las actividades del programa, la Ley de Fomento y otras fuentes de financiamiento.

Con este programa se pretende conseguir como resultados, el aumento en el número de proyectos de drenaje presentados a los concursos de la Ley de Fomento, un aumento en el uso de las técnicas de drenaje, manejo de suelos drenados, aumento en el establecimiento de praderas mejoradas y utilización de otros instrumentos de fomento productivo.

MODULOS

Dentro de este proyecto se estableció cuatro módulos de investigación aplicada y demostrativos ubicados en Ancud, Castro y Aysén. Estos consisten en un ensayo con una determinada superficie del predio de un agricultor. Aquí se realizan actividades de investigación aplicada, validación y aplicación.

La información obtenida en estos módulos de investigación y validación, permitió extraer importantes conclusiones en aspectos productivos y económicos relacionados con el mejoramiento de praderas mediante drenaje, fertilización y siembra de praderas mixtas.

Para la continuación de este programa se estableció nuevos módulos, los cuales se ubicarán en la parte norte y centro de la X Región. Cun Cun, El Roble, Litrán, todos del sector de Río Bueno.

Además en el sector centro de esta región se identificará una zona en donde existen productores campesinos que requieran de un mejoramiento tecnológico en drenaje y mejoramiento de praderas, y que en un mediano plazo puedan constituir un grupo con potencial para presentar un proyecto de drenaje a la Ley de Fomento.

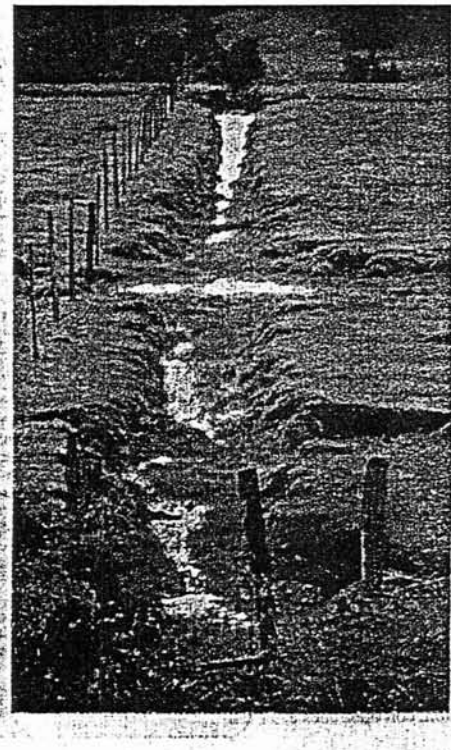
En ellos se realizará obras intraprediales de drenaje, mejoramiento de praderas y cultivos, manejo agronómico, mantención de obras extraprediales y apoyo a las comunidades de drenaje.

Las inversiones en cada módulo consideran una contraparte de aporte del agricultor propietario o de la comunidad, de tal manera de mantener un nivel de inversiones y gastos que sea de acuerdo a la realidad del campesino.

DIVULGACION

El programa de divulgación y oapacitación está considerado como uno de los elementos esenciales de este estudio, debido a la importancia de sus actividades en el impacto que pueda tener este proyecto en los agricultores y profesionales del agro, con el fin de fomentar la construcción de obras de drenaje y el mejoramiento de praderas.

Ortega explicó que este programa contempla la realización de diversas actividades como días de campo, charlas informativas, giras técnicas y cursos de drenaje, además de la elaboración de productos de divulgación técnica como manuales técnico—divulgativos, boletines informativos, diaporamas y videos.



TOROS
Vendo toros, estado de servicio, fina sangre, scritos, padres europeos como H. Mastermind, Doraman, T. Júpiter, Jubilee Boy, etc. Control de leche oficial de las madres.
Criadero Los Castaños
Fono Fax 45-381007
QUEPE

CABALLOS TIRO
Vendo yeguas y caballos mansos, adiestrados de tiro, se pueden probar en el mismo predio.
Criadero Los Castaños
Fono Fax 45-381007
QUEPE

CABALLOS CHILENOS
Vendo potrillos chilenos, finos, inscritos, en edad de amansa.
Criadero Los Castaños
Fono Fax 45-381007
QUEPE

CABALLOS ARABES
Vendo caballos árabes, fina sangre, inscritos, mansos, adiestrados, nuevos
Criadero Los Castaños
Fono Fax 45-381007
QUEPE

❑ Un proyecto de investigación y transferencia tecnológica en riego y drenaje para el sur de Chile se oficializó en Puerto Varas. En un acto que contempló la recepción y entrega de Manuales Técnicos de Drenaje, el Director Regional, Francisco Lanuza, dio la bienvenida a los participantes, y luego el Secretario Regional Ministerial de Agricultura de la X Región, Enrique Villalobos, abordó el tema El Drenaje en la X Región. El investigador Leopoldo Ortega presentó el programa a desarrollar, en tanto que Ernesto Schulbach, Secretario Ejecutivo de la Comisión Nacional de Riego, se refirió al Rol del Estado en el Desarrollo del Drenaje. Posteriormente se hizo entrega de videos y diaporamas a empresas de transferencia tecnológica y encargados de desarrollo rural. La primera actividad de divulgación técnica masiva se realizó el 18 de diciembre en el Módulo de Drenaje Cun-Cun, comuna de Río Bueno, con asistencia de una centena de agricultores que participan en los programas de transferencia tecnológica de INDAP, a través de la Empresa VEAGROTEC. Los profesionales Leopoldo Ortega y Juan Carlos Dumont expusieron las tecnologías para la habilitación de suelos, drenaje, establecimiento y manejo de una pradera anual de avena-ballica.

❑ El especialista en dietas artificiales de insectos, Bruce Phillips, del Horts' Research de Nueva Zelanda, permaneció trabajando junto al entomólogo Ernesto Cisternas desde el 8 hasta el 22 de diciembre. El profesional retornará a Remehue junto a su colega Libby Burgees el 13 de enero para permanecer hasta marzo.

❑ Una delegación de estudiantes de Agronomía de la Universidad Católica de Chile, guiada por el ex investigador de INIA Antonio Hargreaves, llegó hasta Remehue para conocer los trabajos desarrollados en Producción Animal. Los profesionales que atendieron a los jóvenes fueron: Alfredo Torres, Ljubo Goic y Juan Carlos Dumont.

En IX y X Regiones
PROGRAMA DE APLICACION DE TECNOLOGIA DE DRENAJE

Enrique Villalobos, SEREMI de Agricultura X Región

Recientemente se realizó la ceremonia de lanzamiento del « Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje, en las Regiones Novena y Décima», que corresponde a un importante proyecto de investigación y transferencia tecnológica, para el desarrollo del sur de Chile.

El Secretario Regional Ministerial de Agricultura de la Décima Región, Enrique Villalobos, señaló que se comparte el inicio de una nueva etapa en el convenio, que firma la Comisión Nacional de Riego e INIA Remehue.

El Programa de Drenaje se inició como una opción importante para elevar la productividad de los suelos. Recuerda que, en el año 1990, no existía un Proyecto de Drenaje financiado por ley. Sin embargo, al año siguiente se incorpora uno, hasta llegar hoy dia a 16 proyectos funcionando.

BENEFICIOS

Dichos proyectos intervienen una superficie cercana a las 6.500 hectáreas, lo que ha significado una inversión desde el punto de vista de la bonificación, de más de 64 mil unidades de fomento, es decir, sobre los mil millones de pesos con la participación de alrededor de 400 productores. En Riego, en el año 1990 se habían recepcionado 10 proyectos y a la fecha se llevan 31.

Para postular al Programa de Fomento de Obras Menores de Riego Drenaje, **ver cuadro.**

Nuestra Región tiene más de 500 mil hectáreas con problemas de drenaje, afirmó Villalobos, entre suelos Ñadis y Trumaos, muchos de los cuales se destinan preferentemente a la ganaderia y también a algunas experiencias que se han iniciado en plantaciones forestales.

continúa pág.10

PROGRAMA FOMENTO DE OBRAS MENORES DE RIEGO Y DRENAJE. AÑO 1999

Nº	Tipo de concurso	Fecha de Llamado	Anteced. Legales	Anteced. Técnicos	Bonificación (S MM)
1	Drenaje empresarial	06 Ene 99	28 Ene 99	04 Mar 99	300
2	Drenaje pequeños productores	06 Ene 99	25 Feb 99	08 Abr 99	700
3	Pozos empresarial medianos	16 Sep 98	11 Ene 99	10 Mar 99	800
4	Tecnific. Desarrollo Proveedores Emp. Medianos	19 Ene 99	11 Mar 99	29 Abr 99	1.500
5	Riego Empresarial	19 Ene 99	23 Feb 99	07 Abr 99	500
6	Riego Org. de Usuarios Empresarial Medianos	26 Ene 99	25 Feb 99	04 May 99	1.000
7	Riego Empr. Medianos Indiv. (I a X Reg.)	11 Mar 99	20 Abr 99	08 Jun 99	1.500
8	Tecnif. Empr. Medianos (PROMM Grandes Obras y Zona Sur VIII a XI)	24 Mar 99	20 May 99	07 Jul 99	1.400
9	Riego Grandes Obras y PROMM Peq. Productores	20 Abr 99	18 Jun 99	09 Ago 99	800
10	Riego Peq. Produc. Zona Centro - Norte (I a VII Reg.)	20 Abr 99	12 Jul 99	30 Ago 99	1.400
11	Riego Pequeños Productores Zona Sur (VIII a X Reg.)	26 Abr 99	29 Jul 99	14 Sep 99	900
12	Riego Pequeños Productores Secano	05 May 99	04 Ago 99	23 Sep 99	700
13	Tecnificación Pequeños Productores	12 May 99	02 Sep 99	20 Oct 99	900
14	Riego Plan Arauco	03 Dic 98	08 Sep 99	21 Oct 99	300
15	Riego Peq. Prod. No Selleccionados Conc. Anteriores	14 Jul 99	----	28 Oct 99	1.200
16	Riego Empresarial Medianos Plan Austral	14 Jul 99	04 Oct 99	17 Nov 99	300
17(*)	Riego Pequeños Productores Parinacota - Lluta	17 Ago 99	07 Oct 99	24 Nov 99	300
	Reserva				500
	Total				15.000

(*) Previo acuerdo con Ministerio del Interior

viene pág.5 En IX y X Regiones...

SUELOS ÑADIS

En el año 1995, se define la creación de una Comisión Regional para los suelos ñadis, que ha iniciado una serie de propuestas de trabajo, vinculando a Empresas Investigadoras e Instituciones públicas, para ahondar en conjunto estos importantes temas.

La CORFO ha financiado importantes estudios que van a permitir calificar y categorizar los tipos de ñadis presentes en esta Región y orientar recursos y aplicaciones de técnicas de integración.

INCORPORANDO TERRENOS

Por otra parte, señaló que la Dirección Hidraúlica del Ministerio de Obras Públicas, está realizando en la IX y X Regiones, un estudio que permitirá proponer alrededor de 40 mil hectáreas factibles de drenar. Además, con fondos regionales, se han incorporado a un estudio similar las Regiones de Chiloé y Palena.

Por último, recalcó que el Ministerio de Agricultura, aparte de dar un fuerte apoyo al incremento de los recursos para el financiamiento de Obras de Riego y Drenaje, va a perseverar para que estos instrumentos sean una verdadera opción del desarrollo regional.

PROYECTO

Posteriormente, el Ingeniero Agrónomo de INIA Remehue, Leopoldo Ortega, explicó que este proyecto es la continuidad de uno anterior, titulado « Investigación y Validación de Tecnología de Drenaje en las IX, X y XI Regiones.

Por las características de la zona sur, donde el sustrato productivo son las praderas, se requiere de un cierto tiempo para obtener resultados concluyentes, es por eso que se logró prorrogar la ley en Obras de Riego y Drenaje, por dos años más, afirmó Ortega.

El profesional destacó que la X Región tiene la tercera parte de su superficie con problemas de drenaje y aun queda mucho por hacer, existiendo un tremendo desafío por delante.

Entre los aspectos técnicos que han permitido levantar el proyecto, está: la utilización de forraje, disminución de los días de pastoreo, mala

Leopoldo Ortega Ing. Agrónomo INIA-Remehue

calidad de la preparación de suelo, etc., que provocan problemas de tipo productivo y económico.

Pueden haber muchos instrumentos, pero es importante que los motores del desarrollo, en este caso, los productores, tomen la decisión de drenar o regar, afirmó el profesional.

En la oportunidad se dio a conocer el Programa de Fomento de Obras Menores, para el año 1999 (**ver Cuadro**)

OBJETIVOS

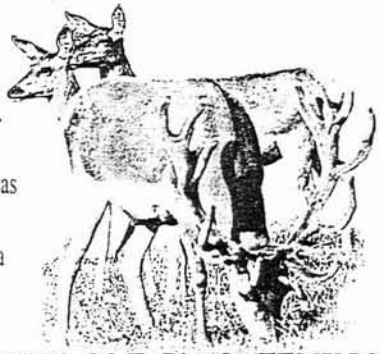
El objetivo general del proyecto es contribuir a mejorar la calidad de vida de los agricultores de las regiones IX y X, a través del fomento a la construcción en obras de drenaje y al establecimiento de praderas. En cuanto a los objetivos específicos del proyecto, son: la evaluación técnica de drenaje en suelos de la X Región, en cuanto a la productividad de praderas dedicadas fundamentalmente al rubro ganadero; apoyar a comunidades de agricultores favorecidos con la ley, en el desarrollo productivo predial; e impulsar la adopción de técnicas de drenaje, mediante actividades demostrativas y de divulgación.

AGRICOLA Y GANADERA TOLHUACA S.A.

Venta de Reproductores para producción de carne.

15 años de alta selección garantizan la calidad y exportaciones a Argentina avalan la genetica.

Parques y Parcelas de Agrado.
Cotos de Caza.
Exelentes Cornamentas de Ciervos Rojos y Gamos Tipo Frutilla
(pintas blancas)



Antonio Varas N°974, Of. E, Piso 2 - TEMUCO
FonoFax: 45-215538

RESORTES FIEBIG

OSORNO

UNA INDUSTRIA NACIONAL AL SERVICIO DEL TRANSPORTE Y LA AGRICULTURA CON MAS DE 40 AÑOS SIRVIENDO A LA DECIMA REGION

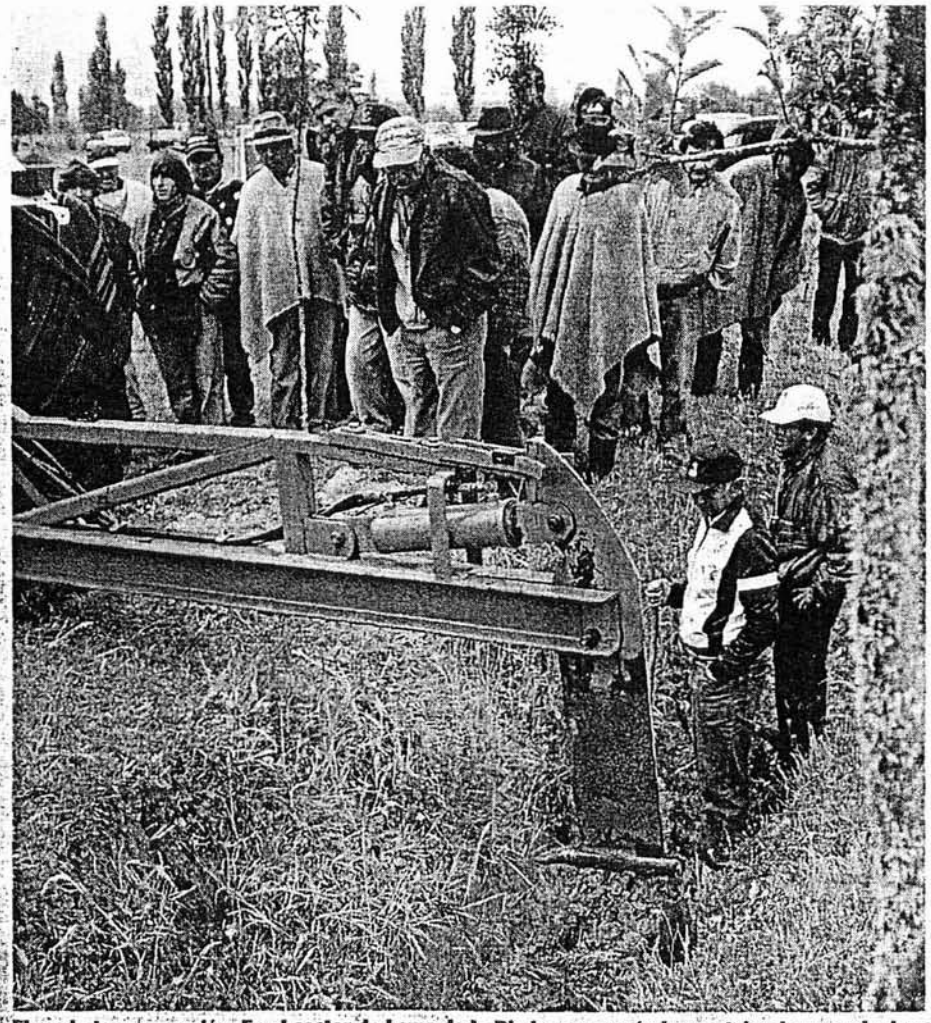
RESORTES PLANOS PARA TODO TIPO DE VEHICULOS

ESPECIALIDAD EN CUCHILLOS PARA MAQUINARIAS AGRICOLAS, GANCHOS PARA ARADO, CINCEL VIBROCULTIVADOR Y REMOLACHEROS

PUERTO MONTT
Genesis 39
Parque Industrial Recondo
Casilla 1224 - FonoFax (65) 263566

LOS CARRERAS 1893 - FONO FAX: 232224 - OSORNO

DIARIO AUSTRAL



El arado topo en acción. En el sector de Loma de la Piedra conocerán las ventajas de un suelo drenado.

Planteó Chile a EE.UU

Eliminar competencia desleal

Drenaje: un problema común

Cuando e

Gran cantidad de los suelos de aptitud agrícola de la región y de la provincia de Osorno, se ve afectadas por la pluviosidad que se concentra en pocos meses.

El problema se presenta en terrenos planos y donde los materiales del suelo no permiten un escurrimiento a áreas adyacentes, provocando una recarga superficial y una saturación que a la postre producirá empozamiento y escurrimiento.

Durante el período invernal, la provincia de Osorno sufre la consecuencia del empozamiento de los terrenos planos, lo que ocasionará una pérdida importante de los rendimientos. Los problemas de mal drenaje, originados por las precipitaciones, se manifiestan fundamentalmente en zonas clasificadas como húmedas (Osorno 1.500 mm/año)

Así se distinguen los problemas en suelos ñadis (suelos delgados, planos e impermeables sin escurrimiento de las aguas), los hualves (con problemas localizados de mal drenaje) y las vegas que son terrenos que se inundan con las crecidas de cursos de agua.

Los ñadis, uno de los problemas de mayor presencia en la región, son suelos que presentan topografía plana levemente ondulada y poseen una estrata derivada de ceniza volcánica de profundidad variable y originada de un sustrato de ripio.

En la Décima Región existe un total de 554.675 hectáreas con problemas de drenaje, de los cuales la provincia de Osorno ocupa un total de 149.764 hás.

DRENAJE: LA SOLUCION

La Comisión Nacional del Riego lleva a cabo el programa de validación de tecnologías de drenaje en las regiones IX, X y XI, como una manera de impulsar la adopción de tecnologías de drenaje por parte de los agricultores.

El drenaje utilizado en la zona consiste en drenes topo en combinación con una zanja; se trata de una serie de galerías subterráneas construidas en el interior del suelo, las cuales están rodeadas de fisuras periféricas para lograr la recolección de los exceden-

agua causa problemas

ídricos que se acumu-
la zona radical.
a construir este tipo
enes el implemento
ido se conoce como
topo; generalmente
instrumento de tiro,
uede ser accionado
nte tracción mecáni-
nimal.
general, la profundi-
e trabajo recomenda-
de 50 centímetros,
en la práctica queda
cionada a la profun-
de la estrata de fie-
de los suelos ñadis,
e el arado no puede
rar esta capa.
res profundidades
on recomendables,
50 centímetros son
ntes para lograr un
drenaje de la zona
l de las praderas.

sector de Loma de la
, cerca de Pargua, el
ene un módulo de
), donde se aplica-
tecnologías de dre-
tilizando el sistema
lo topo.
sector los especialis-
opoldo Ortega y Juan Carlos Dumont, informaron a los agricultores sobre las ventajas que se tiene al drenar los terrenos y al posterior establecimiento de praderas a través de la fertilización.

Según Dumont, "el drenaje es una condición previa a cualquier inversión en mejoramiento de suelos con exceso de agua. Posterior a ello, se realizan los "preparativos" para el establecimiento de una pradera permanente durante algunas temporadas, para que las especies forrajeras más exigentes tengan una nutrición adecuada y puedan persistir en el tiempo. Estos preparativos consisten en emparejar el terreno, mejorar la fertilidad del suelo y neutralizar la toxicidad del aluminio".

Drenando los suelos se aumenta el potencial productivo de la provincia. Es así como especialistas de la Comisión Nacional de Riego y del Inia Remehue buscan la posibilidad de recuperar suelos.

rios Dumont explica a los agricultores los trabajos
os en terreno.

Suelos con problemas de drenaje en la X Regió

Provincia	Total aptitud agropecuaria (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
Chiloé	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

NR: no reconocido.
Fuente: Proyecto Chile OEA-BID.

Comisión Nacional del Riego

El paso importante...

Los fondos que la Comisión Nacional de Riego destina al drenaje de los terrenos ñadis en la región, es el primer paso en la recuperación y posterior entrada en producción de los suelos.

La labor posterior de plantar y preocuparse por que den resultados, ya es parte del agricultor.

Cristian Navarrete, profesional del Departamento de Proyectos de la Comisión Nacional del Riego, indicó que "en 1993 comenzamos instalando módulos demostrativos en la X Región, que pretenden impulsar la utilización de tecnología a través del drenaje de los suelos y el establecimiento de praderas mejoradas con aplicaciones de fertilizantes y enmiendas".

Este año se incorporaron módulos de agricultores beneficiados con la Ley de Fomento en el apoyo posterior al drenaje, de manera que establezcan praderas que a la larga les permita un mejor aprovechamiento de los suelos.

Navarrete explicó que los ñadis "son su los en condiciones de saturación p mucho tiempo. Una vez que se les saca agua, empieza a descomponerse la mat ria orgánica y quedan disponibles l nutrientes para el crecimiento de las pla tas y en al menos un año, se notan l reacciones de las pradera Habitualmente se deben aplicar dos considerables de cal para estabilizar l suelos en cuanto a su acidez; el problem es que el exceso de lluvia lava mucho l nutrientes y eso provoca que el suelo, a cabo de muchos años, se acidifique".

Agregó que una de las prioridades fu habilitar suelos que estaban sin utiliza ción agropecuaria. Para incorporarlos a l plena productividad, la Comisión llama concursos regionales para que puedan competir los proyectos. Se subsidia hast un 75% de los costos de los trabajos, com una forma de incentivo, ya que la inten ción es que los agricultores se preocupen de realizar las labores posteriores.

Precios de

REVISTA DEL CAMPO SUREÑO
Nº801 – 16 de agosto de 1999 – p.16

Fomentan riego y drenaje

Una inversión de 20 mil millones de pesos anuales destinará el Gobierno para fomentar el riego y drenaje en las regiones VIII, IX y X, a través de la ley 18450 e instrumentos de subsidio al riego de Indap, afirmó el investigador de Inia Remehue, Leopoldo Ortega, al dictar una charla en este centro sobre los aspectos técnicos y económicos del uso de estas tecnologías.

Ortega señaló que el ministerio de Agricultura, en su agenda estratégica fijó como metas aumentar al doble la superficie con riego tecnificado, beneficiar a 22.500 pequeños productores en una superficie de 44.500 hectáreas y mejorar la focalización de los recursos.

Añadió que el riego permite un incremento de entre un 30 y un 50% de la productividad en la mayoría de los rubros de la zona sur. En la remolacha, por ejemplo,. estudios efectuados en Remehue demostraron que hay aumento de 15 toneladas de raíz limpia por hectárea, lo que representa un alto porcentaje de mejor productividad por hectárea. En papas se produjo un aumento de 40 a 60 toneladas por hectárea de tubérculos comerciales. Una situación similar ocurrió en los ensayos de maíz. Asimismo, en los estudios realizados en praderas, la cantidad de materia seca en sectores que fueron regados respecto de otros similares que no recibieron riego se duplicó y llegó a 12 toneladas por hectárea durante el período de mayor producción.

En cuanto al drenaje, Ortega señaló que "la alta pluviometría que se registra en el sur de Chile suele provocar algunos inconvenientes para la producción agropecuaria. En la X Región, donde se produce el 66% de la leche chilena y parte importante de la carne bovina, uno de estos problemas es la saturación del suelo debido a su mal drenaje".

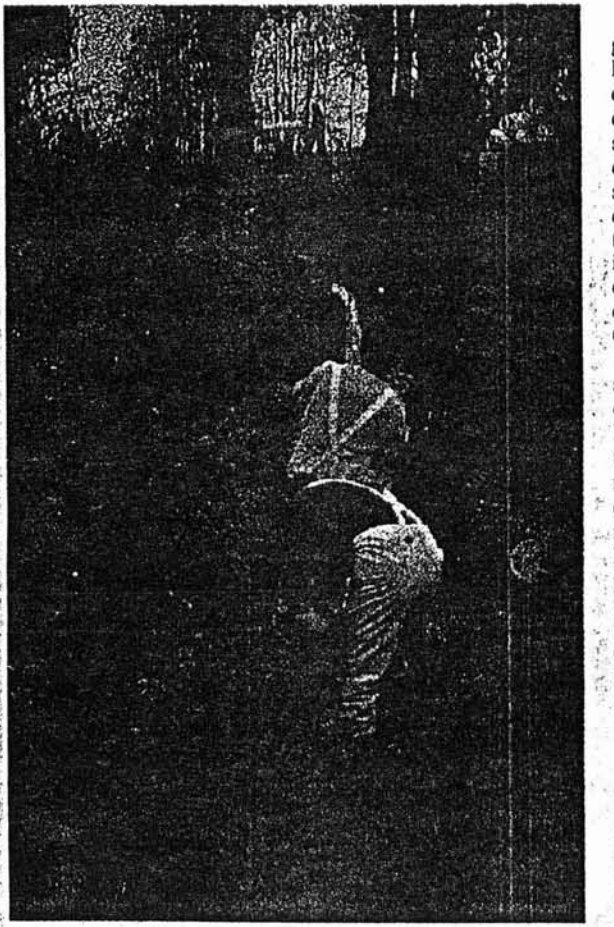
Es una herramienta que ha demostrado su utilidad en cultivos como la papa.

Tales inconvenientes son de importancia, dijo Ortega, quien está encargado de un proyecto conjunto entre Remehue y la Comisión Nacional de Riego para resolver el problema, ya que el mal drenaje hace disminuir la productividad de cultivos y praderas y, con ello, la rentabilidad de los agricultores. En la Región de Los Lagos hay 550 mil hás. con problemas de drenaje, o sea, el 32% de la superficie agropecuaria regional.

REVISTA DEL CAMPO SUREÑO" 6 - SEPT - 1993

DRENAJE Y FERTILIZACION EN CHILOÉ

7 años mejorando el ñadi



El investigador Juan Carlos Dumont explicó que la pradera estudiada fue manejada mediante pastoreos y cortes, donde el drenaje permitió un notable mejoramiento en la condición de acidez.

Tras siete años de investigación, profesionales del Inia Remehue determinaron que el mejoramiento de la acidez del suelo, en conjunto con la solución de los problemas de drenaje, permiten aumentar significativamente la producción y calidad del forraje justificando, plenamente la inversión en fertilización y obras de drenaje en terrenos característicos de la Isla de Chiloé.

Esta fue la principal conclusión obtenida en el día de campo dedicado a evaluar los efectos del uso de estas tecnologías en praderas naturales de Chiloé, actividad que efectuó el Centro Regional de Investigación Inia Remehue, el 17 de agosto pasado, en el módulo demostrativo de drenaje que mantiene Inia en conjunto con la Comisión Nacional de Riego, en el cruce San Juan (camino Ancud—Chacao).

ÑADIS

En la ocasión se dieron a conocer los resultados de siete años de ensayos en terrenos ñadis cercanos a Ancud, en un sector con grandes problemas de acumulación de agua y una pradera completamente degradada con altas proporciones de especies leñosas, junquillos, malezas de hoja ancha y gramíneas de valor medio a bajo.

Juan Carlos Dumont explicó que la pradera estudiada fue manejada mediante pastoreos y cortes, y el drenaje permitió un notable mejoramiento en la condición de acidez, durante las siete temporadas evaluadas.

Asimismo la producción de forraje fue mayor en las parcelas que recibieron fertilización y drenaje simultáneamente, justificando ampliamente la realización de ellas a nivel de predio, explicó el investigador.

Enfatizó que "si solo se realiza fertilización o drenaje, los resultados son inferiores a los obtenidos en este ensayo. Asimismo aclaró que el potrero que sirvió de control o testigo donde no se hizo drenaje ni fertilización, permaneció en su condición original.

3 KILOMETROS POR HORA

El drenaje y la fertilización se realizó durante la temporada 1992—93 y la fertilización promedio aplicada cada año en primavera, consistió en 100 kilógramos por hectárea de Nitromag, 240 kilos por hectárea de Superfosfato triple, 80 kilos por hectárea de Muriato de Potasio y 200 de Fertiyeso. Además solamente en la primera temporada se aplicó 3 toneladas por hectáreas de Cal Iansa.

En ese sentido, Leopoldo Ortega manifestó que la época óptima de construcción corresponde a salida de primavera y comienzo de verano. Asimismo dijo: "la velocidad de trabajo debe ser de 3 kilómetros por hora y la profundidad de las galerías recomendable es de 50 cms., dejando una distancia de dos metros entre cada galería".

Todo lo anterior permite construir un dren suficientemente estable, durable y con suficientes agrietamientos periféricos para permitir la recolección de los excesos de agua del suelo".

Además de las demostraciones en terreno de estos parámetros, se analizó los diferentes casos de drenaje y fertilización, y se hizo una evaluación económica de la utilización de estas tecnologías, en la que participaron cerca de 130 personas, entre profesionales y agricultores, que asistieron a este día de campo.

En el sur de nuestro país, especialmente en la X Región, es donde se presentan los problemas más graves de dre-

"REVISTA DEL CAMPO" EL MERC
15-NOV-99

En Frutillar:

PRIMERA MACRORRED DE drenaje

En las cercanías de Frutillar comenzará la construcción de la primera macrorred de drenaje para uso agropecuario de todo el país.

La iniciativa contempla una inversión total de $185 millones para la construcción de zanjas colectoras, drenes topo y la intervención de cauces naturales de agua en una superficie que supera las 1.500 hectáreas de nueve predios de la mencionada comuna.

● Proyecto piloto contempla el mejoramiento de 1.500 hectáreas de suelos ñadis.

Leopoldo Ortega, jefe del proyecto, señaló que la iniciativa "tiene especial relevancia, porque generará información y experiencia sobre un tema que ha sido considerado como estratégico por el Ministerio de Agricultura, siendo integrado a su agenda de trabajo con una alta prioridad, por lo que se estima que ésta será la primera de muchas otras macrorredes de similar o mayor envergadura, que deberían generar un cambio histórico en las condiciones productivas de los suelos ñadis".

El origen de este proyecto se remonta a 1994 en una consultoría que efectuó un equipo profesional de Inia Remehue a la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas y que contempló el estudio de diseño de una red de drenaje para 1.500 há de suelos ñadis. Posteriormente, la iniciativa fue presentada en 1997 a la Comisión Nacional de Riego, entidad que la aprobó al año siguiente con un subsidio del 75% de la inversión total requerida por la obra.

Actualmente en la X Región existen 320 mil hectáreas de suelos ñadis —19% de la superficie agropecuaria regional— que poseen problemas de saturación de agua y que, según estudios de Inia Remehue, al mejorar el drenaje y la fertilidad de los suelos de uso agrícola se consigue un incremento sustancial de la productividad de praderas y cultivos.

DIARIO AUSTRAL

En "Día de Campo" explicaron a agricultores técnica del arado topo

Para un mejor drenaje

Durante un "Día de Campo" realizado por la Comisión Nacional de Riego y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) en el sector El Roble de la comuna de Río Bueno, y con la presencia del subsecretario de Agricultura, Jean Jacques Duhart: del alcalde de Río Bueno, Waldo Flores; y del director regional del INIA Remehue, Francisco Lanuza, se explicó a cerca de un centenar de agricultores la técnica del arado topo para un mejor aprovechamiento del sistema de drenaje de los suelos.

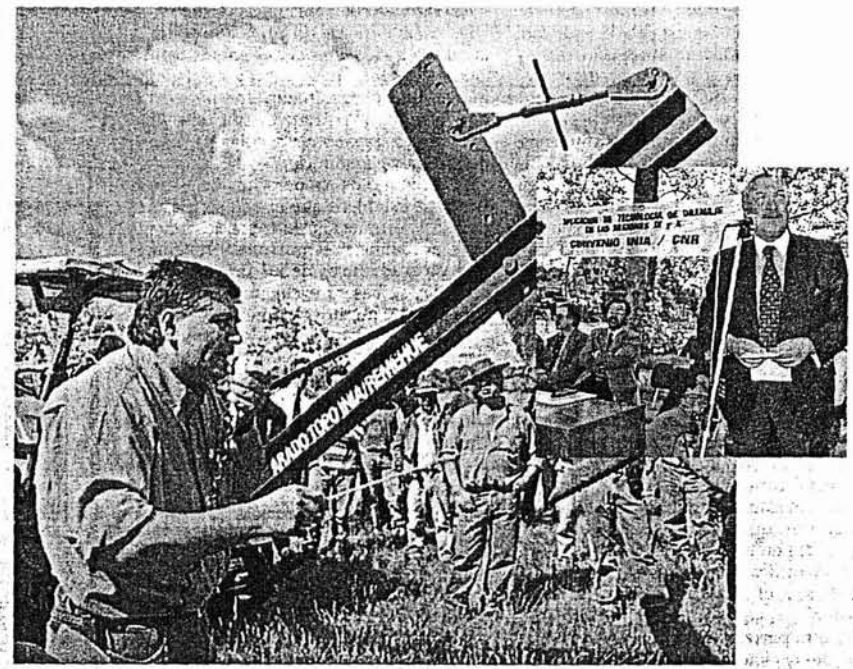
En esta jornada que partió a las 15.30 horas y culminó pasadas las 17 horas de ayer en el módulo de drenaje "El Roble", se entregaron en comodato arados topos a las comunidades de drenaje Quilquilco y Carimallín de Río Bueno, como también a "Loma de la Piedra" de Frutillar, en un convenio suscrito entre la Comisión Nacional de Riego, el INIA y las empresas operadoras Veagrotec de Río Bueno y Codecam de Purranque.

El secretario ejecutivo de la Comisión Nacional de Riego, Ernesto Schulbach, indicó que el tema del drenaje ha sido uno de los compromisos del Gobierno de la Concertación, habiéndose iniciado las primeras investigaciones en 1993 con algunas parcelas demostrativas en las provincias de Chiloé y de Llanquihue, lo que antes no se había hecho.

"Iniciamos la aventura del drenaje, incorporamos las zanjas, los arados topos y un campo absolutamente improductivo lo transformamos realmente en un campo productivo. Después quisimos que la gente que había participado en la Ley de Fomento de Proyectos de Drenaje y con la experiencia de todo lo aprendido de suelos deficitarios y de peores condiciones, hacer la transferencia", explicó.

LA ESPERANZA

Añadió que ahora en este trabajo conjunto de la Comisión Nacional de Drenaje con el INIA se introduce este instrumento del arado topo, que permite hacer las galerías para evacuar los excesos de agua y se vayan a las zanjas colectoras. "Esta es la esperanza para gran cantidad de suelos mal drenados de esta región. El Gobierno del Presidente Frei y de la Concertación quiere seguir trabajando en esta línea porque cree en la agricultura chilena", sostuvo.



Una demostración en una pradera realizó el ingeniero agrónomo del INIA, Leopoldo Ortega, quien explica las bondades del arado topo. El secretario ejecutivo de la Comisión Nacional de Riego, Ernesto Schulbach, (arriba) estuvo presente en la actividad.

El subsecretario de Agricultura Jean Jacques Duhart, destacó la importancia de la entrega de estos instrumentos y las condiciones para que los productores puedan desarrollar el potencial que tiene el agro del sur. "Es una agricultura —dijo— que sabemos que ha sufrido cambios muy importantes en las últimas décadas producto de la apertura económica, de una inserción y participación creciente de Chile dentro del comercio internacional que ha abierto grandes posibilidades para el desarrollo del sector, pero que también ha significado desafíos y exigencias cada vez mayores".

Concluyó que es por ello que el Gobierno ha estado apoyando este proceso de cambio con una política de inversión para ir potenciando la productividad, trabajando en la calidad de los suelos, con un programa que bonifica las tierras degradadas y que apunta a subsidiar el esfuerzo por recuperar su capacidad de producción que asegure en el futuro que la tierra devuelva buenos resultados para invertir en ella.

Resumen

Decreto

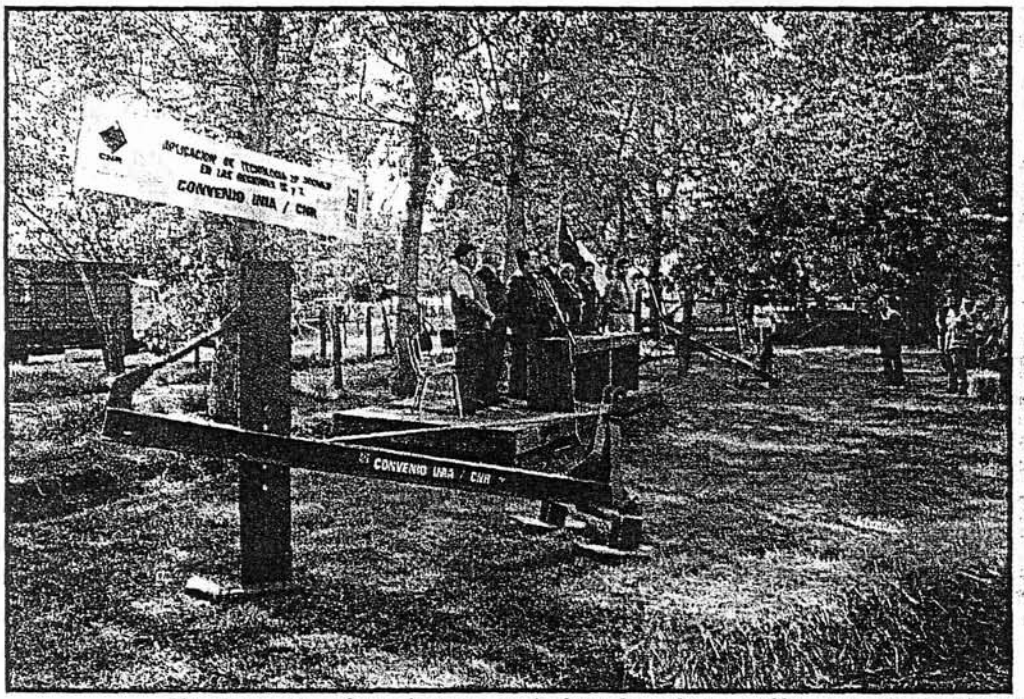
La Sociedad Nacional de Agricultura informó que avanza la gestión para la aplicación del Decreto Supremo que modifica el Decreto 484, que desde 1980 reglamenta la aplicación de los artículos 23 y siguientes de la ley 3.063 sobre Rentas Municipales. El decreto modificatorio fue firmado por el Presidente Frei durante la celebración del Día del Agricultor.

En la resolución se especifica que las actividades que estaban siendo objeto de cobro de patentes —como la tala de árboles y la crianza y engorda de animales— no están afectos a ella por cuanto constituyen actividades agrícolas.

Comité

Con la presencia del primer vicepresidente de la SNA, Andrés Santa Cruz, la sociedad creó su comité de aguas, conformado por representantes de la juntas de vigilancia de los ríos más importantes del país, se encargará de todas aquellas materias vinculadas al recurso hídrico y asesorará en ello al presidente y al directorio de la sociedad. Como presidente del comité fue designado el consejero Humberto Aguirre.

REV. CAMPO SUREÑO DIARIO AUSTRAL 29/NOV/99



El arado topo es una herramienta que permite drenar los suelos con problemas.

Drenaje en

Qued por h

Es un tema al cual hay que tomarle el peso. El drenaje es la herramienta que puede contribuir a aprovechar mejor el recurso suelo.

Así ocurrirá en Río Bueno, comuna en la cual un grupo de pequeños productores recibió un set de arados—topo donados por la Comisión Nacional de Riego. Ellos han sido apoyados por las empresas de transferencia tecnológica de la zona y por Inia Remehue para capacitarse en el uso del drenaje como herramienta.

El paisaje cambiará. Cerca de 220 productores y 2600 hectáreas de Loma de la Piedra (Purranque), El Roble y Quilquilco (Río Bueno) podrán mejorar sus tierras. Ya no pasarán con sus potreros inundados, sin posibilidad de aprovecharlos. Para el agrónomo de Inia Remehue y especialista en riego y drenaje, Leopoldo Ortega, la entrega de estos equipos fue la culminación de un proceso de desarrollo de la aplicación de tecnologías de drenaje al nivel de los que la usan, o sea, los productores.

"Hemos conmplementado la acción del Estado a través de la construcción de obras de drenaje mediante la ley de fomento, específicamente en Río Bueno, hay 5 proyectos construidos por esta ley, los que totalizan aproximadamente 2 mil hectáreas como conjunto. Nuestro trabajo como Inia es operar en la segunda etapa de su desarrollo, que es posterior a la obra de drenaje, que es el drenaje intrapredial, donde es fundamental poder capacitar a la gente en el uso de técnicas de drenaje intraprediales en donde hay que usar correctamente el arado topo", dice.

El grupo de productores beneficiados recibirá la capacitación necesaria para usar correctamente este arado y así sacarle el mayor partido posible. A juicio de Ortega, se trata de un tremendo avance, debido a que en el mercado no existe un equipo similar a éste.

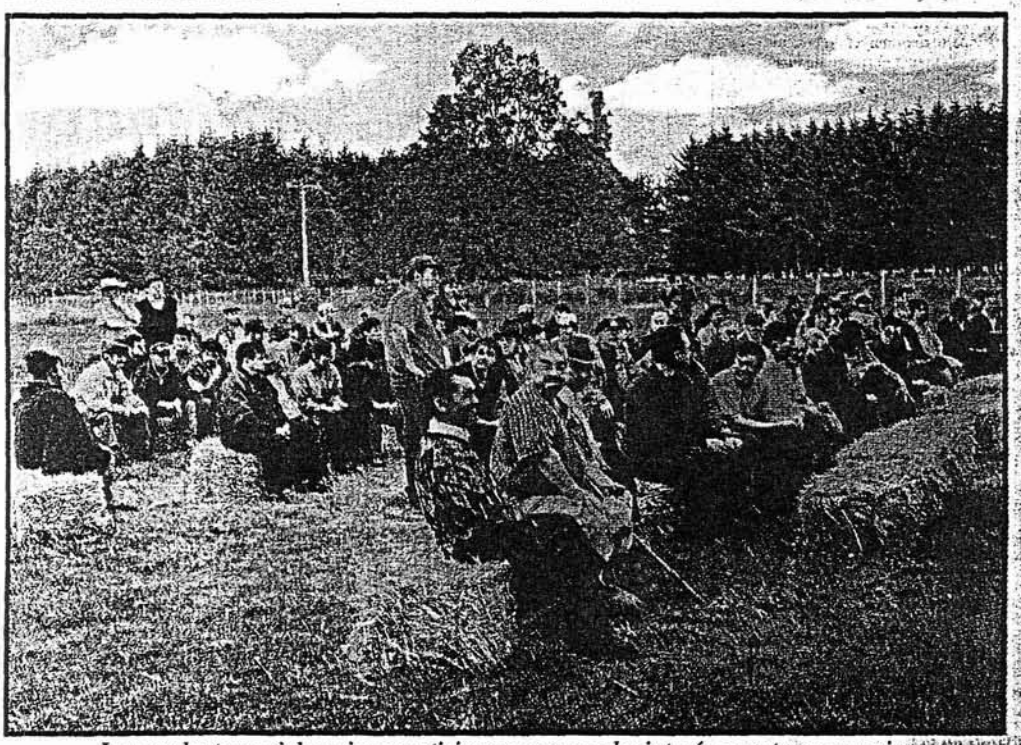
¿Qué es un arado topo?

Existe una herramienta útil para drenar los campos. No es de gran tamaño —como las usadas por los holandeses— pero su eficacia está comprobada en el aprovechamiento y uso de tierras que antes eran improductivas.

El arado topo es el protagonista de esta historia. Productores como Otto Kusch lo han demostrado en sus campos. Es un equipo simple, pero de mucha utilidad para recuperar la tierra.

Este implemento se acciona con un tractor. Construye galerías subterráneas en el interior del suelo a nivel del potrero, las cuales recolectan todos los excesos de agua que se acumulan sobre las praderas. Así, cuando llueve, estas aguas se pueden infiltrar rápidamente hacia estas galerías y se evacúan hacia los drenes colectores.

Su rendimiento por hora es relativo. Dependerá de si es usado con tractor o con bueyes, pero se puede pensar en que es posible arar 10 hectáreas diarias con este equipo.



Los productores riobueninos participaron con mucho interés en esta ceremonia.

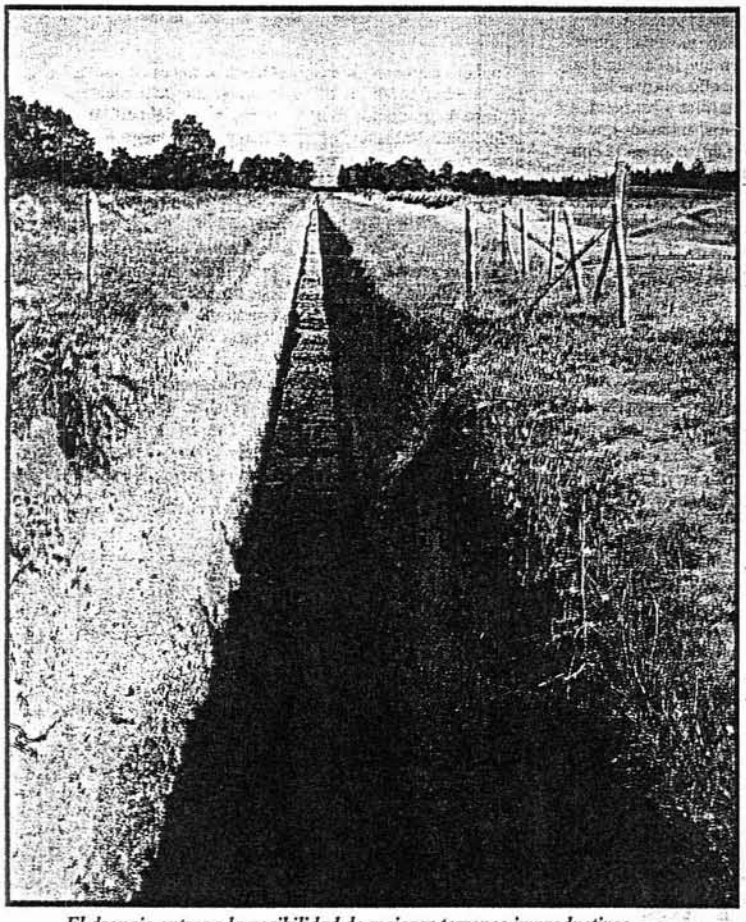
REV. CAMPO SUREÑO
DIARIO AUSTRAL
29/NOV/99

el sur:

a mucho acer

Escribe
Hardy Avilés

Las autoridades reconocieron la importancia de esta herramienta para el progreso de la zona.



El drenaje entrega la posibilidad de mejorar terrenos improductivos.

Hay que aprovechar los recursos

Así como en Río Bueno están usando todos los instrumentos posibles para hacer un uso más eficiente de los terrenos que estaban improductivos por problemas de drenaje, podrían ser muchos más los productores que se sumen a estas obras.

Hay recursos y hay tecnología para ampliar la capacidad del campo. Un predio con mal drenaje le cuesta ser competitivo y, una vez que se vence este problema, sus posibilidades crecen.

La X Región tiene un tremendo potencial que no ha sido usado. La agricultura y sus actuales condiciones demandan ser bien eficientes y uno de los secretos está en sacarle el mayor partido posible a la tierra.

El drama —sí que lo es— de los suelos ñadis es que cuesta mucho sacarles trote. Como el agua no puede infiltrarse correctamente, pasan gran parte del año tapados, sin que se pueda realizar una agricultura eficiente. El drenaje le entrega esa posibilidad.

Chilote "de tomo y lomo", el director nacional de la Comisión Nacional de Riego, Ernesto Schulbach, conoce los largos inviernos que tiene que soportar el agricultor para aprovechar sus potreros. Y es que quizá no se ha dimensionado como corresponde a los predios con problemas de drenaje, con inconvenientes tan evidentes que ya son parte del paisaje.

Schulbach y su equipo quieren revertir esto. Están conscientes que la X Región puede sacarle mayor partido a su tierra a través de la recuperación de suelos a través del drenaje.

"Es un tema mucho más importante de lo que parece. Creo que se conoce poco. En las regiones IX y X tenemos un millón de hectáreas de suelo mal drenado y sólo en la X Región tenemos aproximadamente 600 mil hectáreas mal drenadas", explica.

El problema no es sencillo. Es gigantesco, si se toma en cuenta que la capacidad de suelos agrícolas susceptibles de regarse de todo el país son de aproximadamente 2.500.000 hectáreas. El millón de hectáreas con problemas de drenaje —si fuesen recuperadas en su totalidad— generarían un techo importantísimo.

Para la X Región, el tema del drenaje va más allá de lo agrícola. Es cosa de imaginar su potencial si se recuperase vía drenaje las 600.000 hectáreas que tienen este problema. "En mi opinión, este no es un tema solamente agrícola sino que es un tema que frena el desarrollo productivo de la región", dice.

n cios

problema del drenaje ha sido un inconveniente per-anente. Sin embargo, sólo en 1993 se inició una inves-gación sistémica en el tema del riego y drenaje. La omisión Nacional de Riego e Inia Remehue iniciaron esa fecha la investigación en un tema que no se mencionaba.

Hoy, después de varios años de investigación que ini-amos en parcelas demostrativas en condiciones muy mplicadas, nos encontramos con rendimientos inédi-tos. El potencial de drenaje, una vez que hemos frenado un ñadi, es importantísimo. Las praderas se recuperan e independiente de eso, se recupera un activo fijo que estaba absolutamente latente, que no existía".

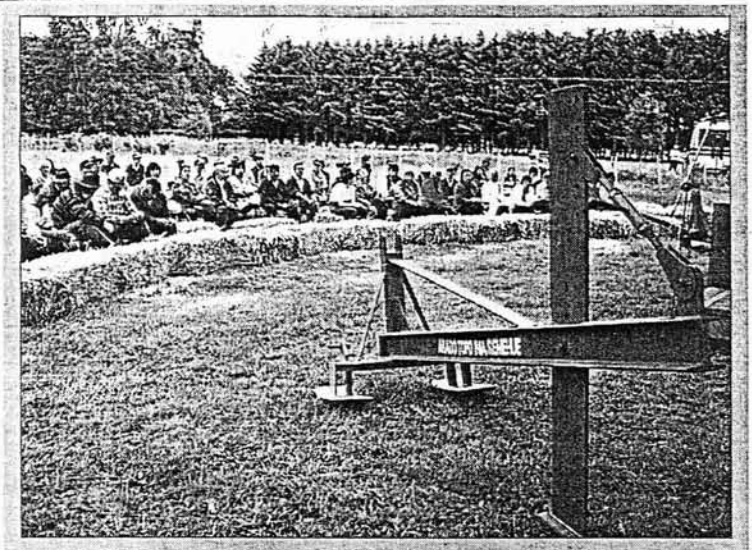
Desde el momento en que se hace un proyecto de drenaje, el valor de la tierra sube, también aumenta su rendimiento; las raíces se introducen y se profundizan y se retiran muchas especies indeseables. Así, el pasto reemplaza a la maleza. Cuenta que ha visto recuperarse praderas en 2 a 3 años; la incorporación de 2 animales por hectárea; y, producciones de menos de una tonelada de materia seca en suelos ñadis de mala calidad a una pradera regenerada con rendimientos de 6 a 8 mil kilos al tercer año.

La proyección que tiene el tema en la X Región en términos de recuperación son excepcionales.

Según Schulbach, la CNR posee muchos instrumentos a disposición de los productores agrícolas que tengan problemas de drenaje en sus predios. Entre ellos, hay investigación y transferencia tecnológica con parcelas demostrativas donde se ha hecho proyectos de drenaje.

"Todos los años estamos llamando a concursos para pequeños y medianos propietarios en proyectos comunitarios de drenaje, que son muy interesantes. Hago la invitación a participar en la ley de fomento de drenaje y en los proyectos de transferencia tecnológica. Aquí se privilegia lo asociativo", dice.

29/11



ARADO TOPO.— Mezcla de investigación chilena y aportes extranjeros, el "arado topo" o "camahueto" tiene la virtud de evacuar el exceso de agua de los potreros, mejorando la productividad del suelo, praderas y cultivos. La herramienta, desarrollada por el Inia Remehue de la Décima Región, tiene un diseño especial para la zona sur del país, con una hoja subsoladora y un balín de rotura de suelo especiales, además de un dispositivo con forma de patines, en su parte delantera, que elimina el microrrelieve de las praderas, con lo que se consigue una galería interna mucho más lineal. Fabricados por una empresa osornina bajo el nombre de "Arado topo Inia Remehue", tres aparatos fueron entregados por esa entidad investigadora y la Comisión Nacional de Riego, en comodato por 20 años a las comunidades de "El Roble", "Quilquilco", de Río Bueno y "Loma de Piedra" de Purranque. A la ceremonia de entrega asistieron el subsecretario de Agricultura, Jean Jacques Duhart; el secretario ejecutivo de la Comisión Nacional de Riego, Ernesto Schulbach, y el director regional de Inia Remehue, Francisco Lanuza.

REVISTA DEL CAMPO DIARIO EL HERALDO
06/12/99

REVISTA "AGROECONOMICO"
FUNDACION CHILE
Nº 54 ENERO/2000

Introducen arado especial para drenaje

INIA Remehue adaptó un implemento para las condiciones del Sur de Chile que se conoce como "Arado Topo" o "Camahuerto" y ahora está fomentando su uso entre los agricultores.

Un implemento especial para realizar obras de drenaje en la zona Sur de Chile está introduciendo y fomentando en la Décima Región, el Centro Regional de Investigación INIA Remehue. Se trata de un aparato que sirve para evacuar el exceso de agua de los potreros, mejorando la productividad del suelo, praderas y cultivos, conocido como "Arado Topo" o "Camahueto". Este último nombre corresponde a un animal mitológico de la Isla de Chiloé, capaz de romper el suelo en largas distancias dejando a su paso enormes zanjas.

Leopoldo Ortega, investigador de INIA Remehue y especialista en el tema explicó que el arado topo fue desarrollado como consecuencia de una investigación tecnológica realizada por INIA Remehue, y fue construido gracias al financiamiento de la Comisión Nacional de Riego (CNR), como una actividad del Programa "Aplicación de Tecnología de Drenaje en las Regiones Novena y Décima".

Sostuvo que "este aparato –necesario para mejorar el mal drenaje que sólo en la Décima Región afecta a 320 mil hectáreas- incorpora características de otros implementos usados en Nueva Zelandia, con adaptaciones especiales para las condiciones de la zona sur de nuestro país, como son el diseño de la hoja subsoladora y el balín de rotura del suelo, que han sido estructurados para el tipo de terrenos que posee la Región de Los Lagos".

Añadió que "tienen incorporado un dispositivo con forma de patines ubicados en la zona delantera del implemento que permite eliminar el microrrelieve existente en las praderas y producir una galería interna mucho más lineal".

Recientemente, tres de estos aparatos que son fabricados por una empresa osornina y se están vendiendo como "Arado Topo INIS Remehue", fueron entregados en comodato por el citado centro regional de investigación y la Comisión Nacional de Riego, a tres comunidades organizadas de la Décima Región.

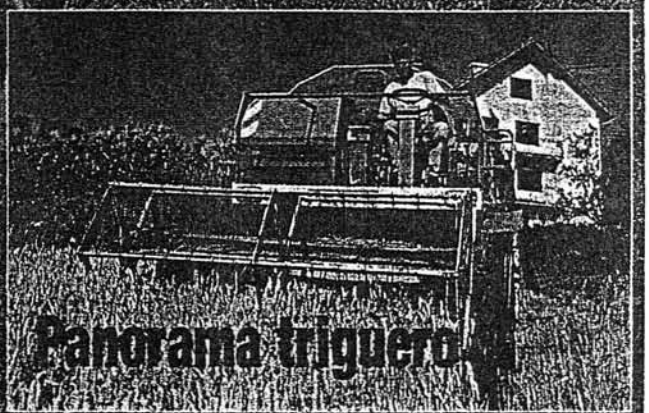
El mencionado comodato tiene una duración de 20 años y las comunidades de drenaje beneficiadas son "El Roble" y "Quilquilco" de Río Bueno y "Loma de la Piedra" de Purranque. "La idea es que los agricultores cuenten con un implemento para ser usado en la construcción de drenes en sus predios, contando para ello con la asesoría de las empresas Codecam y Veagrotec, a las que se le ha encomendado la administración de los arados" manifestó Ortega.

Por Luis Alberto Opazo, periodista INIA Remehue.

Campo suerte

Nº 825 Lunes 7 de febrero de 2000

En Frutillar
Macro red de drenaje en marcha



Panorama triguero

CAMPO SUREÑO 7/FEB/2000

FRUTILLAR

Red de drenaje en marcha

Escribe
Katherine Bopp

En la X Región existen 320 mil hectáreas con problemas de drenaje cuyo potencial productivo pasa por mejorar este problema. La solución permitiría un aumento notable de la producción de carne y leche. Además, sólo en la zona cercana a Frutillar existen 80 mil hectáreas con problemas de drenaje.

El problema en la región de Los Lagos es muy puntual. Y corresponde a la acumulación de aguas superficiales. Durante gran parte del año (abril—octubre) la carga de pluviometría es muy alta, lo que significa que hay agua que los suelos no son capaces de evacuar, debido a que son muy planos, delgados y a que por debajo del suelo hay una capa impermeable que impide la infiltración.

También existe una limitación en la descarga de las aguas a los cauces naturales. Generalmente los esteros o ríos están bloqueados por árboles y tienen poca pendiente. Así, el problema se produce a nivel interno y externo de los predios.

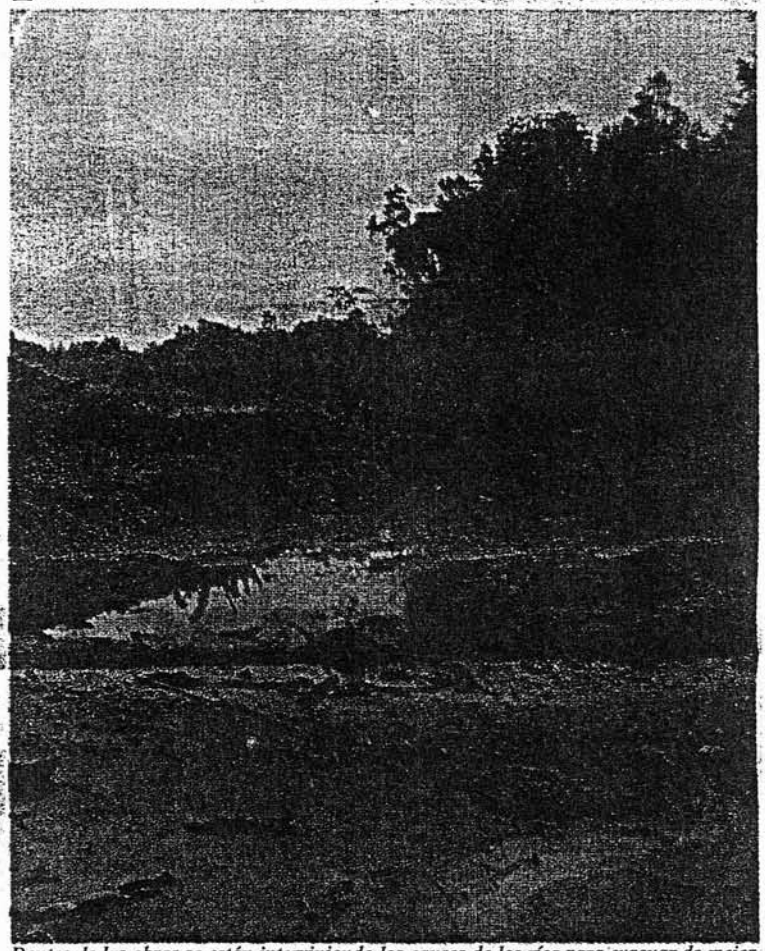
MACRO RED

Actualmente y gracias a un proyecto conjunto de los productores, ejecutado por Inia Remehue y patrocinado por el ministerio de Agricultura, a través de la Seremi y la dirección de Obras Hidráulicas, se está construyendo la primera macro red de drenaje ejecutada en nuetro país.

Son 9 propietarios del sector Frutillar Alto, entre los que figuran Domingo Urzúa, Rolf Koenekamp, Roque Massera y María Elena Winkler. Tienen 1500 hectáreas divididas en nueve predios.

La idea inicial en 1990 fue que el Estado pudiera realizar un gran programa de obras de drenaje, financiado en forma compartida con los agricultores.

El ingeniero agrónomo de Inia Remehue, Leopoldo Ortega, explicó que en la zona no existen obras de drenaje de gran envergadura, sólo a nivel predial, esto debido a los costos elevados y a que se requiere hacer una obra comunitaria. A su juicio, la zona de Frutillar es una de las más afectadas por el drenaje y donde más se podría aumentar la producción de forraje. "El problema no es individual, sino de grandes áreas. Para solucionar el asunto de fondo fue necesario intervenir una gran superficie".



Dentro de las obras se están interviniendo los causes de los ríos para evacuar de mejor forma las aguas.

Pese a todo, salió...

Finalmente se seleccionó un área como proyecto piloto porque este terreno tenía una descarga de las aguas más expedita que otras. Esto corresponde a 9 predios con dos cauces (río Colihual y estero Kuschel) que rodean los terrenos. Estos cauces naturales fueron intervenidos en un 70%.

Ortega señaló que finalmente se eligió estos predios, se contactó a los propietarios y se llegó a un acuerdo para realizar los estudios. "Entre 1992 y 1994 se realizó el estudio financiado por el Ministerio de Obras públicas y realizado por el Inia. Incluyó un estudio topográfico, de suelos, de diseño de las obras y otros". Finalmente, cuando el estudio estuvo concluido se postuló a financiamiento por parte de la Ley de Fomento de riego y drenaje.

Además, en ese momento, cuando se postuló al subsidio en 1998 se incorporó una nueva exigencia que fue la ambiental. "Nosotros fuimos el primer proyecto que tuvo que cumplir con la ley de base del medioambiente y sus reglamentos. Hubo que presentar una declaración de impacto ambiental que fue aprobada, pero que no estuvo exenta de dificultades por que era primera vez que se presentaba un proyecto de drenaje al sistema de evaluación de impacto ambiental", explicó Ortega.

EJEMPLO

Debido a la envergadura del proyecto y a su carácter de iniciativa piloto y pionera en el país, ha generado algunas dificultades y problemas propios de esta situación referidas a la agilidad de los procedimientos y a la claridad de los mecanismos que contrastan con otras obras que, por ser de menor tamaño, no han tenido este tipo de dificultades. Así, los productores fueron enfáticos en señalar que esperan que de aquí en adelante se trate de simplificar los procesos, evitando la burocracia.

Luego de muchos sufrimientos, el 10 de noviembre de 1999 se otorgó los permisos de construcción y las obras se iniciaron el día siguiente.

Así, desde que se aprobó el subsidio, el protagonismo ha estado en manos de los productores. Ellos han asumido su cuota de responsabilidad y el riesgo de realizar las obras. El proyecto actualmente está en plena etapa de construcción.

A juicio de Leopoldo Ortega, este proyecto tiene un grado alto de éxito y seguridad ya que se conoce otras experiencias similares en Holanda que sirven de modelo para que estos proyectos puedan dar buen resultado en Chile.

Además, Ortega explicó que debería servir de modelo de aprendizaje para futuras obras tanto de rescatar lo bueno como mejorar los problemas que pudieran haber ocurrido.

Leopoldo Ortega (a la derecha) junto a los productores involucrados en este proyecto recorrieron la construcción de las obras.

...rrigación para
a conservación de forraje,
ales como un aumento nota-
le de la producción y mejo-
as en la calidad de las pra-
leras, dio a conocer un
rupo de profesionales del
Centro de Investigación de
nia Remehue, hace una
emana en los sectores de
San Juan (Ancud) y Piruqui-
ıa (Castro, en la isla de Chi-
oé.

En la ocasión, se presenta-
on los resultados producti-
os de praderas sembradas
ıace tres temporadas en sue-
os drenados y fertilizados,
n el marco de un proyecto
ue se está realizando en
onjunto con la Comisión
Nacional de Riego.

MAS PRODUCCION

En dichos estudios se
lemostró que en los potreros
ue poseen obras de drenaje
ara evacuar el exceso de
ıgua del suelo en el invier-
ıo, se registra una mayor
roducción de pasto. Por
jemplo, durante la tempora-
la recién terminada, se
egistró una diferencia de
nás de un 16% de produc-
ción de materia seca entre
ın sector sin drenar y otro
drenado. Mientras en el sec-
or con drenaje se midió casi
11 toneladas de materia seca

...sin drenaje, la produc-
ción llegó a 8,9 toneladas de
pasto por hectárea.

Asimismo la composición botánica de la pradera entre los sectores drenados y sin drenar, es significativamente distinta. En los tratamientos con drenaje, la pradera tiene una fuerte presencia de trébol blanco, enriqueciendo con proteína la ración de los animales, en tanto, los potreros sin drenar poseen pasturas de muy baja calidad nutricional como junquillos y algunas malezas.

Otra diferencia importante desde el punto de vista de la alimentación animal durante el invierno, es que en los sectores drenados se facilita la cosecha de forraje para ensilaje, ya que la segadora puede cortar el pasto casi a nivel del suelo, aprovechándose al máximo este recurso. En cambio, en los sectores que no han sido drenados, se produce una saturación del suelo con agua durante gran parte del año, lo que provoca que los animales se entierren al pastorear, dejando los terrenos tan disparejos que luego, en esta época, es imposible cosechar el pasto por el riego de causar deterioros en las maquinarias que realizan esta faena.

En esta zona, los productores han visto como año a año se ha mejorado la condición del suelo. En los módulos demostrativos, hace cuatro años, la superficie era totalmente improductiva, ya que estaba cubierta por espinos, helechos y junquillos, que no tienen ningún valor alimenticio para los animales. No obstante, luego de habilitar estos terrenos y sembrarlos con praderas de alta producción, los vacunos cuentan con una abundante oferta de pasto, compuesta por trébol blanco y ballicas principalmente.

Al respecto el ingeniero de Inia Remehue, Juan Carlos Dumont, enfatizó en las favorables condiciones de crecimiento que tienen las forrajeras en el suelo drenado y fertilizado, ya que las raíces de las plantas pueden extraer sus nutrientes de una mayor profundidad, lo que se traduce en un aumento de la producción de forraje de alta calidad.

Eso sí, aclaró Dumont que para obtener altas producciones la fertilización de mantención es vital". En este sentido explicó que en el sector de San Juan, se utilizó una fórmula de fertilización que aportó nitrógeno, fósforo, potasio y azufre al suelo, logrando buenos resultados.

Una pradera drenada aumenta notablemente su producción de pasto. Así lo dieron a conocer los investigadores de Inia Remehue.

Intervet

Hoechst Roussel Vet

Tiene el agrado de informar a sus distinguidos clientes, que a partir del Lunes 7 de Febrero del 2000, sus nuevas oficinas centrales estarán ubicadas en la calle

San Pío X 2460, oficina 808,

Agenda

Nicaragüa pide cupo

El Gobierno de Nicaragua está solicitando cupos para despachar a Chile carne de bovino con preferencia arancelaria, a cambio de abrir su mercado a productos chilenos tales como leche en polvo, quesos, carne de ave y cerdo, vinos y productos agroindustriales.

La petición está contenida en la ronda de negociación que Chile realiza con cada uno de los países de Centroamérica, luego de la suscripción de un acuerdo comercial con los integrantes de esa subregión. En ese acuerdo, los productos chilenos con banda se mantienen inalterables.

Feria Agrícola en Quinchao

La especialidad agrícola del Liceo Insular de Achao y el Prodesal de la comuna de Quinchao está planificada para el viernes 18, sábado 19 y domingo 20 de febrero, la realización de la tercera Feria Agrícola de Quinchao. La base de los participantes son las organizaciones productivas comunales.

Los objetivos del evento son mostrar los rubros productivos de la zona, las tecnologías innovadoras, informar acerca de los programas del Estado que apoyan al sector y promover el interés de la comuna por la educación técnica agropecuaria del Liceo Insular Achao.

Mayores informaciones podrán ser obtenidas en el fono (09) 511 76 27.

Taller de drenaje en Río Bueno

Un taller de construcción de drenaje intrapredial dictará el Inia Remehue el martes 15 de febrero desde las 14:30 horas en el módulo de Quilquilco, ubicado en la comuna de Río Bueno.

Se trata de una actividad que se enmarca en el "Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje en la IX y X Regiones", que está ejecutando Inia Remehue en conjunto con la Comisión Nacional de Riego (CNR).

El taller será dictado or el agrónomo Leopoldo Ortega y el técnico agrícola Carlos Campos y consiste en explicar la forma de utilización del arado topo.

TALLER DE DRENAJE

Profesionales de Remehue asistieron al taller sobre teconologías e instrumentos de subsidio estatal para proyectos de drenaje, realizado en Puerto Montt, Osorno y Valdivia.

En estas actividades, que se enmarcan en el "Programa de Aplicación de Tecnologías de Drenaje en las regiones Novena y Décima", que cuenta con el financiamiento de la Comisión Nacional de Riego (CNR), se dieron a conocer antecedentes de los proyectos de drenaje en la Décima Región y de los beneficios de la Ley 18.450 de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje. Representantes de CORFO informaron sobre los instrumentos de este organismo para estudios y construcción de proyectos de riego y drenaje. Además, INDAP de la Décima Región entregó información acerca de los proyectos asociativos, el bono de riego y los créditos de enlace para construcción de obras de drenaje. Por último, el Banco del Estado de Chile presentó las líneas de crédito que ofrece para la construcción de obras de riego y drenaje, así como el Fondo de Garantía para la pequeña industria.

Estos seminarios finalizaron con una mesa redonda y la entrega de conclusiones generales obtenidas.

FORMAS DE PRESENTACIÓN

La encargada de comunicaciones del CEE La Cruz, Carol Riveros, visitó la Feria Internacional de Talca (FITAL) con el objeto de rescatar nuevas formas de presentación en el área de la transferencia de tecnologías.

Presencia de La Cruz en la FITAL.

ANEXO 6. Invitación Evento Donación de Arados Topo a Comunidades Campesinas.

JEAN JACQUES DUHART, Subsecretario de Agricultura, saluda muy atentamente a Ud., y tiene el agrado de invitarle a participar junto a su familia, a una jornada de difusión en técnicas de drenaje, a realizarse el viernes 19 del presente en el sector EL ROBLE, Comuna Río Bueno. En esta ocasión se hará entrega en comodato de tres arados topos, para ser utilizados en los proyectos de drenaje construídos en los sectores El Roble, Quilquilco, Litran, Huinqueco y en proyectos que se ejecutarán en la Comuna de Río Bueno y Purranque.

PROGRAMA

15 :00 Hrs. Recepción

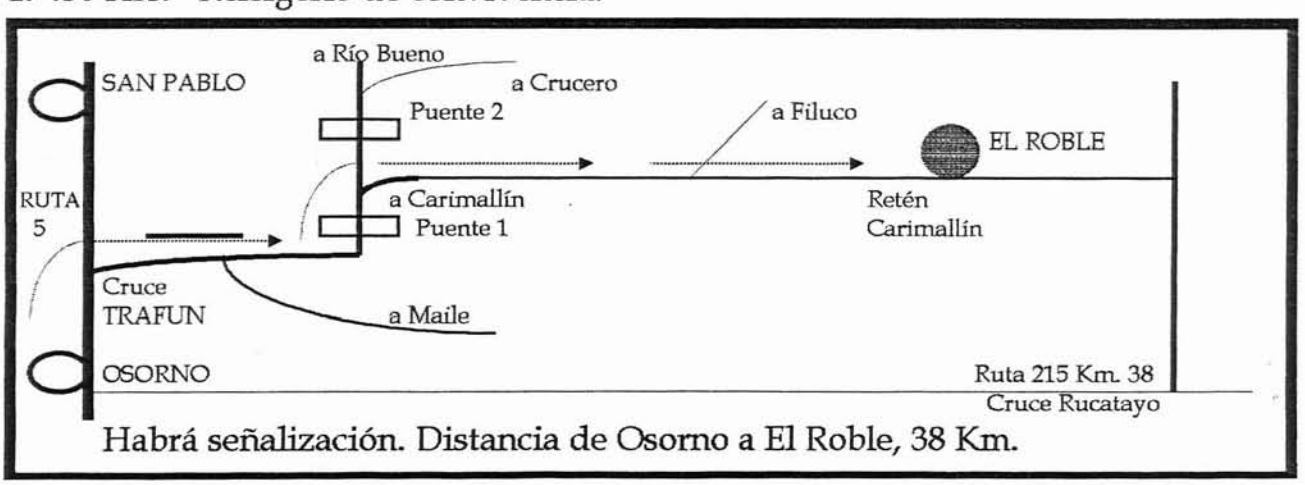
15 :30 Hrs. Ley de Fomento y subsidios a proyectos de drenaje.
Ernesto Schulbach B.
Secretario Ejecutivo Comisión Nacional de Riego.

15 :50 Hrs. Programa de riego y drenaje desarrollado por el Gobierno dentro del plan estratégico del Ministerio de Agricultura.
Jean Jacques Duhart. Subsecretario de Agricultura.

16 :15 Hrs. Ceremonia de entrega de arados topo
Convenio INIA / CNR en Técnicas de Drenaje
Francisco Lanuza A. Director Regional INIA Remehue.
Firma del Convenio entre representantes de agricultores, empresas operadoras VEAGROTEC de Rio Bueno y CODECAM de Purranque, CNR e INIA Remehue.

17 :00 Hrs. Demostración de construcción de drenaje topo.

17 :30 Hrs. Refrigerio de convivencia.



Habrá señalización. Distancia de Osorno a El Roble, 38 Km.

ANEXO 7. Minuta Evento Donación de Arados Topo a Comunidades Campesinas.

MINUTA CEREMONIA ENTREGA ARADO TOPO

FECHA: Viernes 19 Noviembre.

LUGAR: Sector EL ROBLE, Comuna Río Bueno

ACTIVIDAD CENTRAL: En esta ocasión se hará entrega en comodato de tres arados topos, para ser utilizados en los proyectos de drenaje construídos en los sectores El Roble, Quilquilco, Litran, Huinqueco y en proyectos que se ejecutarán en la Comuna de Río Bueno y Purranque.

PROGRAMA

15 :00 Hrs. Recepción

15 :30 Hrs. Ley de Fomento y subsidios a proyectos de drenaje.
Ernesto Schulbach B.
Secretario Ejecutivo Comisión Nacional de Riego.

15 :50 Hrs. Programa de riego y drenaje desarrollado por el Gobierno dentro del plan estratégico del Ministerio de Agricultura.
Jean Jacques Duhart. Subsecretario de Agricultura.

16 :15 Hrs. Ceremonia de entrega de arados topo
Convenio INIA / CNR en Técnicas de Drenaje
Francisco Lanuza A. Director Regional INIA Remehue.
Firma del Convenio entre representantes de agricultores, empresas operadoras VEAGROTEC de Rio Bueno y CODECAM de Purranque, CNR e INIA Remehue.

17 :00 Hrs. Demostración de construcción de drenaje topo.

17 :30 Hrs. Refrigerio de convivencia.

POBLACION OBJETIVO:

- Agricultores pertenecientes a las Comunidades de Drenaje favorecidos con el Subsidio de la Ley de Fomento de Proyectos de Drenaje Campesino, construídos en el Area de Influencia de los Módulos "Quilquilco" y "Carimallín", de Río Bueno.
- Agricultores del Area de Influencia del Módulo "Loma de la Piedra", de Frutillar.
- Autoridades políticas y administrativas de la Décima Región, especialmente las ligadas al sector silvoagropecuario.

FUNDAMENTACION:

La obra de drenaje construída mediante la Ley de Fomento, corresponde a una Macrored de Zanjas Colectoras y constituye la necesaria primera etapa de un Proceso de Recuperación de Suelos con problemas de drenaje, y su objetivo es evacuar las extensas acumulaciones de agua superficial y ofrecer una conección para la descarga de las redes intraprediales.

No obstante, esta Macrored no constituye la solución total del problema de drenaje a nivel de las raíces de las plantas en el interior de los potreros, ya que por sí sola es imposible que cumpla este objetivo.

Para lograr las adecuadas condiciones de aireación de las raíces se requiere la construcción de una red intrapredial de drenaje, que considere la construcción de colectores intraprediales y de drenes topo en el interior de los potreros.

Para lograr lo anterior, se requiere de una capacitación y asesoría técnica a los productores en técnicas de drenaje intraprediales, lo cual en este momento no está siendo implementado en las distintas Comunidades de Drenaje que han construído Macroredes.

Por lo tanto, mediante el Convenio entre INIA y la CNR, denominado "Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje en las Regiones IX y X", se pretende llevar a cabo una experiencia piloto en este sentido, incorporando activamente a las empresas de transferencia tecnológica de INDAP y a los propios agricultores, de tal manera de validar un método de trabajo sistemalizado y con experiencia de terreno.

COMPLEMENTACION CON POLITICAS GUBERNAMENTALES.

Esta actividad se complementa con los planes y estrategias de desarrollo impulsados por el Estado.

Esto se explica fundamentalmente debido a que con intervenciones de este tipo es posible mejorar significativamente la productividad e incorporar áreas con limitaciones a sistemas más intensivos de producción.

Específicamente, al demostrar los beneficios de las tecnologías de drenaje y mejoramiento de praderas, se pretende incentivar a los agricultores para que realizen inversiones en infraestructura de drenaje, utilizando la Ley de Fomento 18.450 para construir preferentemente las Redes Extraprediales de evacuación de aguas, y tambén el uso del Bono Campesino de INDAP, para las obras intraprediales.

ANTECEDENTES PROBLEMA DRENAJE Xa REGION.

Los suelos de la Zona Sur de Chile, presentan serios problemas de drenaje de tipo superficial, debido a un exceso de lluvias, limitaciones de topografía y presencia de estratas impermeables, lo cual restringe severamente el uso del suelo y el desarrollo de las raíces de las plantas.

En la Décima Región , existen 554.675 ha con problemas de drenaje, que representan un 32,4 % del total de la superficie agropecuaria, produciéndose pérdidas económicas de tal magnitud, que constituyen un freno para el desarrollo regional.

CUADRO Nº 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
%	100,0	18,9	13,4	32,4

FUENTE : INIA-REMEHUE, obtenido del Proyecto Aerofotogramétrico OEA-BID, 1961.
(*) : NR = No Reconocido.

ANTECEDENTES ESTUDIO "PROGRAMA DE APLICACIÓN DE TECNOLOGIA DE DRENAJE EN LAS REGIONES IX y X"

El Estudio "Programa de aplicación de tecnología de drenaje en las Regiones IX y X", es ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro Regional de Investigación Remehue, con financiamiento de la Comisión Nacional de Riego CNR por un monto de U.F 4.295,5 y con una duración de 2 años.

El Objetivo General del Proyecto es contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores de las regiones IX y X, a través del fomento a la construcción de obras de drenaje y al establecimiento de praderas mejoradas.

Los Objetivos Específicos son:

a) Evaluar el efecto de técnicas de drenaje en suelos de la X Región, en la productividad de praderas.

b) Apoyar a comunidades de agricultores, favorecidos con la Ley de Fomento en obras de drenaje en la X Región, en el desarrollo productivo predial.

c) Impulsar la adopción de técnicas de drenaje en las Regiones IX y X, mediante actividades demostrativas y de divulgación de las actividades del Programa, la Ley de Fomento y otras fuentes de financiamiento.

Se contempla la realización de diferentes actividades y productos, siendo las más importantes las siguientes:

- 6 Módulos de Validación e Investigación en Drenaje, Ubicados en Castro, Ancud, Frutillar y Río Bueno.

- Realización de diversas actividades como Días de Campo, Charlas Informativas, Giras Técnicas y Cursos de Drenaje, además de la elaboración de productos de divulgación técnica como Manuales Técnico-Divulgativos, Boletínes Informativos, Diaporamas y Videos.

(Se adjuntan Boletines Informativos del Proyecto y Manuales Técnicos)

ANEXO 8. Contrato Donación de Arados Topo a Comunidades Campesinas.

CONTRATO DONACION EN COMODATO ARADO TOPO A LA COMUNIDAD "QUILQUILCO"

En Río Bueno, a 19 de Noviembre de 1999, entre la Comunidad de Obras de Drenaje "Quilquilco" representada por don Arturo Vergara, RUT 1.328.366-4, en adelante "La Comunidad", la Comisión Nacional de Riego RUT 60.718.000-8, representada por su Secretario Ejecutivo don Ernesto Schulbach Bórquez, en adelante "la CNR", el Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, RUT 61.312.000-9, representado por el Director Regional del Centro Regional de Investigación Remehue don Francisco Lanuza Ayerdi, en adelante "el INIA", y la empresa operadora de Asistencia Técnica VEAGROTEC LTDA., RUT 79.999.380-5, representada por don Edgardo Manuel Muñoz García, en adelante VEAGROTEC, se celebra el siguiente Contrato de Donación en Comodato de un implemento agrícola denominado "Arado Topo", en base a los siguientes puntos y consideraciones:

1) El Arado Topo fue desarrollado por la investigación tecnológica realizada por el INIA, y fue construído mediante el financiamiento de la CNR, como una actividad del Programa "Aplicación de Tecnología de Drenaje en las Regiones IX y X" llevado a cabo entre INIA y la CNR.

2) El Arado Topo se cede en comodato por 20 años a la Comunidad de Obras de Drenaje "Quilquilco" y deberá ser usado para la construcción de drenes topo en los predios de los agricultores de la Comunidad y otros predios que lo soliciten.

   Este implemento no podrá ser enajenado y la Comunidad deberá costear la mantención y operación de este implemento.

3) VEAGROTEC será responsable de administrar y planificar el uso del implemento en los predios, mediante un programa de trabajo que contará con la asistencia técnica del INIA para la capacitación de los agricultores en el correcto uso de este implemento para la construcción de drenes topo.

4) El INIA actuará como árbitro y mediador en el caso de controversias no contempladas en el presente Contrato.

Ernesto Schulbach B.
Secretario Ejecutivo
Comisión Nacional de Riego CNR

Arturo Vergara
Representante Comunidad de
Obras de Drenaje "Quilquilco"

Francisco Lanuza A.
Director Regional CRI Remehue INIA

Edgardo Muñoz G.
Representante Legal VEAGROTEC LTDA.

ANEXO 9. Folleto entregado en Taller de Construcción de Drenes Topo Módulos Campesinos.

CONVENIO INIA / CNR

"PROGRAMA DE APLICACIÓN DE TECNOLOGIA DE DRENAJE EN LAS REGIONES IX y X"

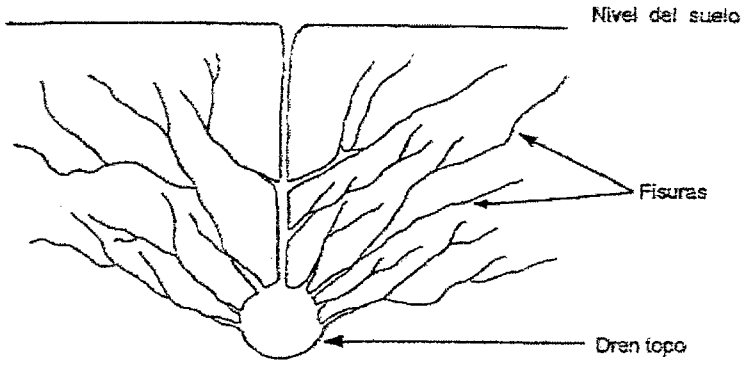
TALLER DE CAPACITACIÓN EN COMUNIDADES DE DRENAJE CAMPESINAS

TEMA : " CONSTRUCCIÓN DE DRENES TOPO "

Leopoldo J. Ortega C.
Ing. Agr. INIA – Remehue.

LOS DRENES TOPO.

Como se indica en la siguiente Figura, los drenes topo son galerías subterráneas construídas en el interior del suelo, de aproximadamente 7,5 cm de diámetro, las cuales están rodeadas de grietas.



Las grietas que rodean la galería son las que recogen el exceso de agua que se acumula en la zona de las raíces y en la superficie del suelo, y por lo tanto, estas grietas son la clave para el éxito del funcionamiento de estos drenes.

Estos drenes descargan en la zanja colectora debido a la gravedad, y por lo tanto, deben tener pendiente positiva en dirección a la zanja. Además, se requiere para la construcción de estos drenes, un contenido mínimo de arcilla de 20% en la zona de la galería.

EL ARADO TOPO.

El implemento utilizado para construir los "drenes topo", se conoce con el nombre de "Arado Topo".

Este equipo está compuesto por una barra de tiro, un par de patines estabilizadores frontales, una hoja subsoladora, un cilindro de penetración o "torpedo", y un balín expandidor, y puede ser accionado mediante tracción mecánica o animal.

En el caso de tracción mecánica, el acoplamiento al tractor es mediante el sistema de 3 puntos, y en el caso de tracción animal, el implemento es de tiro, mediante una cadena.

La principal ventaja de este modelo, es que mediante la barra de tiro, se anula en un grado importante, la replicación del microrelieve en el eje longitudinal del dren topo.

RECOMENDACIONES TECNICAS PARA CONSTRUCCION DE DRENES TOPO.

Los parámetros de diseño y construcción más importantes para los drenes topo son :

- Epoca de construcción.
- Espaciamiento entre pasadas.
- Velocidad de la labor.
- Profundidad de la galería.

En el siguiente Cuadro se presenta un resumen de las recomendaciones técnicas para construcción de drenes topo.

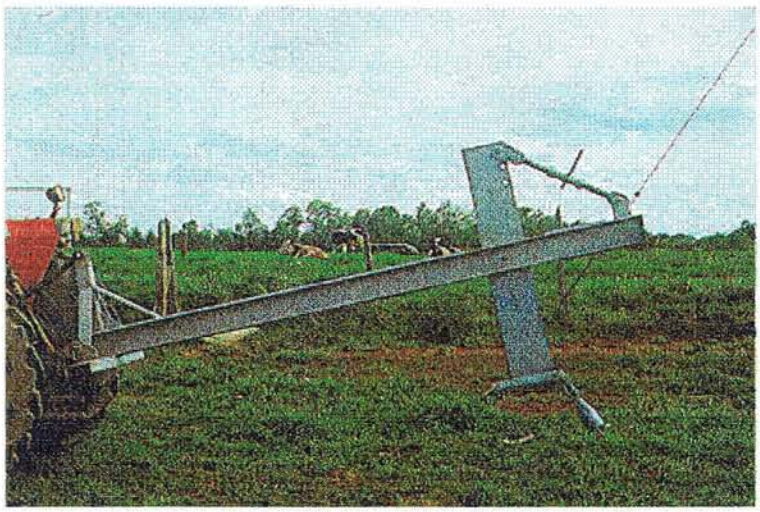
PARAMETRO	EXPLICACION	RECOMENDACION
Época de Construcción	En zona de grietas, debe haber humedad cercana a suelo seco, para que grietas no se cierren. En zona de galería debe existir suelo friable para garantizar estabilidad de la galería. Posterior a la labor, debe haber período de "fraguado" de grietas.	Salidas de Primavera a comienzos de verano, aproximadamente el mes de Diciembre, en la Xa. Región.
Velocidad de la labor	La rapidez de la rotura del suelo debe anular la elasticidad que tiende a cerrar las grietas. El roce del implemento debe producir calor para fraguar las paredes internas de la galería.	3 km/hr , equivalente a marcha primera lenta del tractor, o el tranco de una persona caminando normalmente.
Espaciamiento entre Pasadas	Lograr traslape horizontal de grietas entre dos pasadas consecutivas.	2 m
Profundidad de la Galería	Galería debe quedar en zona con mínimo 20% de Arcilla. Grietas deben alcanzar la zona radicular. Evitar daño por pisoteo animal.	50 cm

FOTOGRAFIAS CONSTRUCCION DRENES TOPO.

IMAGEN DE SISTEMA ZANJA – DREN TOPO EN SUELOS ÑADI. FRUTILLAR, DECIMA REGION.

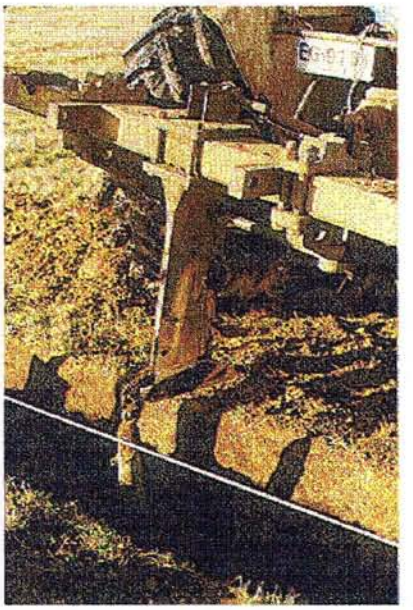
LOS DRENES TOPO SON GALERIAS SUBTERRÁNEAS RODEADAS DE GRIETAS PERIFÉRICAS, QUE RECOGEN EL AGUA DE EXCESO PRESENTE EN LA ZONA DE LAS RAÍCES.
LOS DRENES TOPO DESCARGAN POR GRAVEDAD, EN ZANJAS COLECTORAS DE EVACUACIÓN DE AGUAS.

IMAGEN DE ARADO TOPO DE ACOPLE A LOS TRES PUNTOS CON BARRA DE TIRO.



PARA CONSTRUIR EL DREN TOPO, SE UTILIZA UN IMPLEMENTO CONOCIDO COMO "ARADO TOPO", QUE CONSTA DE UNA BARRA DE TIRO, UN PAR DE PATINES ESTABILIZADORES FRONTALES, UNA HOJA SUBSOLADORA, UN BALÍN DE PENETRACIÓN O TORPEDO Y UN BALÍN EXPANDIDOR.

IMAGEN DE ARADO TOPO DE ACOPLE A LOS TRES PUNTOS SIN BARRA DE TIRO.



ALGUNOS AGRICULTORES UTILIZAN UN SUBSOLADOR AL CUAL SE LE HA AGREGADO UN BALÍN EXPANDIDOR, Y QUE NO POSEE BARRA DE TIRO.

ESTE TIPO DE IMPLEMENTO NO SE DEBE USAR, YA QUE LA RUEDA TRASERA DEL TRACTOR, TRANSMITE A LA GALERÍA DEL DREN TOPO TODO EL MICRORRELIEVE DEL SUELO, AFECTANDO LA LINEALIDAD DE LA GALERÍA.

IMAGEN DE INICIO DE LABOR DE TOPO, UBICANDO IMPLEMENTO FRENTE AL TALUD DE LA ZANJA.

PARA INICIAR LA LABOR, SE UBICA EL ARADO TOPO ENFRENTANDO EL TALUD DE LA ZANJA, CON UNA PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL TORPEDO DE APROXIMADAMENTE 50 CM.

LA LABOR DEBE REALIZARSE A COMIENZOS DEL VERANO, PARA PRODUCIR LAS GRIETAS PERIFÉRICAS AL ESTAR EL SUELO CERCANO A SECO EN LAS ESTRATAS SUPERCIALES.

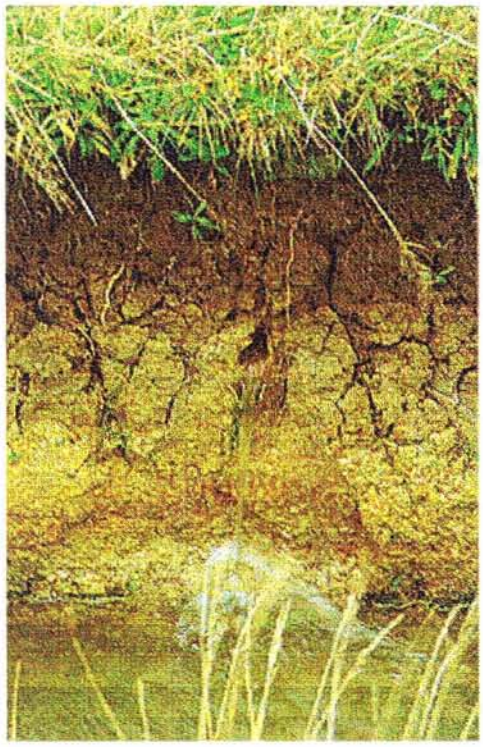
IMAGEN DE EJECUCIÓN DE LABOR DE CONSTRUCCIÓN DE DRENES TOPO.

LUEGO SE REALIZA LA TRACCIÓN DEL IMPLEMENTO Y SE VA CONSTRUYENDO LA GALERÍA SUBTERRÁNEA Y LAS GRIETAS, RECOMENDÁNDOSE UNA VELOCIDAD DE 3 KM/HR PARA ESTA LABOR.

IMAGEN DE PASADAS DE ARADO TOPO UNA VEZ CONCLUÍDA LA LABOR.

TODO EL TERRENO DEBE QUEDAR CONECTADO A LAS GRIETAS PERIFÉRICAS DEL DREN TOPO, LO CUAL SE CONSIGUE CON ESPACEAMIENTOS DE 2 METROS ENTRE PASADAS.

IMAGEN DE DREN TOPO EN FUNCIONAMIENTO.



FINALMENTE, QUEDAN CONSTRUÍDOS LOS DRENES TOPO, QUE SON GALERIAS SUBTERRÁNEAS RODEADAS DE GRIETAS PERIFÉRICAS, QUE RECOGEN EL AGUA GRAVITACIONAL PRESENTE EN LA ZONA DE LAS RAÍCES, PERMITIENDO ASÍ UNA BUENA AIREACIÓN DEL SUELO.

PARA MAYOR INFORMACION Y CONSULTAS DIRIGIRSE A :

Leopoldo Ortega Corrales
Ingeniero Agrónomo, Centro Regional de Investigación Remehue, Osorno
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

Km 8 Ruta 5 Norte. Casilla 24 – O. Osorno.
F. (64) 233515 – 235831 FAX (64) 237746
e-mail : lortega@remehue.inia.cl

ANEXO 10. Boletín Técnico-Divulgativo "Mantención de sistemas de drenaje superficial".

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

INIA REMEHUE

COMISION NACIONAL DE RIEGO
Departamento de Proyectos

CNR
Regando Futuro

MANUAL TECNICO DIVULGATIVO

Mantención de Sistemas de Drenaje Superficial

Zanja colectora destruida por falta de mantención.

PROYECTO: PROGRAMA DE APLICACION DE TECNOLOGIA DE DRENAJE EN LAS REGIONES IX Y X.

OSORNO, MARZO DE 2000

ANEXO 10. Boletín Técnico-Divulgativo "Mantención de sistemas de drenaje superficial".

INIA REMEHUE

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

COMISION NACIONAL DE RIEGO
Departamento de Proyectos

CNR
Regando Futuro

MANUAL TECNICO DIVULGATIVO

Mantención de Sistemas de Drenaje Superficial

Zanja colectora destruida por falta de mantención.

PROYECTO: PROGRAMA DE APLICACION DE TECNOLOGIA DE DRENAJE EN LAS REGIONES IX Y X.

OSORNO, MARZO DE 2000

El Departamento de Proyectos de la Comisión Nacional de Riego (CNR) y el Centro Regional de Investigación Remehue del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), presentan esta Cartilla Divulgativa Nº 5 correspondiente a una serie de documentos de este tipo, realizados con financiamiento de la Comisión Nacional de Riego

Autor:
Leopoldo Ortega Corrales
Ingeniero Agrónomo

Editor:
Giancarlo Bortolameolli Sepúlveda
Ingeniero Agrónomo, M.S.

Diseño e Impresión:
Imprenta América Ltda.

Tiraje:
1.000 Ejemplares

Osorno, Marzo de 2000

PREAMBULO

Desde el año 1993, la Comisión Nacional de Riego está impulsando la adopción de tecnologías de drenaje en la Novena y Décima Región, a través de contratos con el Centro Regional de Investigación Remehue.

Se comenzó trabajando en la Isla Grande de Chiloé, instalando una parcela demostrativa en Ancud. Luego, en años posteriores, se instaló una en las cercanías de Castro y otra cerca de Frutillar. Esta última parcela, tiene las características de ser una unidad de validación a escala real, que está permitiendo conocer el potencial productivo de los suelos ñadi una vez que han sido drenados y que se les ha incorporado un paquete tecnológico completo, que incluye enmiendas calcáreas y fertilización, así como la regeneración o siembra de praderas y su manejo.

También se están desarrollando acciones de difusión, transferencia tecnológica y capacitación en tres comunidades de agricultores que han sido beneficiados por la ley 18.450 con obras de drenaje.

Las obras de drenaje comunitarias construidas en la Décima Región desde 1986 a la fecha, suman un total de 26 proyectos, beneficiando a más de 293 agricultores. Estas obras de drenaje que hoy están en plena operación, deberán ser mantenidas año a año, para asegurar una eficiente operación y utilización en el tiempo, lo cual se verá favorecido con la organización de los agricultores en comunidades de drenaje.

El presente manual técnico divulgativo, tiene por objeto que tanto agricultores como profesionales que se desempeñan en el área del drenaje en las regiones del sur, tengan los elementos teórico - prácticos para mantener y mejorar las obras de drenaje y asegurar así una utilización eficiente y sostenida en el tiempo de esta infraestructura que permite evacuar los excesos de agua del suelo.

ERNESTO SCHULBACH BORQUEZ
SECRETARIO EJECUTIVO
COMISION NACIONAL DE RIEGO

INDICE DE MATERIAS

1. INTRODUCCIÓN 3

2. MANTENCION DE ZANJAS 5

2.1 Limpieza del sello. 5

2.2 Corte de vegetación. 6

2.3 Reparación de cercos. 7

2.4 Inspección y limpieza de alcantarillas. 8

3. MANTENCIÓN DE DRENES DE TUBERÍA 9

3.1 Remoción de sedimentos del interior de las tuberías. 10

3.2 Inspección, limpieza y reparación de estructuras. 12

4. MANTENCIÓN DE CAUCES NATURALES 14

4.1 Limpieza de sedimentos, ramas y árboles acumulados en la sección del cauce. 15

4.2 Control de vegetación en las riberas. 16

5. BIBLIOGRAFÍA 17

Otras Publicaciones 17

MANUAL TECNICO - DIVULGATIVO
MANTENCION DE SISTEMAS DE DRENAJE SUPERFICIAL

Leopoldo J. Ortega Corrales
Ingeniero Agronómo

1. INTRODUCCION

El sistema de drenaje es un conjunto de diferentes obras que tiene como objetivo evacuar el exceso de agua del suelo. Una vez que estas obras son construidas y comienzan a funcionar, es imprescindible establecer un programa de mantención.

En el presente Manual Técnico-Divulgativo, se proporcionan recomendaciones de mantención de las obras más importantes de los sistemas de drenaje superficial, como lo son las zanjas, las tuberías de drenaje y los cauces naturales.

La mantención de sistemas de drenaje, es un aspecto al que generalmente se le atribuye menor importancia de la que se merece, y en la mayoría de los casos, es un compromiso que se descuida y muchas veces se olvida por completo. Lamentablemente es frecuente constatar el deplorable estado de funcionamiento y conservación de obras de drenaje, en las que se han invertido cuantiosos recursos, situación inaceptable desde todo punto de vista (Fotografía 1).

Por lo anterior, es necesario reafirmar, recordar e insistir en la importancia de la mantención de las obras, de tal manera que sean asumidas como una obligación ineludible que debe ser cumplida permanentemente por los usuarios.

Fotografía 1.
Zanja de drenaje deteriorada, producto de una deficiente mantención. Nótese la tierra acumulada en el borde, el desmoronamiento de las paredes, la ausencia de cerco y las malezas en el sello.

Existen dos objetivos de gran importancia que se persiguen con la mantención de las obras. Por una parte, una adecuada mantención asegura la permanencia de las propiedades hidráulicas del sistema, es decir, permite que las obras funcionen adecuadamente descargando los caudales para las que fueron diseñadas. En el caso contrario, una deficiente mantención produce un aumento de la rugosidad de la superficie de contacto con el flujo del agua, lo cual reduce su velocidad, y también se produce una disminución de la sección transversal del flujo. Por estas dos razones, finalmente se produce una menor descarga de caudal del sistema.

Por otro lado, es obvio que solamente con una adecuada mantención es posible resguardar las inversiones que se realizan en las obras, de tal manera que se optimiza la vida útil de éstas, protegiendo y haciendo más eficiente el uso de los recursos.

Un adecuado diseño y una correcta instalación y construcción, minimizan las necesidades de mantención de las obras. Es decir, un proyecto bien diseñado y construído, demandará solamente la mantención estrictamente necesaria.

En el caso de proyectos comunitarios, la necesidad de mantención de las obras obliga a los usuarios a contar con una organización que les permita administrar y dirigir las labores de mantención y todas aquellas actividades de financiamiento y coordinación que ello implica. Muchas veces, es ésta la razón por la cual las labores de mantención no se realizan.

Fotografía 2.
Zanja con acumulación de ramas y material de derrumbes.

2. MANTENCION DE ZANJAS

Las zanjas corresponden a colectores que se trazan en el terreno conformando una Red de Drenaje Extra e Intrapredial. A continuación se describen las principales labores de mantención a realizar en las zanjas colectoras. Estas labores se recomienda efectuarlas previamente a la época de lluvias, durante el período estival, con frecuencia de una vez por temporada.

2.1 Limpieza del sello.

Una vez finalizada la temporada de drenaje, los caudales comienzan a disminuir en cantidad y velocidad, de tal manera que progresivamente se van depositando sedimentos que decantan en el sello o fondo de la zanja.

Por otro lado, en plena temporada de drenaje, las altas velocidades que suelen alcanzar los caudales, posibilitan el arrastre de objetos (troncos, ramas, piedras, restos de derrumbes, etc.), los cuales luego se depositan en puntos de cambio de dirección o de menor velocidad, lugares en donde progresivamente se van acumulando. En la Fotografía 2 se presenta la situación planteada.

La acumulación de estos materiales, produce una obstrucción y una menor área transversal disponible para el flujo, pudiendo ocasionar el desborde del caudal con el consiguiente daño por inundación. También puede ocurrir que se produzca erosión y socavamiento de las paredes de la zanja, producto de la mayor velocidad que se genera por el estrechamiento de la sección.

La extracción de estos depósitos, dependiendo de la longitud total y del tamaño de la zanja, se puede realizar manualmente, con palas, o utilizando excavadoras con un tipo de balde apropiado para la labor.

2.2 Corte de vegetación.

Las adecuadas condiciones de humedad y el estado de permanente rezago que existe en la berma, taludes y sello de la zanja, producen condiciones favorables para el crecimiento de la vegetación en estos sitios.

Al no realizarse la mantención, esta vegetación produce un aumento de la rugosidad de las superficies de contacto con el flujo del agua, provocando una disminución de la velocidad, y en una situación extrema, se reduce significativamente la sección de flujo. Estas dos situaciones, finalmente ocasionan una disminución importante de la capacidad de conducción de caudal de la zanja. En la Fotografía 3 se presenta una zanja con exceso de vegetación.

Fotografía 3. ***Zanja con exceso de vegetación.***

La labor de control de esta vegetación puede realizarse en forma manual usando herramientas cortantes (rozones, guadañas, machetes, etc.); en forma mecanizada, ya sea con herramientas mecánicas manuales, como una desbrozadora, o con el uso de implementos accionados con tractor, como una barra segadora lateral angulable; o también pueden ser utilizados herbicidas químicos de contacto como Gramoxone o sistémicos como Round-up.

2.3 Reparación de cercos.

La presencia de un cerco a ambos lados de la zanja es imprescindible para asegurar una adecuada mantención de ésta. Por lo tanto, debe realizarse periódicamente una inspección del estado de conservación de los cercos y al detectarse un desperfecto, debe procederse de inmediato a su reparación.

El principal daño que ocasiona la ausencia de cerco o un estado deficiente de éste, es la destrucción del talud de la zanja debido al pisoteo de animales de pastoreo, los que se aproximan a la zanja para abrevamiento y consumo de la vegetación existente. Este daño suele ser tan severo, que al cabo de algunos años prácticamente se produce la destrucción total de la zanja, como se muestra en la Fotografía 4.

Fotografía 4.
Zanja deteriorada por ausencia de cerco.

Por otro lado, un buen cerco es también garantía de seguridad para los animales, ya que aquellos de peso considerable, como los bovinos, pueden perecer ahogados o asfixiados al caer dentro de una zanja, sobre todo si ésta es de un tamaño considerable.

En la inspección de los cercos, debe revisarse el estado de los estacones, reemplazando aquellos que se encuentran quebrados o podridos, y también se debe revisar la fijación y tensión del alambre.

Para asegurar una mayor vida útil de los estacones, se recomienda impregnarlos, o pintarlos con aceite quemado, además de aplicar dos manos de pintura de óleo blanco en su extremo superior. En la Fotografía 5, se presenta una zanja adecuadamente protegida por cercos.

2.4 Inspección y limpieza de alcantarillas.

Las zanjas son trazadas en un diseño de red colectora de evacuación de aguas, y generalmente es necesario construir alcantarillas, cuando la zanja debe cruzar caminos.

Fotografía 5. ***Zanja con cerco de protección.***

Es frecuente que estas alcantarillas se construyan sin cámaras de decantación, razón por la cual al cabo de unos años presentan una gran acumulación de material depositado en su interior, el cual es difícil de limpiar y que reduce en forma importante la sección de flujo, como se muestra en la Foto 6.

Fotografía 6.
Alcantarilla obstruida por falta de mantención.

Las cámaras de decantación son receptáculos rectangulares que se instalan en cada extremo de la alcantarilla y cuyo fondo se ubica por debajo del sello de ésta, de tal manera de que al bajar la velocidad del agua en este punto, se produzca la decantación de las partículas en suspensión.

Por lo tanto, para asegurar la adecuada mantención de las alcantarillas y resguardar de esta manera que no se conviertan en un obstáculo para la red de zanjas, se deben instalar cámaras de decantación al inicio y final de la alcantarilla, como se muestra en la Fotografía 7, y proceder a la extracción de los sedimentos todos los años.

Fotografía 7. ***Alcantarilla y cámara de decantación para sedimentos.***

3. MANTENCION DE DRENES DE TUBERIA

Estos drenes consisten en una tubería de drenaje enterrada en una zanja y revestida por un material filtrante.

Las labores de mantención a realizar en drenes de tubería, se recomienda efectuarlas previamente a la época de lluvias, durante el período estival.

3.1 Remoción de sedimentos del interior de las tuberías.

No obstante el uso de material filtrante y de estructuras de mantención, con el transcurso del tiempo los drenes subterráneos disminuyen su eficiencia, lo cual puede deberse a diversas causas:

- Sedimentación de materiales finos del suelo, como arena fina y limo.
- Obstrucción por raíces de los cultivos, situación que es más frecuente en cultivos permanentes de arraigamiento profundo.
- Obstrucción por depósitos químicos, como óxidos de Fierro no soluble.

Cuando ocurren estos problemas, se realiza el mantenimiento para la eliminación de tales depósitos, mediante las siguientes labores:

Raspado con escobillas accionadas en forma manual o mecánica.

Se introducen en la tubería varillas con suficiente rigidez y flexibilidad que permitan raspar las paredes internas de los drenes, mediante escobillas adosadas en sus extremos. Esta técnica posee la limitación de no permitir una gran longitud de limpieza, razón por la cual su uso se ha descontinuado.

Lavado con agua a alta presión, utilizando una bomba inyectora.

Este método consiste en la introducción de una manguera a presión en el interior de la tubería, que en su extremo inicial tiene una boquilla que posee dos salidas en diferentes direcciones, por donde se expulsa el agua a gran velocidad, como se indica en la Fotografía 8.

Fotografía 8. ***Boquilla de alta presión para lavado de tuberías.***

Una de las salidas de la boquilla es un chorro lineal frontal, el cual va impactando y desagregando los depósitos de material. La otra salida consiste en un cono que se proyecta en sentido inverso, y que al impactar la pared interna de la tubería, genera una fuerza de reacción que va provocando el avance de la manguera, y produciendo el flujo de salida para el arrastre del material en suspensión hacia el exterior de la tubería, como se indica en la Fotografía 9.

Fotografía 9.
Lavado de tuberías con agua a alta presión.

Esta manguera es presurizada mediante una bomba que inyecta la presión necesaria.

Empleo de gas anhidrido sulfuroso.

Cuando las aguas de drenaje poseen altas concentraciones de óxidos de fierro, existe el riesgo de acumulación de óxidos férricos no solubles en las paredes internas de las tuberías, que eventualmente podrían provocar la obstrucción de éstas. Para la remoción de estos óxidos férricos no solubles, se utilizan inyecciones de gas anhidrido sulfuroso, que transforman estos agregados férricos en un compuesto ferroso soluble que se elimina con las aguas de drenaje.

3.2 Inspección, limpieza y reparación de estructuras.

También es importante inspeccionar en la red de tuberías, el estado en que se encuentran las estructuras instaladas conjuntamente con las tuberías, en especial las cámaras de inspección y a las salidas de tubería. En ellas, se debe realizar la inspección correspondiente, y proceder a su limpieza y reparación en caso de ser necesario.

Para ambas estructuras, se recomienda su protección con un cerco, y mantenerlas siempre con la vegetación cortada.

Cámara de inspección.

Como se muestra en la Fotografía 10, la cámara de inspección, consiste de una caja de albañilería, con un fondo para la acumulación de los sedimentos del agua de drenaje.

Se construyen espaciadas aproximadamente 100 y 150 metros, 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.

Fotografía 10.
Cámara de Inspección.

Salida de Tubería

Como se muestra en la foto 11, la salida de tubería, se ubica en los extremos de descarga de las tuberías de drenaje y consisten en un revestimiento del talud terminal de la tubería y además, se protege con la colocación de una rejilla, para impedir el acceso de roedores. En el caso de que el caudal de salida sea alto, es conveniente construir además un pozo aquietador para prevenir la erosión por la descarga.

Fotografia 11.
Salida de tubería.

4. MANTENCION DE CAUCES NATURALES

En todo proyecto de drenaje, se debe analizar el cauce evacuador de las aguas para decidir su intervención si es que su sección o condiciones de limpieza, no aseguran la conducción de los caudales adicionales que surgen de la red de drenaje.

Por lo tanto, dependiendo de la gravedad del problema, a veces es necesaria la limpieza y el aumento de la sección de conducción de los cauces naturales existentes en la zona del proyecto.

A continuación se describen las principales labores de mantención a realizar en los cauces naturales. Estas labores se recomienda realizarlas durante la época de menor caudal, correspondiente normalmente a la primera quincena de marzo, con una frecuencia aproximada de cada dos años.

4.1 Limpieza de sedimentos y restos de materiales y árboles acumulados en la sección del cauce.

Durante el período de crecidas, es frecuente que los cauces transporten diversos materiales y objetos (ramas, troncos, piedras, basura, etc.), debido a las altas velocidades y caudales que se producen en estos eventos.Dependiendo de las características de la sección y de los accidentes naturales presentes a lo largo del cauce, en algunos puntos se van depositando y acumulando estos materiales, lo cual al final del período de crecidas, produce áreas propicias para la sedimentación de materiales en suspensión, como se muestra en la Fotografía 12.

En muchos casos, esto se ve agravado por la continuación de cercos en la sección del cauce, lo cual se hace aludiendo a la necesidad de evitar el ingreso de los animales de los vecinos hacia el interior de las propiedades. Estos cercos instalados dentro del cauce, actúan como verdaderas redes de intercepción de objetos en las crecidas, generando acumulaciones que se transforman en graves obstáculos para el escurrimiento de las aguas. Por lo anterior, se debe evitar la instalación de estos cercos dentro del cauce, o bién retirar periódicamente los materiales acumulados. Para la extracción de los sedimentos y los materiales acumulados, generalmente es recomendable que se realice esta labor, mediante el uso de una excavadora, no obstante que también es posible que se realice manualmente, utilizando carretas con tracción animal, para el retiro del material.

Fotografía 12. ***Cauce natural obstruido por troncos y matorrales.***

4.2 Control de vegetación en las riberas.

Con el transcurso del tiempo, y debido al favorable contenido de humedad, en la ribera de los cauces se va desarrollando abundante vegetación, tanto herbácea, arbustiva y arbórea.

Si no se controla este crecimiento, al cabo de algunos años la vegetación se desarrolla también en la sección del cauce, produciendo una disminución de la velocidad del agua por un aumento de la rugosidad, lo cual reduce la capacidad de conducción. Sin embargo, es recomendable mantener la ribera con presencia de vegetación, ya que actúa como protección a la acción erosiva del caudal durante las crecidas.

Por lo tanto, la mantención de las riberas en lo referente al control de la vegetación, se debe realizar sólo con el objetivo de impedir que ésta se desarrolle hacia el interior de la sección, pero debe mantenerse el máximo de vegetación presente en la ribera propiamente tal.

En la Fotografía 13, se muestra la sección de un cauce natural con adecuada mantención.

Esta labor por ser bastante selectiva y controlada, se recomienda realizarla en forma manual utilizando herramientas cortantes (rozones, guadañas, machetes, etc.) o utilizando herramientas mecánicas manuales, como una desbrozadora.

Fotografía 13. ***Cauce natural con adecuada mantención.***

BIBLIOGRAFIA.

GRASSI, CARLOS. 1991. Drenaje de Tierras Agrícolas. CIDIAT Mérida, Venezuela.

LUTHIN, JAMES. 1967. Drenaje de Tierras Agrícolas. Centro Regional de Ayuda Técnica. México 684 p.

ORTEGA C., LEOPOLDO. 1997. Normas técnicas para la construcción de obras de drenaje superficial. Cartilla Divulgativa N°3 Proyecto INIA/CNR "Estudio de Investigación y Validación de Tecnología de Drenaje en las IX, X y XI Regiones". Centro Regional de Investigación Remehue-INIA. Osorno, Chile. 37 p.

PIZARRO, FERNANDO. 1978. Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos. Editora Agrícola Española S.A. Madrid 521 p.

RITZEMA, H.P. 1994. Drainage Principles and Applications. ILRI. Wageningem. 1125 p.

ROJAS, RAFAEL. 1984. Drenaje Superficial en Tierras Agrícolas. Serie Riego y Drenaje. CIDIAT. Venezuela. 96 p.

SALGADO S., LUIS. 1996. Conceptos Generales sobre diseño de Sistemas de drenaje subsuperficial. Universidad de Concepción. Chillán 43 p.2

OTRAS PUBLICACIONES

- **TECNICAS DE DRENAJE PARA EL SUR DE CHILE.**
- **DIAGNOSTICO Y CONSECUENCIAS DEL MAL DRENAJE EN EL SUR DE CHILE.**
- **NORMAS TECNICAS PARA LA CONSTRUCCION DE OBRAS DE DRENAJE SUEPRFICIAL.**
- **AGRONOMIA EN SUELOS CON OBRAS DE DRENAJE.**

ANEXO 11. Boletín Técnico-Divulgativo "Maquinarias para obras de drenaje".

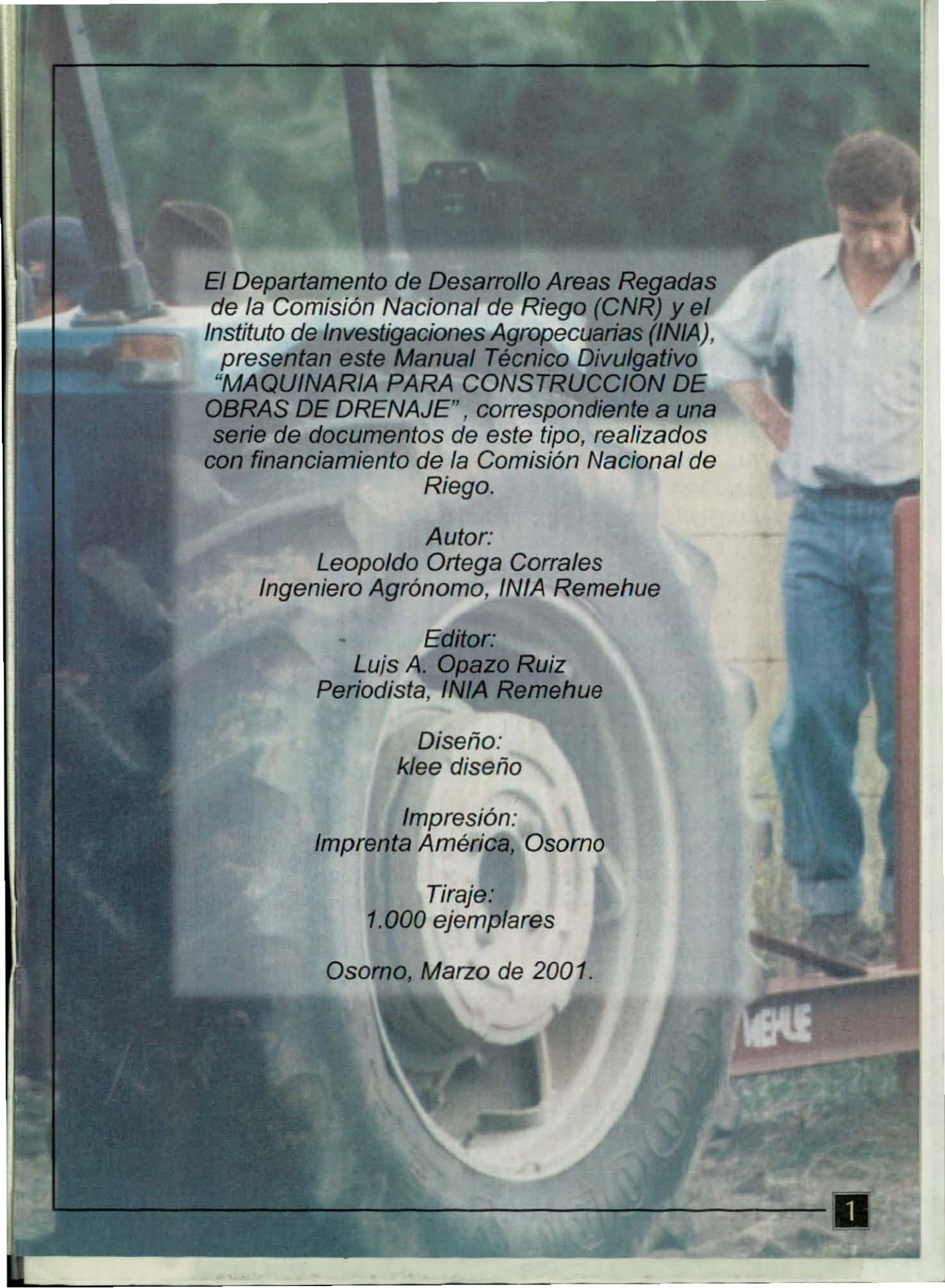
GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DE RIEGO

MANUAL TECNICO DIVULGATIVO

MAQUINARIA PARA CONSTRUCCION DE OBRAS DE DRENAJE

Zanjadora instaladora de tuberías.

Convenio INIA - CNR
"Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje en las Regiones IX y X"
Osorno 2001



El Departamento de Desarrollo Areas Regadas de la Comisión Nacional de Riego (CNR) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), presentan este Manual Técnico Divulgativo "MAQUINARIA PARA CONSTRUCCION DE OBRAS DE DRENAJE", correspondiente a una serie de documentos de este tipo, realizados con financiamiento de la Comisión Nacional de Riego.

Autor:
Leopoldo Ortega Corrales
Ingeniero Agrónomo, INIA Remehue

Editor:
Luis A. Opazo Ruiz
Periodista, INIA Remehue

Diseño:
klee diseño

Impresión:
Imprenta América, Osorno

Tiraje:
1.000 ejemplares

Osorno, Marzo de 2001.

GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DE RIEGO

MANUAL TECNICO DIVULGATIVO

MAQUINARIA PARA CONSTRUCCION DE OBRAS DE DRENAJE

Zanjadora instaladora de tuberías.

Convenio INIA - CNR
"Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje en las Regiones IX y X"

Osorno 2001

INDICE

INTRODUCCION **3**

SUBSOLADORES **4**
ARADO TOPO **4**
ARADO TOPO CON BARRA DE TIRO **5**
ARADO DE DOBLE VERTEDERA O ACEQUIADOR **6**
ZANJADORA CON RUEDA FRESADORA **6**
ZANJADORA **7**
ZANJADORA INSTALADORA DE TUBERIAS **8**
EXCAVADORA **9**
RETROEXCAVADORA **10**

BIBLIOGRAFIA **12**

INTRODUCCION

Todas las labores relativas a la construcción de obras de drenaje pueden ser realizadas con mano de obra, mediante el uso de picotas y palas. Sin embargo, el tiempo que una labor de esta índole implica y a veces, la escasez de mano de obra en la zona y durante el período de trabajo, hacen necesario planificar y ejecutar las obras mediante el uso de equipos mecanizados.

Existe una gran diversidad de maquinarias de drenaje, pero en términos generales, éstas pueden ser clasificadas según su modo de operación, en máquinas de trabajo continuo o máquinas de trabajo cíclico.

Las máquinas de trabajo continuo son equipos que se caracterizan por proveer un avance continuado, una vez que inician la labor. Algunas son sólo implementos de un tractor, como un subsolador o un arado acequiador, y otras son automotrices; es decir, se pueden trasladar por sí solas, como la zanjadora instaladora de tuberías. En cambio, las máquinas de trabajo cíclico o discontinuo, se caracterizan por desarrollar su trabajo en ciclos de tiempo y de espacio, como el caso de las excavadoras y retroexcavadoras.

Los estándares que se presentarán en el presente documento, corresponden a valores promedio de obras ejecutadas en la Décima Región. Por lo tanto, estos valores se deben utilizar con la prudencia que el caso amerite, y adecuarlos dependiendo de las características del terreno, el tipo de maquinaria y las condiciones de trabajo, más aun si se trata de condiciones muy particulares, o de proyectos de otras regiones.

En el presente manual, se presenta una descripción general de las principales maquinarias utilizadas para construir obras de drenaje.

SUBSOLADORES

La presencia de horizontes de gran dureza a ciertas profundidades de suelo, limitan el uso de algunas máquinas, como las excavadoras que, en estos casos, disminuyen su rendimiento de trabajo. En otro tipo de máquinas, el efecto es tan drástico que es imposible utilizarlas, como las zanjadoras circulares o las zanjadoras de sierra.

Para superar estas dificultades, sin tener que usar una excavadora de gran capacidad y de alto valor de operación, es recomendable iniciar el trabajo con la acción de un subsolador o "ripper" (escarificador). Con este equipo se puede romper una capa endurecida, para así alivianar el trabajo de una excavadora, que posteriomente continúa la labor.

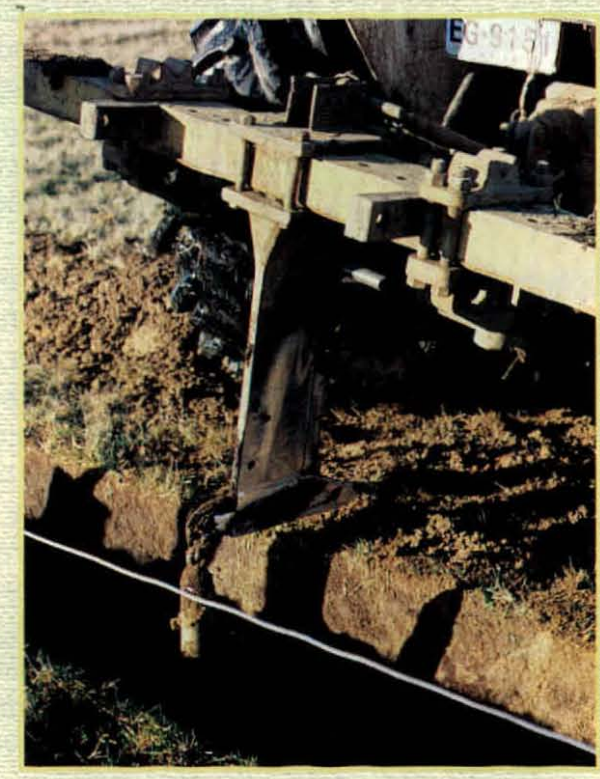
Este equipo es de confección muy simple, consistiendo en una estructura, un soporte o espada y una bota tipo cincel. Por lo general, los implementos de este tipo que son diseñados para ser accionados por tractores agrícolas tienen una sola unidad de rotura, debido a la gran fuerza de tracción requerida en este trabajo. Para tractores de gran poder de tracción, como aquellos de tipo oruga, se pueden encontrar implementos de dos o tres unidades de escarificación.

Se debe tener presente que el principal objetivo del subsolador es la rotura de estratas compactadas y si bien esto mejora algún grado la infiltración del suelo, no es suficiente para construir estructuras más permanentes de drenaje, lo que sí se logra con el uso del arado topo.

ARADO TOPO

El arado topo es el implemento utilizado para construir los denominados "drenes topo", los cuales son galerías subterráneas construídas en el interior del suelo, de aproximadamente 7,5 cm. de diámetro, rodeadas de fisuras periféricas, para lograr la recolección de los excedentes hídricos que se acumulan en la zona radicular.

En la Décima Región, se utiliza una gran diversidad de tipos y adaptaciones de este implemento, siendo frecuente su uso en aquellos predios con limitaciones de drenaje. En esta variedad de modelos existentes,



Fotografía 1: Arado topo sin barra de tiro.

es posible distinguir dos versiones, que se describen a continuación.

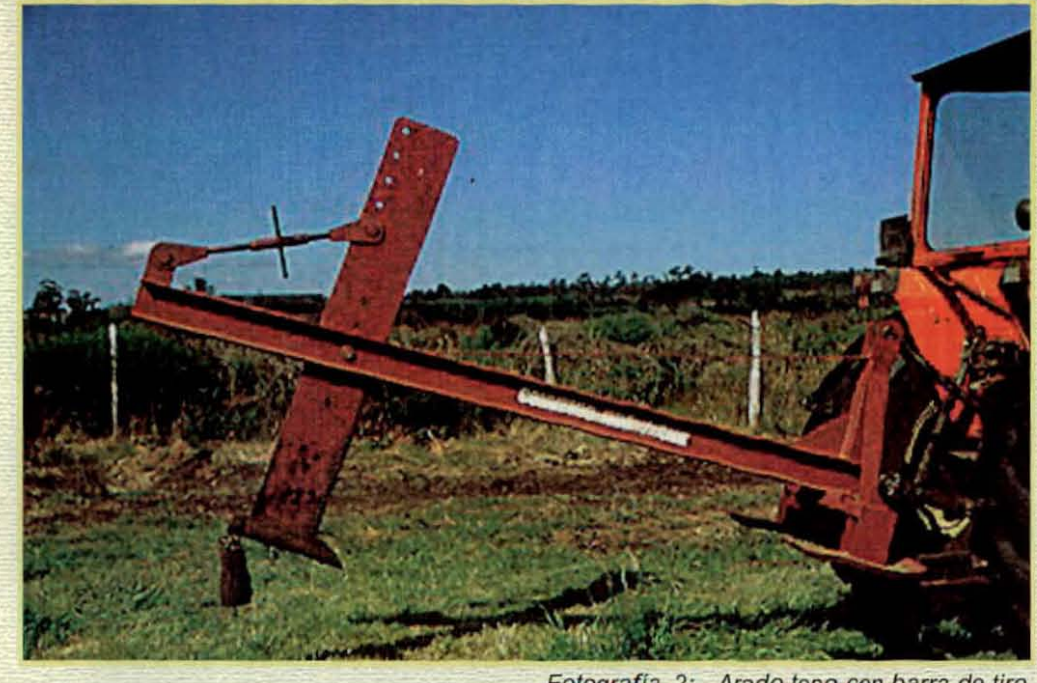
Arado topo sin barra de tiro, de acople al sistema hidráulico de tres puntos del tractor.

Este modelo es básicamente un subsolador modificado, al cual se le ha adicionado un balín expandidor, que generalmente es una esfera o cilindro de metal, como se muestra en la fotografía 1.

Este modelo posee una gran desventaja, que consiste en que, debido a que está directamente conectado al sistema de 3 puntos, el implemento queda a una corta distancia de las ruedas traseras del tractor, y por lo tanto, se trasmiten al eje longitudinal del dren topo, todos los movimientos de oscilación de las ruedas en su contacto con el microrelieve del suelo, provocando una importante pérdida de linealidad de este eje longitudinal, lo que repercute en un deficiente escurrimiento del agua en el interior del dren topo.

Por la desventaja explicada anteriormente, no se recomienda el uso de este modelo.

ARADO TOPO CON BARRA DE TIRO



Fotografía 2: Arado topo con barra de tiro.

Consta básicamente de una barra de tiro, una hoja subsoladora, un cilindro de penetración o "torpedo", un balín expandidor y un par de patines estabilizadores frontales y puede ser accionado mediante tracción mecánica o animal, como se muestra en la fotografía 2.

En el caso de tracción mecánica, el acoplamiento al tractor es mediante el sistema de 3 puntos, y en el caso de tracción animal, el implemento es de tiro, mediante una cadena, y se agrega en el modelo, una mansera doble para su operación.

La principal ventaja de este modelo, es que mediante la barra de tiro, se anula en un grado importante, la replicación del microrelieve en el eje longitudinal del dren topo.

Para construir los drenes topo, se recomienda realizar la labor con una velocidad de 3 km/hr.

ARADO DE DOBLE VERTEDERA O ACEQUIADOR

Este implemento está dotado de dos grandes alas o vertederas rígidas gigantes, empleándose principalmente en labores de desagüe superficial realizadas anualmente, obteniéndose una zanja de sección trapecial, con profundidad uniforme y ancho de boca constante.

Este implemento no posee regulación de profundidad ni de apertura, por lo que su trazado es análogo a la topografía del terreno. Posterior a la labor, la tierra de la excavación queda en el borde de la zanja, la que puede retirarse con la ayuda de una motoniveladora.

ZANJADORA CON RUEDA FRESADORA

Fotografía 3. Zanjadora con rueda fresadora.

Como se muestra en la fotografía 3, esta zanjadora está constituida por una rueda fresadora inclinada, accionada a la toma fuerza del tractor, y que va suspendida en el enganche hidráulico de tres puntos. La zanja se construye en una o más pasadas, dependiendo de la profundidad requerida, del tipo de terreno, y de la velocidad y potencia del tractor.

Durante la labor, la rueda fresadora pulveriza la tierra y la lanza fuera de la zanja, llevando unas protecciones laterales que permiten regular la distancia de caída, que suele ser máximo 15 m. La zanjadora lleva detrás de la rueda fresadora una estructura metálica que tiene la forma de la zanja. Esta estructura sirve de guía y permite además realizar un repase y terminación de los taludes de la zanja.

ZANJADORA

Fotografía 4. Zanjadora.

Las zanjadoras presentan variados diseños, pero en este momento, las de mayor aceptación son aquellas que tienen la forma y funcionamiento similar a una motosierra, como se muestra en la fotografía 4.

Estas máquinas dejan un surco abierto de taludes verticales y tanto el ancho del surco, como la profundidad de éste, en la mayoría de las veces es regulable.

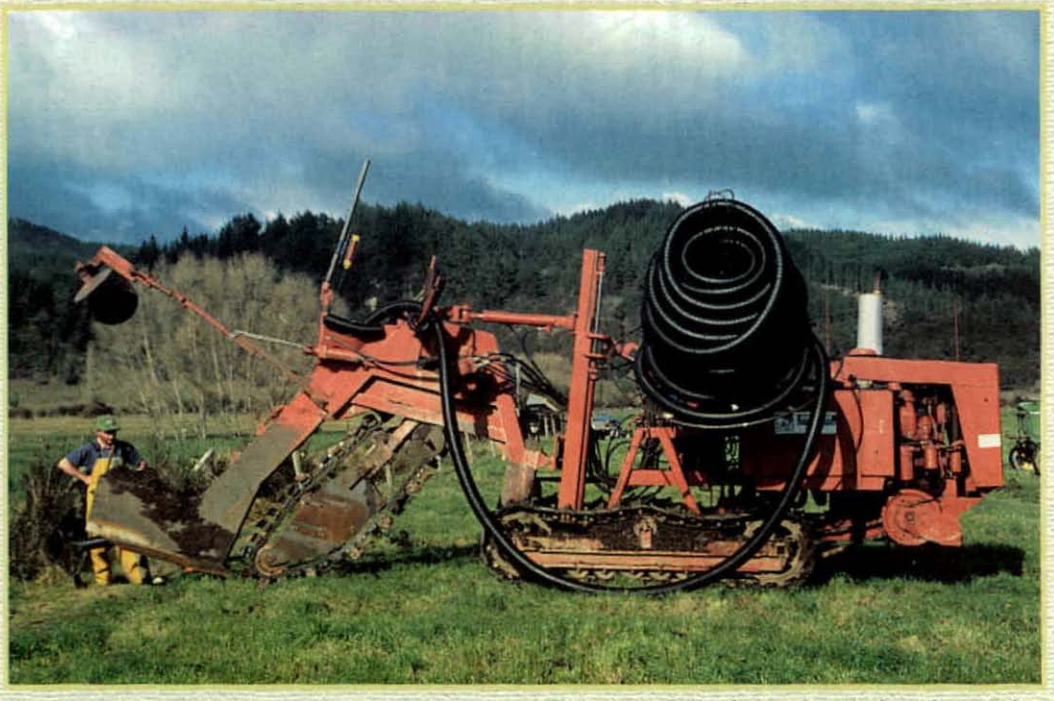
Es una máquina de gran utilidad para enterrar tuberías, pero es necesario considerar el tapado del surco como labor adicional.

La mayor limitación de esta máquina está relacionada con la dureza del suelo, permitiendo un accionar razonable sólo en suelos blandos. Para una excavación de 60 cm. de profundidad y de 30 cm. de ancho, con esta maquinaria es posible obtener un rendimiento aproximado de 350 m/hr para condiciones de suelo blando y de 250 m/hr para condiciones de suelo semi-blando.

ZANJADORA INSTALADORA DE TUBERIAS

Como se muestra en la fotografía 5, esta máquina consiste en un tractor de orugas que en la parte trasera lleva el mecanismo excavador e instalador de tubería de drenaje. La excavación se realiza por medio de una cadena continua provista de cuchillas que extraen la tierra colocándola al lado de la zanja.

Detrás del mecanismo de excavación viene una estrecha caja metálica que penetra en la zanja y que sirve para colocar las tuberías de drenaje de PVC corrugado, la que se coloca en rollos sobre la máquina y la propia tracción de la parte ya instalada de la tubería va introduciéndola en la caja metálica.



Fotografía 5: Zanjadora instaladora de tuberías.

Normalmente, los envolventes sintéticos y orgánicos ya vienen de fábrica enrollados alrededor del tubo corrugado. En el caso de instalar gravas como envolvente, se puede montar una tolva en la que se carga la grava desde un remolque que se desplaza junto con la zanjadora.

Generalmente, este tipo de maquinaria viene provistro de un sistema automático para el control de la profundidad de trabajo, mediante un sensor de rayo láser, con el cual se obtiene una pendiente constante de la tubería instalada.

Dependiendo del modelo de la maquinaria, el rendimiento de instalación fluctúa entre 400 a 700 m/hr.

EXCAVADORA

Fotografía 6: Excavadora.

Esta máquina posee un diseño específico dedicado sólo a la labor de excavación mediante un brazo extensible (llamado también aguilón) y un cucharón, como se muestra en la fotografía 6. Por lo general cuentan con un rodado tipo oruga.

Esta maquinaria pertenece al grupo de trabajo cíclico, y en una labor de excavación, el ciclo está constituído por las siguientes etapas:

- Carga del cucharón.
- Giro del cucharón cargado.
- Descarga del cucharón.
- Giro del cucharón vacío.

Cada etapa del ciclo posee un respectivo tiempo, cuya sumatoria corresponde al tiempo total del ciclo, el que permite calcular el rendimiento de trabajo de la maquinaria.

Para una determinada labor, el tiempo del ciclo depende de variados factores, como la capacidad del cucharón, dureza del suelo, experiencia y habilidad del operador, condiciones de trabajo y ángulo de giro del aguilón, entre otras.

Para una excavadora oruga Modelo 200 que, dependiendo de la marca, posee una potencia nominal de 133 HP y utiliza un balde estándar de 1200 mm de ancho y 0,93 m^3 de capacidad, se recomienda considerar los siguientes valores de rendimiento de excavación:

Excavación en terreno blando	=	50 - 70 m^3/hr
Excavación en terreno semi-blando	=	40 - 60 m^3/hr
Excavación en terreno duro	=	30 - 40 m^3/hr

RETROEXCAVADORA

Esta máquina también es de trabajo cíclico, posee tracción de ruedas y se caracteriza por contar con un cargador frontal en la parte delantera del equipo y el aguilón en la parte trasera. Tanto el aguilón como el cargador frontal, pueden ser aditamentos complementarios al tractor agrícola, pero en ambos casos se requieren patas estabilizadoras, para permitir un área de sustentación amplia que es difícil de lograr en los equipos de ruedas, como se muestra en la fotografía 7.

En la labor de excavación con este tipo de máquina existe un ciclo de excavación con las mismas etapas que una excavadora, y los tiempos respectivos dependen de los mismos factores, pero la diferencia en este caso, es que una vez finalizada la excavación en la longitud que permite el largo de alcance horizontal del aguilón, se debe considerar un ciclo intermedio para avanzar con la maquinaria y ubicarla para iniciar un nuevo ciclo de excavación.

Este ciclo intermedio de avance considera las siguientes etapas:

- Levante de los estabilizadores.
- Avance de la máquina.
- Apoyo de estabilizadores en la nueva posición.

Por este y otros motivos, el rendimiento de esta maquinaria es menor que el de una excavadora.

Fotografía 7: Retroexcavadora.

BIBLIOGRAFIA

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

LUTHIN, JAMES. 1967. Drenaje de Tierras Agrícolas. Centro Regional de Ayuda Técnica. México 684 p.

ORTEGA C., LEOPOLDO. 1997. Normas técnicas para la construcción de obras de drenaje superficial. Cartilla Divulgativa N°3 Proyecto INIA/CNR "Estudio de Investigación y Validación de Tecnología de Drenaje en las IX, X y XI Regiones". Centro Regional de Investigación Remehue-INIA. Osorno, Chile. 37 p.

PIZARRO, FERNANDO. 1978. Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos. Editora Agrícola Española S.A. Madrid. 521p.

RITZEMA, H.P. 1994. Drainage Principles and Applications. ILRI. Wageningem. 1125

SALGADO S., LUIS. 2000. Manual de Estándares Técnicos y Económicos para obras de Drenaje. Comisión Nacional de Riego. Chillán. 314p.

GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DE RIEGO

MANUAL TECNICO DIVULGATIVO

FERTILIZACION DE PRADERAS MEJORADAS EN SUELOS ÑADIS EN LA DECIMA REGION

Convenio
INIA - CNR

"PROGRAMA DE APLICACION DE TECNOLOGIA DE DRENAJE EN LAS REGIONES IX Y X"

OSORNO - 2001

GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DE RIEGO

MANUAL TECNICO DIVULGATIVO

FERTILIZACION DE PRADERAS MEJORADAS EN SUELOS ÑADIS EN LA DECIMA REGION

Convenio
INIA - CNR

"PROGRAMA DE APLICACION DE TECNOLOGIA DE DRENAJE EN LAS REGIONES IX Y X"

OSORNO - 2001

El Departamento de Desarrollo de Areas Regadas de la Comisión Nacional de Riego (CNR) y el Centro Regional de Investigación Remehue del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), presentan el Manual Técnico Divulgativo "FERTILIZACION DE PRADERAS MEJORADAS EN SUELOS ÑADIS EN LA DECIMA REGION", correspondiente a una serie de documentos de este tipo, realizados con financiamiento de la Comisión Nacional de Riego.

Autor:

Juan Carlos Dumont Lataste
Ingeniero Agrónomol Ph. D.
INIA Remehue

Editores:

Leopoldo Ortega Corrales
Ingeniero Agrónomo INIA Remehue

Luis Alberto Opazo Ruiz
Periodista INIA Remehue

Diseño e Impresión:

Pedro Sánchez Kusch
Punto 3

Tiraje:

1.000 ejemplares

Osorno, Marzo de 2001.

Indice de materias

Introducción 4

Características agro - climáticas de los suelos ñadis 5

Evolución de la producción y disponibilidad del forraje 6

Evolución de la calidad del forraje y requerimientos de nutrientes de las plantas 7

Análisis de Suelo. 10

Fertilización de praderas 11

- Tipos de fertilizantes
- Aspectos complementarios
- Aspectos agronómicos

Consideraciones económicas 16

Aspectos ambientales relacionados con la fertilización en suelos drenados 16

Bibliografía 18

Introducción

Los suelos ñadis, a pesar de sus limitaciones de topografía y profundidad, han demostrado tener un gran potencial de producción agropecuaria cuando se corrigen estos problemas.

En este manual, se darán a conocer los principios básicos que respaldan el uso de fertilizantes en los sistemas ganaderos de la Décima Región. También se harán recomendaciones de uso práctico, de modo que los productores puedan sacar provecho de la experiencia tanto de investigación como de terreno.

En los primeros capítulos, se describe la condición climática que determina una curva de forraje típica para estos sectores. Con esta información se han calculado los requerimientos de nutrientes en distintas épocas, para así definir las fechas más probables de fertilización.

En otras secciones del manual, se describe la forma de tomar una muestra de suelo para orientar los tipos y dosis de fertilizantes necesarios para corregir los problemas.

Finalmente, se incorporan otros antecedentes que es necesario conocer para decidir sobre la fertilización en praderas de suelos ñadis.

Características agro-climáticas de los suelos ñadis

Los suelos ñadis se ubican principalmente en el valle central de la Décima Región (Figura 1). La superficie aproximada es de 320.000 ha. de diferentes series de suelos, identificados principalmente según la profundidad del suelo, tipo de estratas en el perfil y condición de drenaje natural del suelo.

Figura1. Ubicación aproximada de los suelos ñadis en la Décima Región.

Los suelos ñadis se presentan en grandes extensiones y se caracterizan por poseer topografía plana y una estrata impermeable que impide la infiltración profunda del agua. Esta estrada corresponde a un horizonte genético que se forma de manera natural, debido a las características de los materiales parentales, conocido como "fierrillo", que consiste en una delgada capa de acumulación de óxido de fierro, aluminio y sílice, impermeable al agua y a las raíces y que es regenerable. Por esta razón es que durante las épocas de altas recargas de lluvias, el suelo se satura rápidamente, limitando su uso agropecuario, por lo que es necesario manejar estos suelos con arado topo u otro implemento cada cierto número de años. Sin embargo, las recomendaciones de fertilización contenidas en este manual consideran que los suelos ñadis ya han sido habilitados y drenados. Los suelos ñadis son de origen volcánico con texturas livianas en sus horizontes superficiales y aunque no son profundos, con las labores de drenaje se puede conseguir el desarrollo normal (con algunos cuidados), de praderas permanentes de uso directo en pastoreo. Por su ubicación geográfica, en los suelos ñadis se producen las típicas cuatro estaciones con una alta pluviometría durante el invierno y cierto déficit en verano.

En la Figura 2, se observa la temperatura de algunos sitios característicos de suelos ñadis.

En la Figura 3, se observa que la pluviometría durante el período otoño-invierno puede superar los 200 mm. en algunos sectores. Durante el verano, se produce déficit, lo que destaca la importancia de manejar el riego y el drenaje para potenciar la producción de forraje.

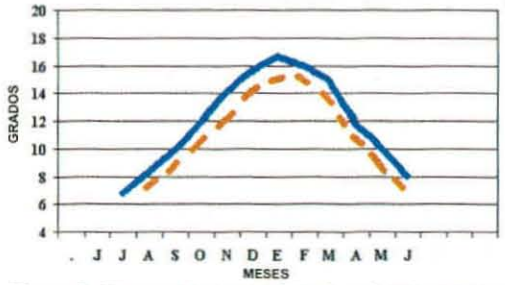


Figura 2. Temperaturas medias de cobertizo en sectores de suelos ñadis cercanos a Río Negro y Purranque.

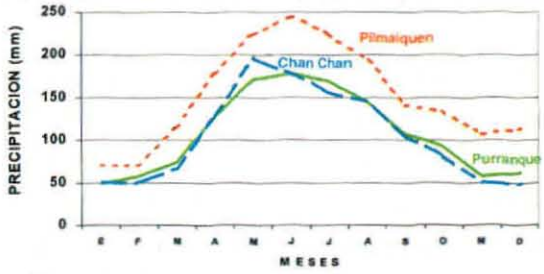


Figura 3. Pluviometría en sectores de suelos ñadis.

Evolución de la producción y disponibilidad del forraje

En los sectores de suelos ñadis, la pradera se comporta de acuerdo a las condiciones climáticas, por lo que se produce una estacionalidad de la producción.

En condiciones normales, durante la primavera la combinación de temperatura y humedad permiten la expresión máxima de las tasas de crecimiento. En verano, aunque hay temperatura, la falta de humedad en el suelo limita el desarrollo. Durante el otoño, nuevamente hay condiciones de humedad en el suelo con las lluvias de marzo-abril, pero ya las temperaturas son más bajas, por lo que el rebrote otoñal de las praderas es más débil. Durante el invierno, el crecimiento se encuentra limitado principalmente por dos factores de clima: bajas temperaturas, y exceso de humedad. Otros factores que influyen en las tasas de crecimiento, son la condición de fertilidad del suelo y la especie forrajera presente en la pradera.

La evolución de la producción de la pradera se ha medido en condiciones de campo en algunos sectores de ñadis, información que se presenta en la Figura 4, observándose una gran estacionalidad de la producción, llegando en primavera a tasas de crecimiento de 80 kg/ha de MS/día.

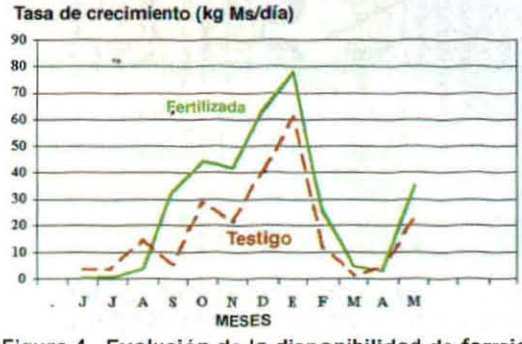


Figura 4. Evolución de la disponibilidad de forraje a través del año en praderas de suelos ñadis (Fuente: Iraira y otros, 1996)

En esta Figura, se observa que durante el invierno, la producción es prácticamente nula. En otoño se produce un repunte de crecimiento que depende del inicio de las lluvias. La fertilización estimula el desarrollo de la pradera, sin embargo, esto sucede cuando hay condiciones de temperaturas favorables. Es en esos períodos donde la fertilización refleja las mayores diferencias. En invierno, la

fertilización no resulta en mayores producciones que los testigos sin fertilización. Es probable que en una pradera bien drenada la temperatura pueda aumentar y permitir una tasa de mayor crecimiento.

En otras mediciones se ha llegado a resultados similares. Torres y otros (1994), encontraron una enorme diferencia entre las praderas que recibieron manejo (drenaje, fertilización y pastoreos controlados), en comparación a testigos, como se observa en la Figura 5, constatando que durante los meses de noviembre a marzo se logran tasas de hasta 80 kg/ha de M.S./día. Sin embargo, en invierno esto es prácticamente cero. Durante el verano las tasas bajan, ya que se produce un déficit de agua, el que podría solucionarse mediante el riego.

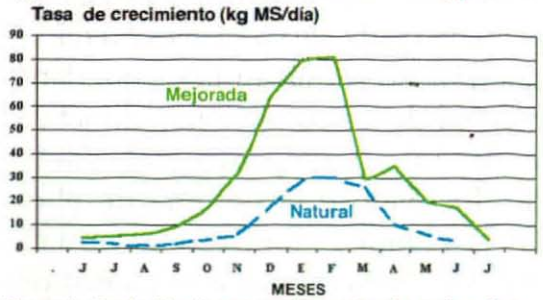


Figura 5. Evolución de una pradera natural y mejorada en suelo ñadi.
(Fuente: Torres y otros, 1994)

En otra experiencia realizada en la zona de Frutillar, Dumont y otros (2000), trabajaron con praderas drenadas y sembradas de ballica y trébol blanco en engorda de novillos.

La evolución de la disponibilidad de forraje para los animales a pastoreo, se presenta en la Figura 6. En ella se observa que también hay una fuerte estacionalidad de la producción, iniciándose el crecimiento a partir de octubre con una caída en verano para luego repuntar en otoño y finalmente iniciar el invierno con bajos aportes de forraje de la pradera.

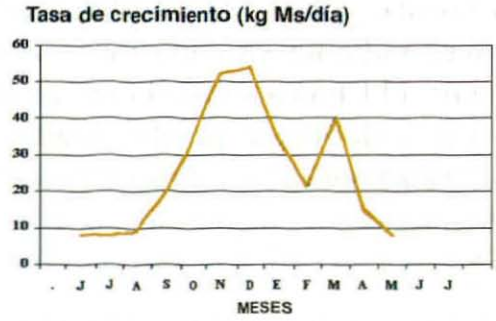


Figura 6. Evolución de la disponobilidad de una pradera de ballica y trébol blanco en suelo ñadi.
(Fuente: Dumont y otros, 2000 (a)

Evolución de la calidad del forraje y requerimientos de nutrientes de las plantas

Conocer la evolución de la calidad del forraje permite, por un lado, determinar requerimientos de las praderas en cantidad y período de aplicación de fertilizantes y también conocer la calidad de la ración y el consumo que realizan los animales a pastoreo. Estas características cambian durante el año, por lo que el animal se enfrenta a una dieta variable no sólo en cantidad, sino que también en calidad. En el Cuadro 1, se observan los cambios que tienen algunos nutrientes en la pradera. Con estas concentraciones y las

Cuadro 1

Porcentaje de minerales contenidos en una pradera permanente en la Décima Región

Mes	Nitrog %	Fosf.	Potasio	Calcio
Julio	2.87	0.25	0.97	0.25
Agosto	3.29	0.32	1.07	0.24
Septiembre	3.53	0.44	1.44	0.28
Octubre	3.24	0.37	1.79	0.28
Noviembre	2.60	0.33	1.57	0.33
Diciembre	2.01	0.28	1.92	0.30
Enero	1.54	0.19	1.15	0.32
Febrero	1.47	0.15	0.79	0.29
Marzo	2.02	0.18	10.3	0.27
Abril	1.81	0.22	1.2	0.30
Mayo	2.73	0.31	1.11	0.28
Junio	2.86	0.21	1.03	0.29

Fuente: Adaptado de Cuevas 1983 y Anrique y otros (1995)

producciones de forraje señaladas en los gráficos anteriores, se ha obtenido la extracción de los nutrientes que realizan las praderas en los distintos meses del año. Para esto, se ha multiplicado la concentración del nutriente por la producción correspondiente en cada mes. Los valores obtenidos se presentan en la Figura 7, donde se puede observar claramente que la mayor extracción de nutrientes por las plantas se realiza en primavera e inicios del verano.

Durante el otoño la extracción es menor y durante el invierno deja de ser importante. Esto se explica principalmente por los factores climáticos, ya que en primavera se combina una buena humedad del suelo con las temperaturas que van aumentando. Esta situación se mantiene hasta que el suelo se empieza a secar a inicios de verano y aunque las temperaturas son favorables, la gran limitación la presenta la baja humedad del suelo y por ello las plantas disminuyen o detienen la absorción. Al llegar el otoño, aún persiste algo de temperatura y con las primeras lluvias nuevamente se dan las condiciones para la absorción. Sin embargo al entrar el invierno, aunque la humedad del suelo es adecuada, la gran limitación para el crecimiento son las bajas temperaturas, entonces las plantas nuevamente disminuyen o detienen su crecimiento y la absorción tiende a cero.

Esto destaca la importancia de tener un adecuado sistema de drenaje, para proveer al suelo las dosis de nutrientes en el momento adecuado y en cantidad suficiente para no limitar la absorción de ellos. Así, las plantas expresan en todo momento su potencial productivo y no desperdician elementos químicos, que por no ser absorbidos quedan a merced de las condiciones climáticas y de las reacciones del suelo, produciéndose la pérdida de ellos. En la Figura 7, también se observa que los elementos más extraídos por las plantas, son el nitrógeno y el potasio y en una menor cantidad el calcio y el fósforo.

La absorción más importante, se inicia en los meses de septiembre en adelante llegando a un máximo en diciembre.

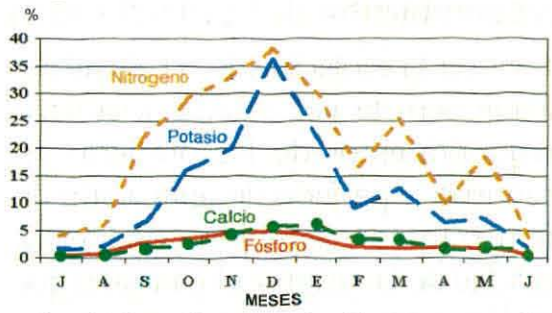


Figura 7. Extracción mensual de nutrientes por una pradera tipo suelo ñadi.

A partir de enero en adelante, la extracción es menor con algún repunte de otoño principalmente en nitrógeno. Con esta información, es posible orientar de mejor manera las épocas en que resulta más efectiva la aplicación de los fertilizantes, ya que para hacer un uso eficiente de ellos, es necesario hacer coincidir lo mejor que sea posible esta extracción de los nutrientes con las aplicaciones de los productos. En este ejercicio, es importante considerar otros factores, como las condiciones climáticas y también los aportes que el suelo pueda realizar en términos de reciclaje de nutrientes.
De acuerdo con la Figura 7, el total de los nutrientes extraídos, se distribuye en las estaciones del año de la siguiente forma:

Extracción en Sept.-Oct.-Nov.:32,2 %
Extracción en Dic.-Ener.-Febr.:43,0 %
Extracción en Mar.-Abr.-May.:20,4 %
Extracción en Jun.-Jul.-Ag.: 4,4 %

Llama la atención la mayor extracción durante el verano ya que en general, en la Décima Región se produce una detención del crecimiento de las praderas en esa época, pero estos suelos conservan mejor la humedad, lo que permite la absorción de nutrientes. Desde este punto de vista, se podría sugerir la aplicación de fertilizantes a inicios de verano para compensar esta extracción, sin embargo, esto no es recomendable, ya que por un lado la humedad superficial no es suficiente para incorporar los nutrientes en el perfil del suelo y por otro, el agua del suelo se va perdiendo hacia los meses de febrero y marzo por lo que la probabilidad de aprovechar estas fertilizaciones es cada vez menor.

Durante el otoño, las plantas realizan también una interesante absorción, la que es necesario compensar. Sin embargo, por estar cerca del invierno y con las temperaturas en descenso, no es conveniente realizar aplicaciones en exceso, sino sólo lo que las plantas van a extraer durante ese período, ya que si se produjera un excedente, lo más probable es que éste se pierda.

Durante el invierno la extracción es mínima (4,4 % del total), por lo que no se recomienda la fertilización en esa época, bastando con los residuales de las fertilizaciones anteriores y la entrega que realiza el suelo en su proceso normal de mineralización.

Durante la primavera, se inicia una importante absorción de minerales, la que ocurre en condiciones de suelo y clima diferentes, ya que hay más agua disponible y mayores temperaturas. Esto se considera una situación ideal para iniciar un programa de fertilización, donde se aprovechen las últimas lluvias del año para entregar los minerales necesarios desde el mismo momento en que las plantas inician su crecimiento y además, introducir los nutrientes en el suelo y así asegurar las reservas de ellos por un largo período.

Análisis de suelo

El análisis de suelo determina el contenido actual de nutrientes del suelo y es el instrumento más importante para decidir sobre fertilización de praderas. Para tomar una buena muestra de suelo, se deben considerar las siguientes recomendaciones:

1.-Dividir el predio en grandes grupos de suelos, como sectores de lechería, sectores más altos, sectores de cultivos, etc. Estas unidades de terreno generalmente han sido sometidas a un manejo similar, por lo que las muestras en estos sectores tienen una menor variabilidad. Resulta de gran utilidad en estos casos contar con una carta de suelos o carta agrológica que permite asegurar la homogeneidad de las unidades de suelo, sobre todo en sectores de suelos transicionales.

2. Elegir un potrero que represente a cada sector (para evitar muestreos excesivos). Este potrero será muestreado siempre a través de los años para detectar cambios.

3. El muestreo manual del potrero, se realiza caminando en forma de zig-zag y tomando las muestras cada 5, 10 o 15 metros dependiendo del tamaño del potrero, procediendo luego a mezclar profusamente y extraer aproximadamente 1 (un) kilo de muestra. Es importante cubrir todo el potrero, desechando las áreas que no correspondan a lo normal del potrero.

4.Se recomienda que el equipo muestreador, tenga un tope que permita fijar la profundidad de entrada en el suelo para asegurarse que todas las muestras se obtengan de similar manera. Normalmente para este tipo de praderas, se recomienda una profundidad de 10 cm.

5.Para poder comparar los resultados de una temporada con otra, se recomienda tomar las muestras siempre en la misma época y en potreros donde no se haya fertilizado por lo menos 6 meses antes. Al comparar muestras de temporadas diferentes, es posible conocer la evolución de fertilidad de un predio, por lo que las muestras de suelo deben ser tomadas idealmente como se indica:

- Por la misma persona.
- En el mismo potrero.
- Cubriendo todo el potrero.
- Por cada hectárea, se deben extraer 10 sub muestras de una pulgada de diámetro por 10 cm de profundidad.
- A la misma profundidad.
- En la misma época.

Al ingresar las muestras de suelo a un laboratorio, es necesario solicitar solamente los análisis que son realmente útiles. No obstante, si es primera vez que se toma una muestra, es conveniente realizar un análisis completo, es decir, fósforo, potasio, calcio, magnesio,

azufre, sodio, aluminio, materia orgánica, microelementos (molibdeno, boro, cobre, zinc), nivel de acidez (pH) y porcentaje de saturación de aluminio. Las recomendaciones que se realizan a partir del análisis del suelo deben ser consideradas sólo como una orientación, ya que para la aplicación final, se consideran una serie de otros aspectos de diversa índole y que finalmente pueden cambiar la fertilización a aplicar, los que se señalan en los capítulos siguientes.

Fertilización de praderas

Tipos de fertilizantes

Los fertilizantes disponibles son de dos tipos:

a) Orgánicos. (Purines y estiércoles).
b) Inorgánicos. (Normalmente corresponden a los fertilizantes comerciales).

Foto 1. Aplicación de purines por aspersión.

Foto 2. Aplicación de estiércol en pradera.

a) Purines y estiércoles.
Como se indica en el Cuadro 2, los purines tienen un interesante contenido de nutrientes, que en un predio deberían utilizarse para ahorrar en fertilizantes comerciales y evitar que estos residuos contaminen los cursos de agua.

Cuadro 2. Contenido de nutrientes totales en purines de lecherías en la Décima Región.

%	Kilos por tonelada de purines			
Materia seca	Nitrogeno	Fósforo	Potasio	Magnesio
3.5	1.0	0.65	1.1	0.2

Fuente: Dumont y otros (2000) (b)

b) Fertilizantes comerciales.
Debido a la fuerte extracción de nutrientes a la que está expuesta una pradera en sistemas intensivos de producción, es necesario recurrir a los fertilizantes comerciales.

En el Cuadro 3, se muestra una lista con los principales fertilizantes comerciales actualmente disponibles en el mercado chileno, con sus correspondientes concentraciones de nutrientes.

Cuadro 3. Concentración de nutrientes (%) de algunos fertilizantes comerciales disponibles en el mercado Chileno

	Kilos de nutrientes por c/100 kilos de producto comercial						
FERTILIZANTE	**N**	**K_2O**	**P_2O_5**	**MgO**	**S**	**CaO**	**Na**
Urea granulada	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Salitre sodico	16.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	26.00
Salitre Potasico	15.00	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.00
Salitre Magnesico	25.00	0.50	0.00	5.50	0.10	0.00	24.00
Supernitro	27.00	0.40	0.00	0.10	0.00	0.00	18.00
Supernitro Mg.	27.00	0.40	0.00	4.00	0.00	0.00	17.00
Nitram Magnesico	22.00	0.00	0.00	4.00	0.00	7.00	0.00
Nitromag	24.00	0.00	0.00	5.00	0.00	7.00	0.00
Nitroplus	13.00	0.00	0.00	7.50	0.00	11.00	0.00
Hidrosulfan	0.00	0.00	0.00	1.30	5.60	11.60	0.00
Nitrato de Potasio	0.00	44.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Superfosfato triple	10.00	0.00	46.00	0.00	1.00	20.00	0.00
Superfos	18.00	0.00	40.00	0.30	2.00	35.40	0.80
Fosfato Mono Amónico	0.00	0.00	50.00	0.70	2.30	2.40	0.00
Fosfato Diamónico	0.00	0.00	46.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bifox (Roca)	0.00	0.60	18.00	1.20	3.00	30.00	1.00
Muariato Potasico	0.00	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sulfato de Potasio	0.00	50.00	0.00	0.00	18.00	0.00	0.00
Sulpomag	0.00	22.00	0.00	18.00	22.00	0.00	0.00
Fertiyeso	7.00	0.00	0.00	0.00	18.00	33.00	0.00
Mezcla 212	6.00	6.00	26.00	0.00	0.00	11.00	8.00
Mezcla 215	9.00	7.00	21.00	4.00	3.00	9.00	8.00
Mezcla papa 250	7.00	10.00	21.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mezcla 251	6.00	8.00	27.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mezcla Maiz 262	10.00	23.00	21.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mezcla 295	6.00	3.00	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mezcla Papa 299	9.00	12.00	28.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mezcla Pradera 462	10.00	9.00	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mezcla Pradera 463	0.00	10.00	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mezcla Alfalfa 518	6.00	22.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mezcla Maiz 702	0.00	20.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mezcla Pradera 718	8.00	7.00	27.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mezcla Papa 790	9.00	11.00	23.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mezcla Trumao 01	6.00	13.00	32.00	3.00	4.00	2.00	0.00
Mezcla Trumao 02	7.00	10.00	24.00	4.00	4.00	12.00	0.00
Mezcla Trumao 03	10.00	8.00	27.00	3.00	2.00	13.00	0.00
Rojo Arcilloso	7.00	14.00	28.00	4.00	6.00	1.00	0.00
Papa Sur	9.00	11.00	21.00	4.00	6.00	11.00	0.00
Papa Sur Plus	6.00	13.00	29.00	4.00	5.00	2.00	0.00
Maíz Sur	9.00	18.00	21.00	3.00	3.00	8.00	0.00
Trumao Mantención	12.00	10.00	20.00	4.00	3.00	11.00	0.00
Truma Manten. plus	6.00	13.00	27.00	2.00	1.00	3.00	0.00
Trumao Establec.	20.00	9.00	26.00	4.00	3.00	13.00	0.00
Trumao Primavera	0.00	15.00	0.00	4.00	0.00	5.00	0.00
Alfa Sur	0.00	20.00	25.00	3.00	4.00	11.00	0.00
Alfa Mantención	0.00	25.00	24.00	4.00	5.00	9.00	0.00
Cal Soprocal	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00	46.00	0.00
Magnecal	0.00	0.00	0.00	17.00	0.00	32.00	0.00
Cal Terra	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	45.00	0.00
Oxido de Magnesio	0.00	0.00	0.00	92.00	0.00	0.00	0.00
Cal Iansa (seca)	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	32.00	0.00

Aspectos complementarios.

Además del análisis de suelo, para entregar una buena recomendación sobre fertilización de praderas se deben considerar además los siguientes aspectos:

Estado general, composición botánica y utilización de la pradera (pastoreo o corte). Las praderas de gramíneas dependen de las fertilizaciones nitrogenadas, en cambio las que contienen leguminosas, pueden recibir dosis menores de nitrógeno. Una pradera de chépica, pasto oloroso y pasto miel tiene menores respuestas a la fertilización que una pradera de especies más nobles, sobre todo en las tasas de crecimiento después de un corte. Las praderas destinadas al pastoreo requieren dosis menores de potasio. Las praderas de corte, deben ser fertilizadas con mayores dosis para que en corto tiempo, produzcan alta cantidad de forraje. Además, con esto se consigue atrasar la aparición de los tallos, por lo que el material cosechado es de mayor calidad. En cuanto al estado general de la pradera, cuando hay muchos espacios descubiertos, los gránulos de fertilizante no son aprovechados por las plantas forrajeras, provocando el desarrollo de malezas que van ocupando esos espacios.

Extracción de nutrientes que realiza la pradera.
Cuando se siembran especies altamente extractivas, también debe fertilizarse con ese criterio y compensar las extracciones que realiza la planta. (Foto 3).

Foto 3. Ballica de alta extracción de nutrientes

Intensidad de producción del sistema ganadero.
Un sistema intensivo con altas cargas animales, y alta producción de leche por hectárea, requiere mantener los niveles de nutrientes del suelo para así conformar una unidad sustentable en el tiempo, manteniendo al menos un balance neutro entre las salidas y las entradas de nutrientes.

Época del año.
La mejor época del año para realizar las fertilizaciones corresponde al mayor crecimiento de los pastos, esto es, en primavera.Durante el verano, podría recomendarse la fertilización en casos de contar con riego.

Posibilidad real de financiamiento de un plan de fertilización.
Las recomendaciones técnicas en ocasiones no pueden ser llevadas a la práctica por problemas financieros, teniendo que adaptar los plazos, tipos de fertilizantes, sacrificando algún potrero, etc.

Zona geográfica donde se encuentra la pradera.
Las diferentes zonas geográficas o asociaciones de suelo, están relacionadas a ciertas deficiencias de nutrientes que les son característicos, como es el caso de los suelos ñadis, en donde es frecuente constatar deficiencias de fósforo, calcio y azufre.

Distancia de los lugares de fabricación.
Actualmente algunas empresas de fertilizantes ofrecen el servicio de llevar el fertilizante a granel. Durante el transporte, se pueden producir sedimentaciones de los fertilizantes con diferentes características.

Historial anterior de fertilización.
El efecto residual de fertilizaciones anteriores puede modificar las recomendaciones. Un correcto diagnóstico de la fertilidad del suelo evita el riesgo de sobre fertilizar y ayuda a incorporar minerales que están en déficit.

Topografía.
En suelos planos, existe menor posibilidad de escurrimiento superficial, pero aumenta el riesgo de percolación en el perfil del suelo. En terrenos con pendientes fuertes hay más posibilidades de escurrimiento superficial en invierno y, por lo tanto, más pérdidas.

Sistema de drenaje.
Un buen sistema de drenaje acelera la incorporación de los nutrientes en el suelo. Esto indica la importancia de planificar con mayor cuidado que las fertilizaciones se realicen con el tipo, dosis, y época adecuada.

Uso de purines y estiércoles.
Si en una pradera se ha utilizado estiércol o purines, las fertilizaciones deben adecuarse normalmente bajando un 30 - 40 % de las fertilizaciones comerciales. En caso de sectores de pastoreo que han recibido purines, no se recomienda fertilizar con potasio debido al importante aporte de este elemento que realizan los purines.

Aspectos agronómicos.

En este capítulo se indican algunas medidas que permiten hacer de la fertilización una actividad eficiente, para así conseguir el kilo de forraje más barato, no solo en materia seca sino también en kilos de nutriente al compararlo con otras fuentes.

Época de aplicación.
Como se discutió en secciones anteriores, las praderas tienen sus máximos requerimientos en primavera - verano y en menor cantidad en otoño. Las tasas de crecimiento en verano pueden ser estimuladas si se aplica riego.

Dosis de aplicación de mantención.
En praderas de pastoreo se recomienda en general aplicaciones de 50 unidades de nitrógeno; 90 de P_2O_5; 60 de K_2O; 25 de azufre.
En praderas de ensilajes se recomiendan 70 unidades de nitrógeno; 110 de P_2O_5; 90 de K_2O; 40 de azufre, al momento de iniciar los rezagos.

Tipo de fertilizante.
Si los suelos han sido corregidos en su problema de acidez, se recomienda el uso de urea por su menor costo en las unidades de nitrógeno. Si el suelo tiene problemas de acidez, deberá usarse algún tipo de fertilizantes del tipo nítrico-amoniacal, pero neutralizado.
Con respecto al fósforo, en general se recomienda el uso de fosfatos solubles, ya que dan mayor rapidez a la acción del fosfato.
Con respecto a los fertilizantes potásicos, se recomienda utilizar la unidad más económica del mercado.
El encalado se realiza al voleo, en dosis de 1-3 ton/ha según análisis del suelo.

Foto4. Fertilizantes con diferentes tipos de granulos y en polvo.

Sistemas de aplicación.

Al Voleo.
Este es un sistema ampliamente utilizado en la zona sur. Presenta la ventaja de su simpleza y rapidez, pero es necesario tomar las precauciones de mezclar fertilizantes que tengan densidad y tamaño de los gránulos similares. Es común ver potreros que sufren una deficiente aplicación por la mezcla de

Foto 5. Aplicación de Cal

elementos cuya formulación es en polvo con otros que son granulados. Al momento de la aplicación al voleo, los gránulos son lanzados a distancias mayores.

Sistema de aplicación en la regeneración con máquina.
En este caso, el cuidado se refiere a no incorporar exceso de fertilizantes en polvo ya que los tubos de la máquina se tapan durante la labor. Se calcula que en una mezcla de 400 a 500 kg/ha de fertilizante, se podrían incorporar un máximo de 80 kg de algún fertilizante en polvo para que la mezcla se deslice sin problemas por los sistemas de engranajes y tubos.

Consideraciones económicas

Costo por unidad de nutriente. Antes de decidir sobre la fertilización, es importante conocer el valor de cada unidad de nutriente que se va a aplicar. Por ejemplo, a veces resulta más económico la aplicación de nitrógeno en la forma de urea en combinación con encalado, sin embargo, para aplicar esta medida es necesario tener controlado el problema de acidez del suelo. Si esto no es posible, se utilizará un fertilizante no acidificante cuya unidad de nitrógeno es más costosa. Con respecto al fósforo, las fuentes solubles son más caras pero su efecto es más rápido. Los fosfatos de solubilidad lenta demoran en reaccionar, por lo que se recomiendan para suelos que ya tienen niveles adecuados de fósforo, combinado con una cierta acidez que permita una disolución de la roca fosfórica.

Costo de fertilización por hectárea. El costo de una fertilización normal de mantención actualmente es de aproximadamente 75.000 $/ha. Con esto se puede obtener una producción anual de 9.000 kg. de materia seca de forraje utilizable. Si esto es transformado en leche en relación de 1 kilo de materia seca por 1 litro de leche, se obtendrían 9.000 litros de leche por ha. que a un precio de 85 $/ litro, significa un ingreso bruto de 765.000 $/ha, es decir, la fertilización representa un 10 por ciento de este ingreso.

Es importante destacar que para lograr lo anterior, es necesario que el productor se encuentre bien instalado, con buenas praderas y un rebaño de calidad que realmente transforme este forraje en leche con gran eficiencia.

Aspectos ambientales relacionados con la fertilización en suelos drenados

En relación al impacto de los fertilizantes en los cursos de agua y atmósfera, los factores que inciden son variados y a continuación se señalan los más relevantes.

Época de aplicación.

En suelos bien drenados, se debe tomar la precaución de aplicar los fertilizantes en las épocas en que las plantas absorben los nutrientes con mayor rapidez y cantidad. Esto ocurre (como ya se ha señalado en capítulos anteriores), a inicios de primavera. Otro aspecto importante, es entrar al invierno con una concentración de nutrientes en el suelo suficiente, solamente para la producción de

forraje en esta época, de modo que no permanezca un residual cuyo destino sea el arrastre superficial y subsuperficial debido a las altas pluviometrías invernales.

Dosis.
A mayores dosis de fertilizantes, hay mayores posibilidades de pérdidas. Por esta razón, se recomienda parcializar las fertilizaciones y mantener una provisión de nutrientes lo más parecida a la extracción que la pradera esté realizando. Normalmente, se deberían distribuir en 2 ó 3 aplicaciones en primavera y 1 en otoño, dependiendo de la zona agroclimática.

Tipo de fertilizante.
Las caracteristicas químicas de los fertilizantes afectan el grado de pérdida que estos pueden sufrir una vez aplicados en el suelo. Por ejemplo, los fertilizantes nitrogenados amoniacales, se pierden en los horizontes del suelo por acción de la lluvia (lixiviación) menos que las sales solubles, pero se volatilizan con mayor facilidad. En cambio, los nitratos no se volatilizan, pero se pueden lixiviar.

El uso de cal aumenta la posibilidad de pérdidas de algunos nutrientes tales como azufre y molibdeno.

Suelo.
A mayor pendiente del suelo, mayor es el arrastre superficial de suelo y nutrientes. En suelos planos como los ñadis, este efecto no es tan importante.
La textura y la estructura, producen diferentes velocidades de infiltración. En suelos arenosos, se deben tomar mayores precauciones para evitar las pérdidas por esta vía.

Cultivo.
Un cultivo de inicio de rotación y de alta tasa de crecimiento tales como avena, cebada y ballicas anuales, tienen también una mayor tasa de absorción ya que poseen raíces más profundas que extraen nutrientes en horizontes donde las raíces de otras plantas no alcanzan a penetrar. Con esto, se evita la pérdida de minerales.

Sistema de incorporación.
Un fertilizante amoniacal incorporado al suelo mediante rastrajes o inyección mecánica, tiene menos posibilidades de volatilizarse. Sin embargo, si la incorporación es muy profunda, se corre el riesgo de acelerar el proceso de lixiviación. Por lo tanto, se debe tener la precaución de combinar las épocas con todos los factores indicados anteriormente.

Bibliografía

Anrique R., Valderrama X., Fuschlocher. 1995. Composición de Alimentos para el Ganado en la Zona Sur. Edita: Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Ministerio de Agricultura

Cuevas E., Anrique R., Balochi O. 1983, Producción, Utilización y Calidad de Praderas Permanentes de Sur de Chile. AgroSur 11 (2): 98-104.

Dumont J.C., Neumann J., Campos C., Ortega L. 2000 (a). Producción de Carne en Suelos Ñadis. Información adaptada de Informes Técnicos del Proyecto INIA - CNR "Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje en las Regiones Novena y Décima".

Dumont J.C., Valdebenito A. 2000.(b).Prospección de purines en predios lecheros de la Décima Región. Del Proyecto INIA - FNDR "Investigación de Purines y Efluentes de Lechería en la Décima Región". INIA Remehue.

Iraira S. 1996. Curvas de praderas en el sector de Quilanto. Informe Técnico Interno. Departamento de Producción Animal. INIA Remehue (Osorno). Información no publicada.

Torres A., Navarro H., Goic L. 1994. Curvas de crecimiento de praderas en suelos ñadis. Boletín Técnico Nº 217 INIA Remehue.

ANEXO 13. Boletín Técnico-Divulgativo "Evaluación Económica del Drenaje predial en la Xa Región"

GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DE RIEGO

MANUAL TECNICO DIVULGATIVO

EVALUACION ECONOMICA DEL DRENAJE PREDIAL EN LA DECIMA REGION

Convenio INIA - CNR

"Programa de Aplicación de
Tecnología de Drenaje en las Regiones IX y X"

Osorno - 2001

GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DE RIEGO

MANUAL TECNICO DIVULGATIVO

EVALUACION ECONOMICA DEL DRENAJE PREDIAL EN LA DECIMA REGION

Convenio INIA - CNR

"Programa de Aplicación de
Tecnología de Drenaje en las Regiones IX y X"

Osorno - 2001

El Departamento de Desarrollo de Áreas Regadas de la Comisión Nacional de Riego (CNR) y el Centro Regional de Investigación Remehue del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), presentan el Manual Técnico Divulgativo "EVALUACION ECONOMICA DEL DRENAJE PREDIAL EN LA DECIMA REGION", correspondiente a una serie de documentos de este tipo, realizados con financiamiento de la Comisión Nacional de Riego.

Autores:

Dagoberto Villarroel T.
Ingeniero Agrónomo INIA Remehue

Leopoldo Ortega Corrales
Ingeniero Agrónomo INIA Remehue

Editores:

Leopoldo Ortega Corrales
Ingeniero Agrónomo INIA Remehue

Luis Alberto Opazo Ruiz
Periodista INIA Remehue

Diseño:

Pedro Sánchez Kusch
Punto3

Impresión:

Imprenta América

Tiraje:

1.000 ejemplares

Osorno, Marzo de 2001.

Indice de materias

1. INTRODUCCIÓN 4

2. TIPOS DE PROBLEMAS DE DRENAJE Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN. 5
2.1. Descripción de problemas de drenaje.
2.2. Alternativas de solución de drenaje y antecedentes para su selección.

3. INGRESOS, UTILIDADES Y BENEFICIOS DE LAS OBRAS DE DRENAJE. 7
3.1. Ingresos.
3.2. Utilidades.
3.3. Beneficios adicionales.

4. INVERSIONES Y COSTOS ASOCIADOS A OBRAS DE DRENAJE. 8
4.1 Inversión.
4.1.1 Inversiones en activos fijos.
4.1.2 Inversiones en activos nominales.
4.1.3 Inversiones en capital de trabajo.
4.2 Costos.
4.2.1 Costo Total.
4.2.2 Costo variable.
4.2.3 Costo fijo.
4.2.4 Costo Directo.
4.2.5 Costo Indirecto.

5 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS. 9
5.1 Método de Presupuestos.
5.2 Método de Evaluación Económica Privada.

6 COSTOS Y PRESUPUESTOS DE OBRAS DE DRENAJE. 11
6.1 Análisis de precios unitarios.
6.1.1 Precio unitario de mano de obra.
6.1.2 Precio unitario materiales.
6.1.3 Precio unitario equipos y maquinarias.
6.2 Costos de Construcción de Obras de Drenaje.
6.2.1 Costos de construcción de proyecto drenaje superficial intrapredial sistema zanja - dren topo en suelos ñadis.
6.2.2 Presupuesto proyecto drenaje superficial macrored extrapredial suelos ñadis.

7 ANALISIS DE CASO DE EVALUACION ECONOMICA DE DRENAJE EN PRADERAS SUELO ÑADI SERIE FRUTILLAR. 17

7.1 Metodología.
7.2 Costos.
7.3 Flujos Netos de Caja.
7.4 Análisis de sensibilidad e indicadores.
7.5 Discusión de los resultados económicos.

8. BIBLIOGRAFÍA. 23

1.Introducción

En una economía abierta como la que existe actualmente en el país y bajo las actuales condiciones de mercado y competitividad, el éxito o fracaso de una empresa depende en gran medida del grado de gestión que posean éstas.

En el proceso de gestión, la planificación juega un papel importante que contribuye a lograr el éxito empresarial. Mediante el proceso de planificación podemos conocer nuestro inventario inicial, estudiar alternativas de producción y formular un plan de trabajo (corto o largo plazo). Consecuentemente, es primordial el conocimiento de los costos e ingresos involucrados en los procesos productivos, contribuyendo a dar un enfoque a las empresas, para mejorar su eficiencia y obtener los resultados más satisfactorios posibles.

El presente boletín tiene por objetivo entregar los principales conceptos y elementos tanto técnicos como económicos para el drenaje de suelos, entregando herramientas básicas que permitan a agricultores, profesionales y estudiantes, evaluar en forma rápida las soluciones factibles para implementar un sistema de drenaje.

Se pretende además, entregar antecedentes sobre estándares de inversiones y costos de proyectos de drenaje y mejoramiento de praderas basados en casos reales de la Xa Región, con el fin de orientar en la toma de decisiones a los agricultores y profesionales del agro en sus respectivos proyectos.

2.-TIPOS DE PROBLEMAS DE DRENAJE Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION

2.1 Descripción de problemas de drenaje.

En la zona sur , el problema de mal drenaje que presentan los suelos es de tipo superficial, en donde existe una acumulación de agua sobre la superficie del suelo, la cual no es eliminada naturalmente, ya sea por escurrimiento superficial o percolación profunda.

Se distinguen claramente dos áreas donde se concentran mayoritariamente los problemas de drenaje: los suelos ñadis y los suelos trumaos de lomaje de la depresión intermedia.

Los suelos ñadis son extensas áreas que presentan problemas generalizados de mal drenaje, debido a su topografía plana, que limita el escurrimiento superficial y por ser suelos delgados (desde 20 hasta 70 cm de profundidad de suelo) con una estrata impermeable continua que impide la infiltración, como es el caso de la estrata de óxidos cementados denominada "fierrillo" en el ñadi Frutillar.

En el caso de los trumaos de lomaje, se encuentran a su vez dos tipos de problemas, los sectores de "hualves" donde el problema de drenaje se localiza en depresiones que no tienen una vía de drenaje natural y constituyen receptores del escurrimiento superficial de las áreas de aporte de las hoyas hidrográficas donde se encuentran. El otro tipo de problema se encuentra en los sectores de "vega", que son sectores adyacentes a cursos de agua de mediano a gran caudal , de topografía plana, en los cuales se acumulan aguas de escurrimiento de laderas contiguas y/o reciben las aguas de inundaciones periódicas del cauce.

2.2 Alternativas de solución de drenaje y antecedentes para su selección.

Para solucionar los problemas de drenaje anteriormente mencionados y de acuerdo a la zona en que se encuentren, existen obras de drenaje superficial factibles de realizar, las que se presentan en la Figura 1. Para enfrentar la elección de qué alternativa de drenaje elegir, debemos tener en consideración que los problemas de drenaje

Figura 1. Alternativas de solución de problemas de drenaje

presentan características muy diversas, en envergadura, tipificación y grado de complejidad, por lo cual todo proyecto de drenaje agrícola presenta características que lo hacen singular, lo que implica que en la mayoría de los casos no es posible copiar idénticamente un proyecto ejecutado y aplicarlo a otro caso.

Sin embargo, los proyectos de drenaje deben cumplir con las siguientes características:

· **Deben ser obras de tipo permanente, ya que acciones paliativas (prácticas de manejo u otras), sólo alcanzan a mitigar el problema.**

· **La etapa de construcción debe ser planificada, ya que generalmente corresponde a un conjunto de obras armónicamente relacionadas en un sistema de drenaje.**

· **Las obras propuestas deben tender a ser simples, económicas y fáciles de implementar.**

· **Para diseñar y construir obras de drenaje, se deben utilizar normas técnicas.**

Por otro lado, es importante conocer cuales son las ventajas y desventajas que presentan las diferentes alternativas de drenaje para los suelos de la zona sur del país. En el cuadro 1, se señalan algunas características de estas alternativas.

Tipo de Suelo	Sistema de drenaje	Ventajas	Desventajas
Nadis	Sistema zanja colectora con dren topo.	• Bajo costo de construcción • Fácil inspección de funcionamiento	• Subdivisión del terreno • Pérdidas de superficie de suelo útil • Costosa mantención
Trumaos de lomaje. Sector Hualves.	Drenes en V	• Se adapta muy bien a terrenos ondulados • Permite mantener la continuidad de los potreros • Permite el libre tránsito de animales y maquinarias	• Requiere alturas de corte menores a 1 metro, pues valores más altos aumentan excesivamente los costos de construcción.
	Drenes de tubería	• Mantienen la continuidad de los potreros • Fácil mantención	• Alto costo de construcción • Escasa maquinaria especializada para instalar tuberías de drenaje. • Para la instalación de las tuberías, se requiere de empresas especializadas con personal entrenado
Trumaos de lomaje. Sector Vegas	Dren interceptor	• Efectiva intercepción de escorrentía superficial y subterránea proveniente de laderas adyacentes.	• Generalmente se requiere una profundidad mínima de 1,5 metros, para garantizar intercepción de escorrentía subterránea proveniente de laderas. • Requiere en algunos casos grandes longitudes para lograr diferencia de cota en la descarga en el cauce aguas abajo.
	Diques de contención	• Garantiza que no ocurra desborde del cauce natural inundando la terraza.	• Costo de construcción muy elevado, sólo se justifica en casos excepcionales.

Cuadro 1. Ventajas y desventajas de alternativas de drenaje para suelos de la zona sur.

3.- INGRESOS, UTILIDADES Y BENEFICIOS DE LAS OBRAS DE DRENAJE.

La incorporación de innovaciones tecnológicas en una empresa tiene un claro objetivo de mejoramiento en los resultados de la gestión de la misma. Las obras de drenaje incorporadas a un predio determinado (micro red de drenaje) o a un conjunto de predios (macro red de drenaje), no son ajenos a esta lógica de funcionamiento económica, y es así como a través de esta innovación obtenemos ingresos y beneficios. La diferenciación entre ingresos y beneficios se plantea en términos de que los primeros son fácilmente cuantificables y los segundos corresponden en cierta medida a externalidades positivas que se generan por la incorporación de esta tecnología de mejoramiento predial. A continuación se presenta la definición de algunos términos usados para la evaluación económica de proyectos.

3.1 Ingresos.

Consideraremos la definición de Ingreso Total (Bruto) como la resultante de multiplicar las unidades producidas por el valor unitario de ellas en el mercado. Los ingresos fácilmente cuantificables son aquellos obtenidos por el aumento de la producción y productividad de la tierra. Como unidades productivas agropecuarias podemos nombrar, entre otras:

Aumento en kg/ha de leche
Aumento en kg/ha de carne
Aumento en kg/ha de lana
Aumento en kg/ha de forraje
Aumento en kg/ha de fruta
Aumento en kg/ha de hortalizas

3.2 Utilidad.

Con respecto al término de Utilidad, esta la podemos subdividir en Utilidad Bruta (que es similar a ingreso neto o margen bruto) y Utilidad Neta (Figura 2) En el Capítulo 4.2 "Costos", se presenta una clasificación de los diferentes tipos de costos y su respectiva definición.

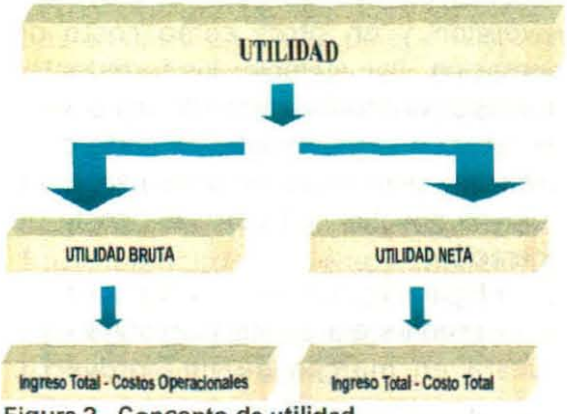


Figura 2. Concepto de utilidad

3.3 Beneficios adicionales

En cuanto a otros beneficios que se pueden originar con las obras de drenaje, es necesario mencionar que éstos también pueden ser cuantificados, pero requieren una adecuada puesta en valor de las externalidades positivas que se generan, las que se encuentras supeditadas al criterio que se defina para tal efecto.

Como beneficios adicionales que se pueden generar, se encuentran entre otros:

Aumento de la plusvalía del terreno.

Disminución de costos.
Ahorro mantención de construcciones.
Ahorro en mantención de maquinaria.
Ahorro en salud animal.

Posibilidades de explorar nuevos rubros.

Efecto sobre otros sectores de la economía, como el comercio, transporte y servicios.

Efecto sobre el empleo, tanto en la construcción misma de las obras, como en la administración y mantención del sistema.

4.- INVERSIONES Y COSTOS ASOCIADOS A OBRAS DE DRENAJE

4.1 Inversión.

Cuando hablamos de inversión, nos referimos a aquellos costos aplicados en activos que tienen una vida útil prolongada.

Es necesario precisar que un mismo insumo puede en algunos casos considerarse como inversión y en otros como costo de operación. Por ejemplo, los fertilizantes usados en el establecimiento de una pradera de rotación larga constituyen parte de la inversión, pero los fertilizantes usados en cultivos anuales son parte del costo de operación.

En la Figura 3 podemos observar los tipos de inversiones que se efectúan antes de la puesta en marcha de un proyecto.

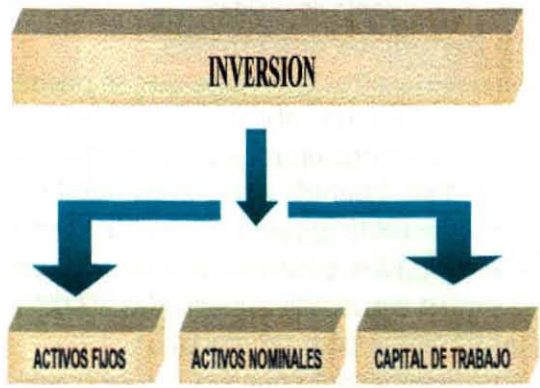


Figura 3. Tipos de Inversiones

4.1.1 Inversiones en activos fijos.

Son aquellas que se realizan en bienes tangibles. A manera de ejemplo podemos mencionar: construcciones, maquinarias, plantaciones frutales o forestales, obras de riego o drenaje, praderas mejoradas de larga duración, animales reproductores.

4.1.2 Inversiones en activos nominales.

Son aquellas que se realizan sobre activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos para la puesta en marcha del proyecto. Los principales ítems son :

- gastos de organización
- patentes
- licencias
- capacitación
- Intereses y gastos financieros preoperativos.

4.1.3 Inversiones en capital de trabajo.

Constituye el conjunto de recursos necesarios, en la forma de activos corrientes, para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo, para una capacidad y tamaño determinado. La principal importancia del capital de trabajo es la de constituir aquella parte de la inversión que debe servir para financiar los desfases que normalmente se producirán entre la generación de ingresos y la ocurrencia de los gastos que se deben realizar.

4.2. Costos.

Como Costo nos referiremos a todos aquellos recursos que entran en la actividad productiva.

Los costos pueden agruparse de diferente manera, tal como se muestra en la Figura 4.

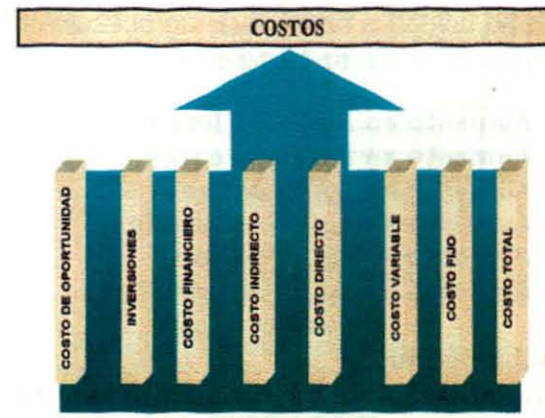


Figura 4. Clasificación de los costos

4.2.1. Costo Total.

El costo total, corresponde a la suma de todos los costos que participan en el proceso productivo y está dado por la siguiente sumatoria:

Costo total = Costo Variable + Costo Fijo

4.2.2. Costo Variable.

El costo variable, corresponde a los costos relacionados directamente con un nivel productivo dado, esto es, en la medida que aumenta el nivel de producción aumentan los recursos involucrados.

4.2.3. Costo Fijo.

El costo fijo, corresponde a los costos relacionados con la producción pero no cambian al variar los niveles de producción. Los costo fijos se pueden clasificar en costos fijos explícitos y costos fijos implícitos.

Los costos fijos son explícitos cuando hay un gasto en dinero para solventarlos, entre estos costos fijos explícitos podemos mencionar

Contabilidad
Contribuciones
Administración
Asistencia Técnica
Mantención de activos
Derechos de agua
Arriendos
Amortizaciones
Gastos Generales
Seguros

Los costos fijos son implícitos cuando no hay un gasto en dinero pero sí existe un costo de oportunidad (ingreso monetario que se deja de obtener por tener ocupado cualquier recurso de producción en nuestra actividad económica y no en aquella actividad más rentable), entre estos costos fijos implícitos podemos mencionar

Interés al capital circulante
Depreciación de activos
Costo oportunidad de los bienes de capital

4.2.4 Costo Directo.

El costo directo equivale a los insumos específicos y fácilmente asignables al rubro que los utilice.

4.2.5 Costo Indirecto.

Son comúnmente llamados gastos generales y engloban a todos aquellos costos que no son fácilmente imputables a un rubro específico. A manera de ejemplo: gastos por concepto de energía eléctrica, mantenciones generales, etc.

5. METODOS DE EVALUACION DE PROYECTOS

Cuando hablamos de métodos de evaluación de proyectos podemos distinguir entre el análisis de presupuestos y el análisis económico.

5.1. Método de Presupuestos.

Cuando nos encontramos frente a un análisis de presupuesto, nos estamos refiriendo a la cuantificación de ingresos y costos obtenidos mediante métodos de presupuestación (total, parcial, etc.), para el análisis económico de alternativas tecnológicas productivas.

Un estudio de costos es simplemente un

estudio detallado de cada uno de los ítems involucrados en el desarrollo de un rubro, en la aplicación de una tecnología o en la construcción de una obra.

5.2 Método de Evaluación Económica Privada.

Al referirnos a Evaluación Económica Privada, nos debemos situar en el ambiente donde la evaluación económica constituye un componente del proceso de formulación de proyectos, en la cual se analiza la estimación de la inversión, la proyección de los ingresos y costos, y se obtiene una proyección de flujo de caja.

El análisis económico de proyectos está orientado a facilitar la elección entre varias alternativas o simplemente permite decidir si se realiza o no una determinada inversión. Para facilitar la comparación y entendimiento del análisis de presupuestos y de evaluación económica, en el cuadro 2 se presenta un listado con distintos componentes para el análisis y como son tratados por ambos métodos.

Componente	Presupuestos	Evaluación Económica
Información	• Conveniencia de modificar rubros o tecnologías	• Conveniencia y rentabilidad de la inversión
Horizonte de tiempo considerado	• Anual	• Maduración de la inversión
Características del análisis	• Ganancia adicional	• Rendimiento del capital aplicado
Indicadores usados	• Comparación de beneficios y costos	• VAN • TIR • Relación B/C
Valor del dinero	• Sin actualizar	• Actualizado
Tratamiento de la inversión	• Por depreciación anual	• Como costo el valor de la inversión inicial y las reposiciones de la inversión • Como ingreso el valor residual de la inversión

Cuadro 2. Comparación método análisis de presupuestos y evaluación económica

6. COSTOS Y PRESUPUESTOS DE OBRAS DE DRENAJE.

Los proyectos de drenaje que se realizan en Chile para los concursos de la Ley 18.450, no requieren de una evaluación económica, sino que solamente de un presupuesto detallado de los gastos en que se va a incurrir para determinar el costo de construcción, rehabilitación o instalación del sistema.

Con el objeto de permitir evaluar en forma rápida, efectiva y eficiente las soluciones posibles para implementar un sistema de drenaje, es necesario conocer cuáles son los factores que componen el costo de estas alternativas de drenaje, como también cuales son los estándares técnicos asociados a éstos, en los que se indica una definición cuantitativa sobre algún factor de construcción o diseño.

El primer paso para comenzar a estudiar un presupuesto, es dividir la obra en partidas o ítemes de pago que deben considerar todos los gastos que incurrirá la construcción de la obra.

Las partidas son las faenas o elementos constructivos evaluados individualmente. Estos deben ser medibles, presupuestables y verificables, de modo de controlar avances, cobrar estados de pago y comparar el avance real con el programado. En cada partida debe determinarse la unidad que tendrá ésta, siendo por ejemplo, en m^3, m^2, ml, gl u otros.

El segundo paso consiste en cubicar las distintas partidas, es decir, calcular las cantidades de unidades de cada partida, sean éstas en volúmenes, áreas o longitudes.

Teniendo todo lo anterior puede elaborarse un presupuesto. Este debe estimar el costo de cada partida, estudiando y haciendo un detalle de cada precio unitario (P.U.) para cada partida, incluyendo todos los costos involucrados en la ejecución de un trabajo, lo que debe ser compatible con las bases de medición y pagos de cada partida. En este capítulo se incluyen algunos casos puntuales sólo como una referencia al tema.

En estricto rigor, los costos pueden variar considerablemente de un lugar a otro dependiendo de las condiciones locales, los objetivos del sistema a instalar y las condiciones de construcción en la obra. Por lo tanto, se aconseja considerar los valores de este documento como cifras orientadoras de referencia, que deben ser corroboradas para el proyecto específico.

6.1 Análisis de precios unitarios.

El precio unitario (P.U.) de cada partida, se considera como la sumatoria de los precios unitarios de mano de obra, materiales, maquinarias, equipos y otros. Es decir: P.U. Partida = P.U. mano de obra + P.U. materiales + P.U. Equipos + otros costos. Cada vez que se haga un estudio de precios unitarios, no debe contemplar gastos generales, ni utilidades, ya que se incluyen como partidas separadas en el presupuesto final.

6.1.1 Precio unitario de mano de obra.

Se define como mano de obra al costo de mano de obra involucrada en la partida. Para tener una buena evaluación debe estimarse el rendimiento del trabajador. Los costos de mano de obra considerados son los costos fijos, que constituyen la remuneración del trabajador, y los costos variables, los que se dividen en:

a. Costos variables mensuales, los que a

su vez se dividen en:

· Sobretiempo, que normalmente es un 50% en horas extras en días hábiles y del 110% horas extras de días domingos y festivos.
· Trato.
· Participaciones.

b. Costo variable anual (gratificaciones según corresponda).

c. Leyes Sociales, las que a su vez se dividen en:

· Imposiciones: calculadas sobre la base de un porcentaje sobre la remuneración imponible. Son parte del dinero del trabajador que el empleador retiene e ingresa a los fondos de pensiones y de salud a nombre del trabajador.
· Seguro de accidente: considerando un porcentaje sobre el total ganado por el trabajador, variando de acuerdo a los índices de accidentalidad de la empresa.
· Otras asignaciones:
· Alimentación.
· Movilización.
· Viáticos (según corresponda).
· Asignación por desgaste de herramientas (según corresponda).
· Asignación por pérdida de caja (según corresponda).
· Indemnizaciones: son los costos en que se incurre al despedir un trabajador. Estas se dividen en:
· Desahucio, cancelando un mes de sueldo al trabajador, que es despedido sin el previo aviso de un mes por lo menos.
· Indemnización por años de servicio, que corresponde a un mes de sueldo por cada año de servicio.
· Pago proporcional por vacaciones, pagándose al trabajador que sea despedido antes de haber hecho uso de sus vacaciones.

En el Cuadro 3 se presenta un resumen del costo aproximado de leyes sociales en Chile, estimación realizada por Ondac (1993).

6.1.2 Precio unitario materiales.

Consiste en una cotización de los materiales a utilizar en obra (incluyendo transporte), obteniéndose de la cubicación y especificaciones técnicas.
El precio de los materiales se verá afectado por las ofertas del momento, calidad de los materiales, volúmenes de los materiales, volúmenes de compra, formas de pago, otros.
Es recomendable incluir un porcentaje, llamado porcentaje de pérdidas, donde se consideran posibles robos, pérdidas por mala utilización del material, mal almacenamiento, mal transporte, por mala programación de compra, otros.

Asignaciones legales	%	Beneficios adicionales	%
Semana corrida	18.65	Causas climáticas	2.54
Aporte patronal	0.90	Colación	1.02
Cotización adicional mutual	2.55	Locomoción	0.86
Feriado anual	5.01	Falta de materiales	0.42
Por años de servicio	3.33	Desgaste de herramientas	2.03
Dasahucio	5.00	Capacitación y alfabetización	0.14
Gratificación	12.07	Aguinaldo	0.50
Equipo de seguridad y trabajo	1.25	Asignación por fallecimiento	0.03
		Cotización depto. de seg. de la empresa	1.00
Sub total	48.76	Sub total	8.54
		Total	**57.30**

Cuadro 3. Costo de leyes sociales. **Fuente: Revista ONDAC**

6.1.3 Precio unitario equipos y maquinarias.

Es el costo de equipos, maquinarias y herramientas utilizables en cada partida, dependiendo fundamentalmente de la planificación de la obra y de la estrategia adoptada. Se consideran herramientas (martillos, palas, carretillas, otros), superficies provisorias (escaleras, andamios y otros) y maquinarias (grúas, vibradores, betoneras, otros).

En muchos casos todo lo que es herramienta y superficies provisorias puede considerarse en los gastos generales o en la instalación de faenas, pero para la situación de maquinarias pueden haber 3 posibilidades:

· Equipos arrendados.

· Equipos con leasing, siendo el costo mensual superior a un arriendo tradicional.

· Equipos propios, determinando los costos de depreciación del equipo y los de posesión y operación del mismo.

Por lo general, la posibilidad del equipo arrendado es la forma más común para las maquinarias.

6.2 Costos de Construcción de Obras de Drenaje.

6.2.1 Costos de construcción de proyecto drenaje superficial intrapredial sistema zanja - dren topo en suelos ñadis.

En el Cuadro 4, se presentan los costos de construcción de un sistema zanja-dren topo en un suelo ñadi, serie Frutillar, en condiciones de suelo limpio, sin restos de troncos ni matorrales. El trabajo se realizó en una superficie de 30.55 ha. El espaciamiento entre drenes fue de 2 m, construcción manual de las zanjas y los drenes topo se construyeron con un implemento accionado por tractor. De dicho cuadro se desprende que el costo de este tipo de obra es de UF 14,41 por hectárea.

6.2.2 Presupuesto proyecto drenaje superficial macrored extrapredial suelos ñadis.

En este capítulo se presenta un presupuesto de un caso real, en que la obra proyectada corresponde a una macrored de drenaje extrapredial en suelos ñadis de la serie Frutillar, ubicada en la Comuna de Frutillar,

ITEM	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL (UF)
Topografía	ha	0.87	30.55	26.58
Excavación Zanja				
Tierra	m3	0.03	862.20	25.87
Ripio	m3	0.14	934.20	130.77
Picotas	km	0.70	2.40	1.68
Palas	km	3.05	2.40	7.32
Limpieza zanja				
Deterioro severo	m	0.03	645.00	19.35
Deterioro regular	m	0.02	680.00	13.60
Confecciones drenes topo	km	0.42	152.75	64.16
Movimiento material de bordes				
Tierra	m3	0.04	862.20	34.49
Ripio	m3	0.09	934.05	84.06
Cercado de zanjas				
Polines	km	4.43	4.79	21.22
Alambre	km	1.24	4.79	5.94
Mano de obra	km	1.09	4.79	5.22
			Total	**440.26**
			UF/ha	**14.41**

Cuadro 4. Costos totales de construcción de un sistema de drenaje superficial tipo zanja - dren topo para suelos ñadis.
Fuente: Ortega, 1996

Colector principal Proyecto Drenaje Frutillar - Pellines

Provincia de LLanquihue, Décima Región, siendo la superficie de influencia directa del proyecto de 1.595 ha.

En el área del proyecto se presenta una situación generalizada de mal drenaje durante gran parte del año. El origen de la recarga es lluvia directa sobre el área del proyecto, y la escorrentía superficial generada en las áreas adyacentes. La obra proyectada corresponde a una macrored extrapredial de Drenaje, que consiste en una red de zanjas colectoras que reciben las aguas de drenaje prediales y las descargan en los cauces naturales existentes. Se realizó la construcción de un total de 10.984 m. de zanjas colectoras y la limpieza y ampliación de un total de 19.555 m. de cauces naturales.

Se especifican las inversiones y costos que son necesarios para la materialización de las obras propuestas. Los valores se expresan en pesos de marzo de 1998, en valores netos, sin incluir el IVA. Tanto los estándares técnicos como los precios utilizados, corresponden a valores locales, obtenidos de proyectos similares realizados en la región.

En el Cuadro 5, se presentan los estándares de rendimiento y construcción de las obras proyectadas.

ACTIVIDAD		FORMA DE CONSTRUCCIÓN		RDTO.
IDENTIFICACIÓN	UNIDAD	IDENTIFICACIÓN	UNIDAD	
Ampliación Cauce				
Limpieza condición favorable	m^2	Excavadora	hr.	585m^2/hr.
Limpieza condición Normal	m^2	Excavadora	hr.	450m^2/hr.
Limpieza condición Severa	m^2	Excavadora	hr.	315m^2/hr.
Excavación	m^3	Excavadora	hr.	36 m^3/hr.
Contruccion Colectores				
Construcción faja	km	Camión Tolva	hr.	0.1 km/hr.
		Mano de obra	J	0.1 km/J.
Excavación suelo	m^3	Excavadora	hr.	70 m^3/hr.
Excavación ripio	m^3	Excavadora	hr.	40 m^3/hr.
Repase y Terminación Sección	m^3	Mano de obra	J	5 m^3/hr.
Retiro del suelo excavado	m^3	Camión Tolva	hr.	38 m^3/hr.
Retiro del ripio excavado	m^3	Camión Tolva	hr.	32m^3/hr.
Esparcimiento suelo y ripio	m^3	Buldozer	hr.	75m^3/hr.
Cercado	km	Mano de Obra	J	0.01 km/J.

Cuadro 5. Estándares de rendimiento y construcción obras macrored extrapredial suelos ñadis, serie Frutillar.

Conociendo los estándares técnicos y los precios de mercado, se determina el precio unitario de las diferentes partidas del presupuesto.

En los Cuadros 6 al 10, se presentan los precios unitarios de las siguientes partidas del presupuesto, respectivamente:

- Ampliación de cauces naturales.
- Roce, despeje y limpieza de faja.
- Excavación de colectores.
- Retiro del material excavado.
- Cercado de zanjas.

Partida : Ampliación cauces naturales / m^2(limpieza); m^3(excavación) / Cantidad: 1

DESIGNACION ITEM /Sub-item	Unidad	Cant.	Precio Unit. ($)	Precio total ($) Sub item	Item
LIMPIEZA CATEGORÍA FAVORABLE	hr. excavad	0.00171	22.000		38
LIMPIEZA CATEGORÍA NORMAL	hr. excavad	0.00222	22.000		49
LIMPIEZA CATEGORÍA SEVERA	hr. excavad	0.00317	22.000		70
EXCAVACIÓN	hr. excavad	0.02778	22.000		611

Cuadro 6. Precio unitario ampliación cauces naturales ($ marzo 1998, sin IVA).

Partida : Roce, despeje y limpieza de faja / Unidad : kilómetro / Cantidad: 1

DESIGNACION ITEM /Sub-item	Unidad	Cant.	Precio Unit. ($)	Precio total ($) Sub item	Item
MANO DE OBRA					89.910
Jornalero	Jornada	10	5.500	55.000	
Desgaste de Herramientas	%	5		2.750	
Leyes sociales	%	57		31.350	
MAQUINARIA					
Camión Tolva de 7 m^3	hr.	10	8.000	80.000	80.000
TOTAL COSTO DIRECTO					169.100

Cuadro 7. Precio unitario roce, despeje y limpieza de faja ($ marzo 1998, sin IVA).

Partida : Excavación colectores / Unidad : m^3/ Cantidad: 1

DESIGNACION ITEM /Sub-item	Unidad	Cant.	Precio Unit. ($)	Precio total ($) Sub item	Item
EXCAVACIÓN DE ESTRATA DE SUELO	hr. excavad	0.01429	22.000		314
EXCAVACIÓN DE ESTRATA DE RIPIO	hr. excavad	0.02500	22.000		550
MANO DE OBRA					1.782
Jornalero	Jornada	0.2	5.500	55.000	
Desgaste de Herramientas	%	5		2.750	
Leyes sociales	%	57		31350	

Cuadro 8. Precio unitario excavación colectores ($ marzo 1998, sin IVA).

Partida : Retiro de material excavado / Unidad : Kilómetro / Cantidad: 1

DESIGNACION ITEM /Sub-item	Unidad	Cant.	Precio Unit. ($)	Precio total ($) Sub item	Item
RETIRO DEL SUELO EXCAVADO	hr. camión tolva	0.02632	8.000		211
RETIRO DEL RIPIO EXCAVADO	hr. camión tolva	0.03125	8.000		250
ESPARCIMIENTO SUELO Y RIPIO	hr. buldozer	0.01333	18.000		240

Cuadro 9. Precio unitario retiro del material excavado ($ marzo 1998, sin IVA).

Partida : Cercado de zanjas / Unidad : Kilómetro / Cantidad: 1					
			Precio	Precio total ($)	
DESIGNACION ITEM /Sub-item	Unidad	Cant.	Unit. ($)	Sub item	Item
MATERIALES					1.301.296
Estacones	u	800	1.200	960.000	
Alambre Pua	rollo 500 mt.	16	15.000	240.000	
Grampas 1 1/2"	kg	27	550	14.850	
Pérdida de materiales	%	3		36.446	
Transporte de materiales	gl			50.000	
MANO DE OBRA					1.134.000
Maestro semicalificado	Jornada	100	7.000	700.000	
Desgaste de herramientas	%	5		35.000	
Leyes sociales	%	57		399.000	
TOTAL COSTO DIRECTO					2.435.296

Cuadro 10. Precio unitario cercado de zanjas ($ marzo 1998, sin IVA).

Finalmente, conociendo los precios unitarios y la cubicación del proyecto, se elabora el presupuesto total de construcción, que se presenta en el cuadro 11.

DESIGNACION ITEM /Sub -item	Unid.	Cant.	Precio unitario ($)	Precio Total ($) Sub item	ITEM
INSTALACIÓN DE FAENAS	gl				500.000
AMPL. CAUCES NATURALES					
Replanteo (1 topógrafo)	gl	-	1.500.000	1.500.000	88.247.293
Limpieza categoría favorable	m^2	2.670	38	101.460	
limpieza categoría normal	m^2	137.044	49	6.715.156	
Limpieza categoría severa	m^2	105.026	70	7.351.820	
Excavación	m^3	118.787	611	72.578.857	
CONSTRUCCIÓN COLECTORES					69.577.202
Replanteo (1 Topógrafo)	gl		1.500.000	1.500.000	
Roce, despegue y limpieza de faja	km	10,984	169.100	1.857.394	
Escavación estrata de suelo	m^3	15.064	314	4.730.096	
Excavación estrata de ripio	m^3	19.389	550	10.663.950	
Jornalero para repase y terminación de la sección	m^3	861	1.782	1.534.881	
Retiro del Suelo excavado	m^3	22.596	211	4.767.756	
Retiro del ripio excavado	m^3	25.206	250	6.301.425	
Esparcimiento del material excabado	m^3	47.802	240	11.472.408	
Cercado	km	10.984	2.435.296	26.749.291	
SUB TOTAL					158.324.495
GASTOS GENERALES IMPREVISTOS	gl				2.000.000
UTILIDADES	gl				15.000.000
HONORARIOS ELABORACIÓN PROYECTO	gl				8.000.000
HONORARIOS SUPERVICIÓN OBRA	gl				2.000.000
COSTO DEL PROYECTO (valor de la U.F. al 5 de marzo de 1998 = $ 14.199,77				Total Total UF UF / ha	$ 185.324.495 13.051,23 8,18

Cuadro 11. Presupuesto Total Construcción Proyecto Macrored de Drenaje para 1.595 ha de Suelos Ñadi ($ Marzo 1998, Sin IVA).

7. ANALISIS DE CASO DE EVALUACION ECONOMICA DE DRENAJE EN PRADERAS SUELO ÑADI SERIE FRUTILLAR.

En este capítulo se presenta una evaluación económica privada de la inversión en drenaje y del paquete agronómico asociado de mejoramiento de praderas, para un suelo ñadi Serie Frutillar, de acuerdo a la información obtenida en un módulo de validación del Convenio entre INIA y la CNR.

Módulo de drenaje Frutillar.

7.1 Metodología.

La evaluación económica es de tipo incremental, es decir, se realizará en base a los costos e ingresos incrementales del proyecto, obtenidos de la comparación entre la situación actual sin proyecto y la situación futura con proyecto.

Se calcularon los costos e inversiones del proyecto, luego se definieron los ingresos, para finalmente calcular los indicadores de rentabilidad mediante un flujo de caja. Los antecedentes sobre los costos involucrados en la construcción del sistema de drenaje y el establecimiento de praderas, se basaron en la investigación desarrollada en diferentes módulos de validación del Convenio entre el INIA y la CNR, considerando todas las labores realizadas e insumos aplicados.

Para el cálculo de los costos de construcción del sistema de drenaje, se utilizaron estándares técnicos de construcción determinados por INIA Remehue. Todos los precios utilizados para la estimación de costos e ingresos se encuentran en valores locales de mercado, expresados en pesos ($) de Agosto de 1997. Los precios no incluyen el impuesto al valor agregado (IVA) y para el caso de maquinaria se consideró su valor de arriendo.

La evaluación privada del proyecto se realizó en un horizonte de 20 años, y se utilizó una tasa de descuento del 12%, calculándose los flujos netos de caja a partir del valor de los ingresos y costos determinados previamente.

Los valores de la inversión en drenaje predial y extrapredial utilizados en los flujos de caja, fueron exactamente los determinados en el módulo de validación de Frutillar, por considerarse muy representativo de una condición real de un productor.

Los ingresos incrementales de los flujos de caja se calcularon con respecto a una condición de pradera natural, considerando ciertos valores para las producciones del precultivo y pradera mejorada, además de parámetros de eficiencia de pastoreo, eficiencia de conversión de materia seca a leche, y precio del litro de leche.

Se calcularon los Flujos Netos de Caja para la construcción del sistema de drenaje y mejoramiento de praderas, para los casos de inversión en drenaje sin subsidio y con un subsidio de un 75 % para las obras de drenaje, con el propósito de visualizar económicamente la gravitación de este instrumento dentro del contexto del proceso integral de desarrollo productivo.

Los indicadores calculados fueron el Valor Actual de los Flujos Netos (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), y el Período de Recuperación del Capital (PRC).

Finalmente, se realizó un análisis de sensibilidad según tres precios para el litro de leche (50, 75 y 100 $/lt , como rango

que cubre los extremos máximos y mínimos), con sus correspondientes indicadores de evaluación económica, en condiciones con y sin subsidio.

7.2 Costos.

El sitio corresponde a un suelo ñadi de la serie Frutillar, comuna de Frutillar, provincia de Llanquihue, de propiedad del agricultor Jaime Neumann. El módulo posee una superficie de 6,33 ha, en las cuales se realizaron labores de drenaje. Se estableció un precultivo de ballica tama, con el objeto de mejorar las condiciones de control de malezas, fertilidad, estructura y laboreo de suelo, otorgando condiciones óptimas para un buen establecimiento del cultivo siguiente, que correspondió a una pradera mixta ballica-trébol blanco.

En el Cuadro 12, se presentan los costos de construcción del sistema de drenaje en condiciones de suelo limpio, sin restos de troncos ni matorrales. Dentro de las labores de drenaje se confeccionaron drenes topo en la totalidad de la superficie y se excavaron 520 m. de zanja. Primeramente, los valores se calcularon para el total del módulo de 6,33 ha, y luego se expresaron en valores unitarios en $/ha.

ITEM Sub item	Unid.	Cant.	Costo unitario ($)	Costo Total ($)		Porc (%)	
				Sub item	ITEM	Sub item	ITEM
TOPOGRAFÍA	ha	6,33	11.892		**75.276**		**9**
EXCAVACIÓN ZANJAS					**269.406**		**33**
Tierra	m^3	182	670	121.852		15	
Ripio	m^3	54,6	2.215	120.964		15	
Picotas	km	0,52	9.514	4.947		1	
Palas	km	0,52	41.622	21.643		2	
					178.279		**22**
CONFECCIÓN DRENES TOPO	km	31					
TRASLADO MATERIAL EXCAVADO					**200.330**		**24**
Tierra	m^3	182	551	100.208		12	
Ripio	m^3	54,6	1.834	100.122		12	
CERCADO DE ZANJAS					**95.807**		**12**
Polines	km	1,04	60.411	62.827		8	
Alambre	km	1,04	16.847	17.521		2	
Mano de obra	km	1,04	14.865	15.459		2	
Total Módulo 6,33 ha					**819.098**		**100**
Total $/ha					**129.604**		

Cuadro 12. Costos de construcción Sistema Drenaje Zanja-Dren Topo en Módulo Drenaje Frutillar.

Los costos directos fueron 129.604 $/ha, siendo el ítem de mayor costo la excavación de zanjas, con un 33% de los costos; seguido de los ítems de confección de drenes topo y movimiento de material con un 22% y 24%, respectivamente. En el Cuadro 13 se presenta el costo de mantención anual del sistema de drenaje zanja-dren topo. Para el cálculo de la mantención de las zanjas prediales, se asumió un deterioro regular de éstas, considerando el estándar de limpia de zanjas con deterioro regular de 17 m/día y un costo de jornal equivalente a 5.000 $/día,

ITEM	Unid.	Cant.	Costo unitario ($)	Costo Total ($)
Limpieza de zanjas	m	520	294	152.880
Repaso de drenes topo	km	3,1	5.721	17.735
Total Módulo 6,33 ha				170.615
Total $/ha				26.935

Cuadro 13. Costos de mantencion anual Sistema Drenaje Zanja-Dren *Topo en Módulo Drenaje Frutillar.*

lo que resulta en un costo unitario de 294 $/m. Para el cálculo de la mantención de los drenes topo, se asumió que anualmente se reconstruye el 10% de éstos, considerando una vida útil de 10 años.

En el Cuadro 14, se presenta el costo de establecimiento del precultivo, que alcanzó un valor de 261.193 $/ha. El ítem de preparación de suelo representó el 37% del total de los costos y el ítem insumos el 63%, siendo el componente fertilizantes el de mayor incidencia en los costos (53%).

ITEM Sub Item	Unid.	Cant.	Costo unitario ($/ha)	Costo Total ($/ha)		Porc (%)	
				Sub Item	ITEM	Sub Item	ITEM
PREPARACIÓN DE SUELO					**96.500**		**37**
Pulverización (barb. Quím)	labor/ha	1	3.000	3.000		1	
Rastra off-set	labor/ha	2	10.000	20.000		8	
Rotovatos	labor/ha	2	8.000	16.000		6	
Arado disco	labor/ha	1	15.000	15.000		6	
Aplicación cal	labor/ha	1	4.500	4.500		2	
Rastra off-set	labor/ha	1	10.000	10.000		4	
Marco nivelador	labor/ha	1	2.000	2.000		1	
Rastra off-set	labor/ha	1	10.000	10.000		4	
Marco nivelador	labor/ha	1	2.000	2.000		1	
Palo Nivelador	labor/ha	1	2.000	2.000		1	
Siembra	labor/ha	1	12.000	12.000		5	
SUB TOTAL					**96.500**		**37**
INSUMOS							
Herbicida					**7.840**		**3**
Roundap (glifosfato)	lt/ha	2,8	2.800	7.840		3	
Fertilizantes					**138.193**		**53**
Carbonato de cal	ton/ha	1,9	30.400	57.760		22	
Mezcla 790 SQMCH (NPK)	ton/ha	0,614	130.998	80.433		31	
Semilla					**18.660**		**7**
Ballica Tama	kg/ha	20	933	18.660		7	
SUB TOTAL							**63**
COSTO TOTAL					**261.193**		**100**

Cuadro 14. Costos de establecimiento pre-cultivo Ballica Tama ($/Ha) en Módulo Drenaje Frutillar.

En el Cuadro 15, se presentan los costos de fertilización de mantención y control de malezas del precultivo, que alcanzaron un valor de 239.935 $/ha, siendo el componente fertilizantes el de mayor incidencia en los costos (96%).

ITEM Sub Item	Unid.	Cant.	Costo unitario ($/ha)	Costo Total ($/ha)		Porc (%)	
				Sub Item	ITEM	Sub Item	ITEM
Costo de aplicación					5.000		2
Herbicidas	labor/ha	1	3.000	3.000		1	
Fertilizantes	labor/ha	1	2.000	2.000		1	
Herbicida					6.012		2
Hedonal M-750	kg/ha	1	3.014	3.014		1	
Banvel D	kg/ha	0,25	11.990	2.998		1	
Fertilizantes					228.923		96
Nitromag	kg/ha	600	106	63.675		27	
SFT	kg/ha	1.200	118	141.840		59	
Muriato Potasio	kg/ha	240	98	23.408		10	
COSTO TOTAL					239.935		100

Cuadro 15. Costos de fertilización de mantención y control de malezas del pre-cultivo Ballica Tama ($/Ha) en Módulo Drenaje Frutillar.

En el Cuadro 16, se presentan los costos de establecimiento de la pradera mixta, obteniéndose un valor de 223.024 $/ha. En la preparación de suelo se incluyó nuevamente el uso de arado topo, lo cual elevó los costos de este ítem, representando el 40% del total de éstos. El componente fertilizantes sigue siendo uno de los de mayor incidencia en los costos, constituyendo el 37% de los costos.

ITEM Sub Item	Unid.	Cant.	Costo unitario ($/ha)	Costo Total ($/ha)		Porc (%)	
				Sub Item	ITEM	Sub Item	ITEM
PREPARACIÓN DE SUELO					91.500		40
Rototiller	labor/ha	2	8.000	16.000		7	
Arado vertedera	labor/ha	1	15.000	15.000		7	
Rodillo compactador	labor/ha	1	3.500	3.500		2	
Arado topo	labor/ha	1	30.000	30.000		13	
Vibro cultivador	labor/ha	2	6.000	12.000		5	
Siembra	labor/ha	1	12.000	12.000		5	
Aplicación herbicida	labor/ha	1	3.000	3.000		1	
SUB TOTAL					91.500		40
INSUMOS							
Semillas	kg/ha				42.190		19
Trébol Blanco Pitau	kg/ha	2	2.411	4.822		2	
Trébol Blanco Kopu	kg/ha	2	5.124	10.248		5	
Ballica Nui	kg/ha	10	984	9.840		4	
Ballica Revital 100	kg/ha	10	1.728	17.280		8	
Fertilizantes	kg/ha				81.506		37
Sulpomag	kg/ha	134	102	13.664		6	
Nitroplus	kg/ha	90	98	8.794		4	
SFT	kg/ha	332	118	39.242		18	
Muriato Potasio	kg/ha	201	99	19.805		9	
Herbicidas	lt/ha				7.828		4
Campo Grand	lt/ha	2	3.563	7.126		3	
Cittoweed	lt/ha	0,2	3.510	702		1	
SUB TOTAL					131.524		60
COSTO TOTAL					223.024		100

Cuadro 16. Costos de establecimiento pradera permanente ($/Ha) en Módulo Drenaje Frutillar.

En el Cuadro 17, se presenta el costo de fertilización de mantención de la pradera permanente, que alcanzó un valor de 43.063 $/ha.

ITEM Sub Item	Unidad	Cant.	Costo unitario ($ / ha)	Costo total ($ / ha)		Porc. (%)	
				Sub Item	ITEM	Sub Item	ITEM
COSTO DE APLICACIÓN					**2000**		**5**
Fertilizantes	Labor / ha	1	2000	2000		5	
FERTILIZANTES					**41.063**		**95**
Sulpomag	Kg / ha	31	104	3.224		7	
Nitroplus	Kg / ha	24	121	2.904		7	
Nitromag	Kg / ha	111	160	17.760		41	
SFT	Kg / ha	95	125	11.875		28	
Muriato de Potasio	Kg / ha	53	100	5.300		12	
COSTO TOTAL					**43.063**		**100**

Cuadro 17. Costos de fertilización de mantención de pradera permanente ($/Ha) en Módulo Drenaje Frutillar.

7.3 Flujos Netos de Caja.

Finalmente, se realizaron los Flujos Netos de Caja del proyecto de construcción del sistema de drenaje y mejoramiento de praderas en el módulo Frutillar, para los casos de inversión en drenaje sin subsidio y con un subsidio de un 75 % para las obras de drenaje, respectivamente. En ambos casos, los ingresos incrementales se calcularon con respecto a una condición de pradera natural, considerando ciertos valores para las producciones del precultivo y pradera mejorada, además de parámetros de eficiencia de pastoreo, eficiencia de conversión de materia seca a leche , y precio del litro de leche.

Estos valores asumidos fueron los siguientes:

Producción pradera natural	:	2.500 kg materia seca / ha / año
Producción precultivo	:	9.200 kg materia seca / ha / año
Producción pradera mixta año 1	:	5.000 kg materia seca / ha / año
Producción pradera mixta año 2	:	8.000 kg materia seca / ha / año
Producción pradera mixta año 3	:	9.000 kg materia seca / ha / año
Producción pradera mixta año 4 al 20	:	11.000 kg materia seca/ha/año
Eficiencia de pastoreo	:	60 %
Conversión materia seca a leche	:	1,15 kg materia seca / lt leche
Precio de leche	:	75 $ /lt

7.4 Análisis de sensibilidad e indicadores.

En el siguiente Cuadro, se presenta el análisis de sensibilidad según tres precios para el litro de leche, con sus correspondientes indicadores de evaluación económica, en condiciones con y sin subsidio.

SUBSIDIO AL DRENAJE	PRECIO LECHE ($/lt)	INDICADORES		
		VAN (12%) ($/ha)	TIR (%)	PRC (años)
0%	50	- 388.099	4,5	>20
	75	312.250	17,3	11
	100	1.012.601	28,6	6
75%	50	-189.501	7,4	>20
	75	510.848	23,5	8
	100	1.211.199	40,5	5

Cuadro 18. Análisis de sensibilidad e indicadores económicos para drenaje y mejoramiento de praderas, en Módulo Drenaje Frutillar, para condiciones sin y con subsidio para el drenaje.

En este Cuadro, se puede observar que un precio de leche de 50 $/lt no es rentable, y que en condiciones con subsidio, los indicadores de rentabilidad son superiores, pero en una proporción no muy alta, debido a los altos costos del paquete tecnológico de praderas.

7.5 Discusión de los resultados económicos.

Un precio de 50 $/lt de leche no es rentable en condiciones con o sin subsidio a las obras de drenaje. En cambio, un precio de 100 $/lt es claramente rentable. Para un precio de 75 $/lt, considerado un valor promedio en función de la variación de este parámetro de acuerdo a época del año y estratos de productores, se observa que existe una aceptable rentabilidad, tanto para condiciones con o sin subsidio al drenaje.

En el caso analizado, el costo del paquete tecnológico de mejoramiento de praderas, consistente en el establecimiento y fertilización del precultivo y pradera permanente, es demasiado alto, y si además se considera que se realiza al año 1 (precultivo) y al año 2 (pradera permanente), encarece excesivamente la inversión, afectando la rentabilidad. Por lo tanto, desde el punto de vista económico, se recomienda que el proceso de mejoramiento de praderas y corrección de la fertilidad, sea concebido en un programa a mayor plazo, parcializando en más años las inversiones en fertilización y en lo posible, iniciar el precultivo con un nivel de fertilidad ya mejorado, de tal forma de disminuir la incidencia de los costos de fertilización durante los primeros años, para así mejorar la rentabilidad.

8. BIBLIOGRAFIA

ONDAC. 1997. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Manual de la Construcción. Mayo.

ORTEGA, C.L. 1996. Drenaje de suelos ñadis. INIA-Remehue; Comisión Nacional de Riego. Cartilla divulgativa.

ORTEGA C., LEOPOLDO. 1997. Normas técnicas para la construcción de obras de drenaje superficial. Cartilla Divulgativa N°3 Proyecto INIA/CNR "Estudio de Investigación y Validación de Tecnología de Drenaje en las IX, X y XI Regiones". Centro Regional de Investigación INIA Remehue. Osorno, Chile. 37 p.

ORTEGA C., LEOPOLDO. 1998. Proyecto Drenaje Frutillar-Pellines. Proyecto seleccionado en Concurso 133 de la Ley 18.450.

PIZARRO, FERNANDO. 1978. Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos. Editora Agrícola Española S.A. Madrid 521 p.

RITZEMA, H.P. 1994. Drainage Principles and Applications. ILRI. Wageningem. 1125 p.

ROJAS, RAFAEL. 1984. Drenaje Superficial en Tierras Agrícolas. Serie Riego y Drenaje. CIDIAT. Venezuela. 96 p.

SALGADO S., LUIS. 2000. Manual de Estándares Técnicos y Económicos para Obras de Drenaje. Comisión Nacional de Riego. Chillán 314 p.

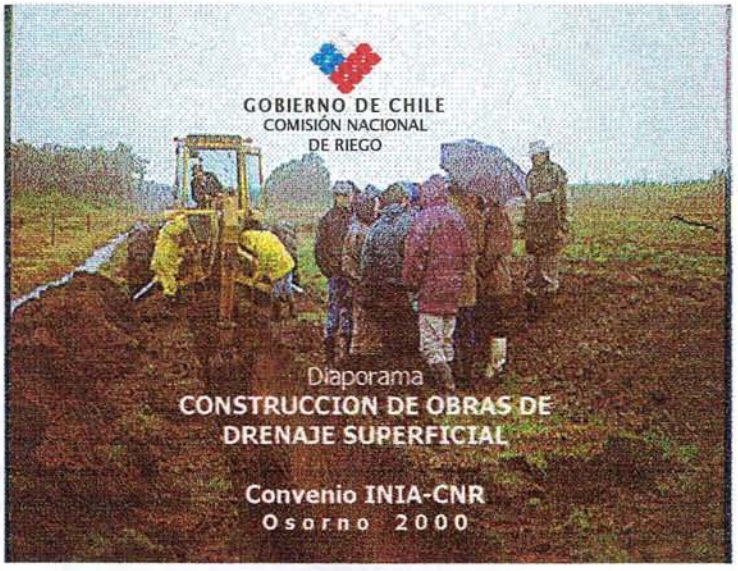
USBR. 1993.Drainage Manual. U.S. Departmen of The Interior. Bureau of Reclamation. Washington, D.C., USA.

ANEXO 14 . DIAPOSITIVAS Y LOCUCIÓN

DIAPORAMA "CONSTRUCCION DE OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIAL"

DIAPOSITIVA 1.-

IMAGEN DE CONSTRUCCIÓN DE ZANJA CON RETROEXCAVADORA, CON DIBUJO DE LOGO CNR Y LOGO INIA CON TÍTULO "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIAL".



AUDIO: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIAL.

DIAPOSITIVA 2.-

IMAGEN DE INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE CARTOGRAFÍA EN TERRENO.

AUDIO: ANTES DE INICIAR UNA OBRA DE DRENAJE, SE DEBE HACER UN RECONOCIMIENTO Y DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.

EL RECONOCIMIENTO SE INICIA CON LA RECOLECCIÓN DE TODOS LOS ANTECEDENTES EXISTENTES, INCLUYENDO MAPAS Y PLANOS DEL SECTOR.

DIAPOSITIVA 3.-

IMAGEN DE DISCUSIÓN EN TERRENO DE PROBLEMAS DE DRENAJE CON AGRICULTORES.

AUDIO: LUEGO SE DEBE REALIZAR UN RECONOCIMIENTO EN TERRENO, EN DONDE ES VITAL LA PARTICIPACIÓN DE LOS AGRICULTORES INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO.

DIAPOSITIVA 4.-

IMAGEN DE PROBLEMA DE DRENAJE CON ACUMULACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA.

AUDIO: EN EL RECOCOCINIENTO ES NECESARIO IDENTIFICAR LAS ÁREAS DE INUNDACIÓN Y DE SATURACIÓN EXISTENTES, ADEMÁS DE LOS SECTORES DE APORTE DE ESCORRENTÍAS.

DIAPOSITIVA 5.-

IMAGEN DE CAUCE NATURAL DE DESCARGA DE AGUAS DE DRENAJE.

AUDIO: SEGUIDAMENTE, SE DEBEN IDENTIFICAR LOS CAUCES NATURALES ANALIZANDO SU CAPACIDAD, ESTADO DE MANTENCIÓN, UBICACIÓN Y DESNIVEL DISPONIBLE PARA LA DESCARGA DE LAS AGUAS.

DIAPOSITIVA 6.-

IMAGEN DE PERFIL DE SUELO ÑADI CON ESTRATA IMPERMEABLE.

AUDIO: EN EL SUELO, SE DEBEN DETECTAR ESTRATAS IMPERMEABLES, TOPOGRAFÍAS MUY PLANAS Y LA PRESENCIA DE MICRORELIEVE, QUE PUEDEN SER LIMITACIONES EN EL ESCURRIMIENTO.
CON LA INFORMACIÓN OBTENIDA, SE FORMULA UN DIAGNÓSTICO, QUE IDENTIFICA LAS CAUSAS Y SOLUCIONES PARA EL PROBLEMA, CON SUS COSTOS Y BENEFICIOS ESTIMADOS.
CON ESTE DIAGNÓSTICO, SE ANALIZA LA FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE FORMULAR UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE.

DIAPOSITIVA 7.-

IMAGEN DE SISTEMA ZANJA – DREN TOPO EN SUELOS ÑADI.

AUDIO: EN SUELOS ÑADI, LAS OBRAS SON REDES DE ZANJAS COLECTORAS CONECTADAS A DRENES TOPO, CONSIDERANDOSE ADEMÁS LA HABILITACION DE CAUCES NATURALES MEDIANTE LABORES DE LIMPIEZA Y AMPLIACIÓN.

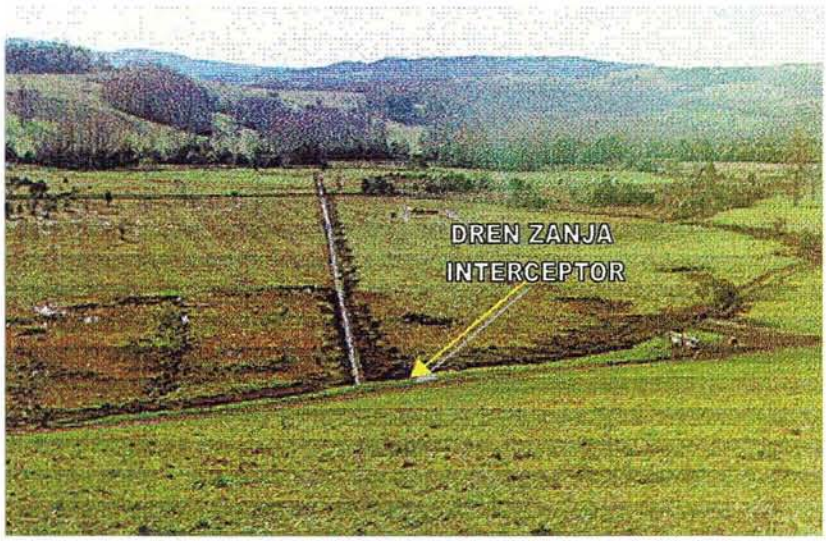
DIAPOSITIVA 8.-

IMAGEN DE PROBLEMA DE DRENAJE TIPO "HUALVE".

AUDIO: EN LOS TERRENOS DE "HUALVE", LAS OBRAS PUEDEN SER ZANJAS, DRENES EN V O DRENES EN TUBERÍA EN COMBINACIÓN CON ESTRUCTURAS DE INSPECCION Y PROTECCION.

DIAPOSITIVA 9.-

IMAGEN DE PROBLEMA DE DRENAJE TIPO "VEGA".



AUDIO: EN LOS SECTORES DE "VEGAS", LA SOLUCIÓN ES UN DREN ZANJA INTERCEPTOR AL TÉRMINO DE LA LADERA Y UN SISTEMA ZANJA – DREN TOPO EN LA ZONA DE LA TERRAZA FLUVIAL.

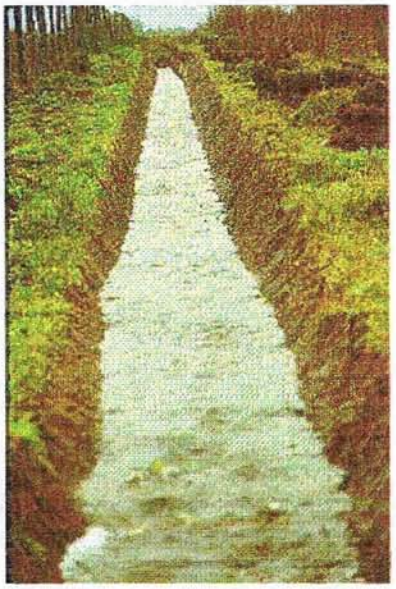
DIAPOSITIVA 10.-

IMAGEN DE ZANJA COLECTORA EN CONSTRUCCION.

AUDIO: EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ZANJAS, SE DISTINGUEN TRES ETAPAS: EL TRAZADO DE LA RED, EL CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES Y LA CONSTRUCCIÓN EN TERRENO.

DIAPOSITIVA 11.-

IMAGEN DE ZANJA COLECTORA.



AUDIO: EN EL TRAZADO DE LA RED DE ZANJAS, SE CONSIDERA LA TOPOGRAFÍA Y EL APOTRERAMIENTO, QUEDANDO LAS ZANJAS CONTIGUAS A LOS CERCOS PRINCIPALES.
PARA CALCULAR EL ANCHO Y LA PROFUNDIDAD DE UNA ZANJA, SE DEBE CONOCER EL CAUDAL QUE TRANSPORTARÁ, EL TALUD Y SU PENDIENTE.

DIAPOSITIVA 12.-

IMAGEN DE LABOR DE ROCE, DESPEJE Y LIMPIEZA DE FAJA.

AUDIO: LA PRIMERA LABOR DE CONSTRUCCIÓN DE ZANJAS ES EL ROCE, DESPEJE Y LIMPIEZA DE FAJA, QUE CONSISTE EN ELIMINAR TODO OBJETO EN EL ÁREA QUE OCUPARA EL ANCHO DE LA ZANJA Y LAS BERMAS.

DIAPOSITIVA 13.-

IMAGEN DE CONSTRUCCIÓN MANUAL DE ZANJA.

AUDIO: LAS ZANJAS SE PUEDEN CONSTRUIR MANUALMENTE, CON RENDIMIENTOS QUE VARÍAN DEPENDIENDO DEL MATERIAL DE EXCAVACIÓN Y DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO.

DIAPOSITIVA 14.-

IMAGEN DE CONSTRUCCIÓN MECANIZADA DE ZANJA CON RETROEXCAVADORA.

AUDIO: LAS ZANJAS TAMBIEN PUEDEN CONSTRUIRSE CON MAQUINARIA, COMO ESTA RETROEXCAVADORA, QUE ES UN IMPLEMENTO QUE SE ACOPLA AL SISTEMA HIDRÁULICO DEL TRACTOR.
EXISTEN OTRAS MAQUINARIAS, Y SU SELECCIÓN SE REALIZA EN BASE AL TAMAÑO DE LA OBRA Y A SUS RENDIMIENTOS.

DIAPOSITIVA 15.-

IMAGEN DE ESTACA DE CONTROL DE PROFUNDIDAD DE CORTE PARA EXCAVACIÓN DE ZANJAS.

AUDIO: DURANTE LA EXCAVACIÓN DE LA ZANJA, SE DEBE CONTROLAR LA ALTURA DE CORTE, MEDIANTE EL USO DE ESTACAS INDICADORAS.

DIAPOSITIVA 16.-

IMAGEN DE ZANJA CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN UTILIZADO PARA CONSTRUCCIÓN DE CAMINO LATERAL.

AUDIO: ES ACONSEJABLE RETIRAR EL MATERIAL DE EXCAVACIÓN, SIENDO MUY PRÁCTICO USARLO EN LA CONFECCIÓN DE UN CAMINO LATERAL A LA ZANJA.

DIAPOSITIVA 17.-

IMAGEN DE ZANJA CON PARED DERRUMBADA.

AUDIO: PARA EVITAR PROBLEMAS, SE DEBEN CUMPLIR LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CADA PROYECTO.

EN ESTE CASO, NO SE CONSTRUYÓ LA ZANJA CON EL TALUD ADECUADO, PRODUCIÉNDOSE UN DERRUMBE DE LA PARED, LO CUAL PROVOCO UN SOCAVAMIENTO PROGRESIVO DE LA ZANJA POR LA MAYOR VELOCIDAD DEL AGUA,QUE SE GENERA AL ESTRECHARSE LA SECCION.

DIAPOSITIVA 18.-

IMAGEN DE ZANJA CON CERCO DE PROTECCIÓN.

AUDIO: FINALMENTE, ES IMPRESCINDIBLE EL CERCADO DE LA ZANJA A AMBOS LADOS, PARA SU MANTENCIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS ANIMALES.

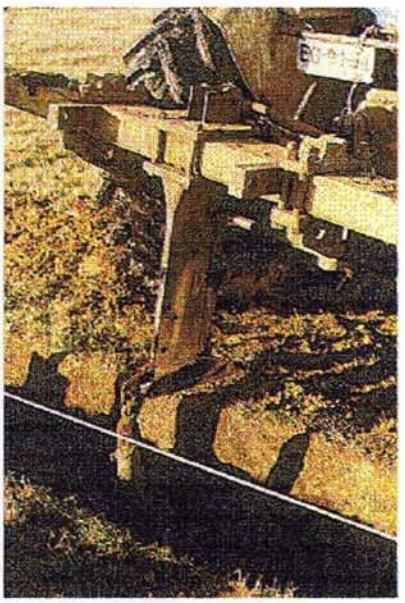
DIAPOSITIVA 19.-

IMAGEN DE ARADO TOPO DE ACOPLE A LOS TRES PUNTOS CON BARRA DE TIRO.

AUDIO: LOS DRENES TOPO SON GALERIAS SUBTERRÁNEAS RODEADAS DE GRIETAS PERIFÉRICAS, QUE RECOGEN EL AGUA DE EXCESO PRESENTE EN LA ZONA DE LAS RAÍCES.
PARA CONSTRUIR UN DREN TOPO, SE UTILIZA UN IMPLEMENTO CONOCIDO COMO "ARADO TOPO", QUE CONSTA DE UNA BARRA DE TIRO, UNA HOJA SUBSOLADORA, UN BALÍN DE PENETRACIÓN O TORPEDO Y UN BALÍN EXPANDIDOR.

DIAPOSITIVA 20.-

IMAGEN DE ARADO TOPO DE ACOPLE A LOS TRES PUNTOS SIN BARRA DE TIRO.



AUDIO: ALGUNOS AGRICULTORES UTILIZAN UN SUBSOLADOR AL CUAL SE LE HA AGREGADO UN BALÍN EXPANDIDOR, QUE NO POSEE BARRA DE TIRO.
ESTE TIPO DE IMPLEMENTO NO SE DEBE USAR, YA QUE LA RUEDA TRASERA DEL TRACTOR, TRANSMITE A LA GALERÍA DEL DREN TOPO TODO EL MICRORRELIEVE DEL SUELO, AFECTANDO LA LINEALIDAD DE LA GALERÍA.

DIAPOSITIVA 21.-

IMAGEN DE INICIO DE LABOR DE TOPO, UBICANDO IMPLEMENTO FRENTE AL TALUD DE LA ZANJA.

AUDIO: PARA INICIAR LA LABOR, SE UBICA EL ARADO TOPO ENFRENTANDO EL TALUD DE LA ZANJA, CON UNA PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL TORPEDO DE APROXIMADAMENTE 50 CM.
LA LABOR DEBE REALIZARSE A COMIENZOS DEL VERANO, PARA PRODUCIR LAS GRIETAS PERIFÉRICAS CON EL SUELO CASI SECO EN LAS ESTRATAS SUPERFICIALES.

DIAPOSITIVA 22.-

IMAGEN DE EJECUCIÓN DE LABOR DE CONSTRUCCIÓN DE DRENES TOPO.

AUDIO: POSTERIORMENTE SE REALIZA LA TRACCIÓN DEL IMPLEMENTO Y SE VA CONSTRUYENDO LA GALERÍA SUBTERRÁNEA Y LAS GRIETAS, RECOMENDÁNDOSE UNA VELOCIDAD DE 3 KM/HR PARA ESTA LABOR.

DIAPOSITIVA 23.-

IMAGEN DE PASADAS DE ARADO TOPO UNA VEZ CONCLUÍDA LA LABOR.

AUDIO: TODO EL TERRENO DEBE QUEDAR CONECTADO A LAS GRIETAS PERIFÉRICAS DEL DREN TOPO, LO QUE SE CONSIGUE CON ESPACEAMIENTOS DE 2 METROS ENTRE CADA PASADA.

DIAPOSITIVA 24.-

IMAGEN DE DREN TOPO EN FUNCIONAMIENTO.

AUDIO: FINALMENTE, QUEDAN CONSTRUÍDOS LOS DRENES TOPO, QUE SON GALERIAS SUBTERRÁNEAS RODEADAS DE GRIETAS PERIFÉRICAS, QUE RECOGEN EL AGUA GRAVITACIONAL PRESENTE EN LA ZONA DE LAS RAÍCES, PERMITIENDO ASÍ UNA BUENA AIREACIÓN DEL SUELO.

DIAPOSITIVA 25.-

IMAGEN DE CAUCE NATURAL OBSTRUÍDO POR SEDIMENTOS Y MATORRALES.

AUDIO: EN MUCHOS PROYECTOS, LA OBSTRUCCIÓN DE LOS CAUCES NATURALES POR MATORRALES, IMPIDE QUE ÉSTOS TENGAN LA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN ADECUADA. ESTO OBLIGA A REALIZAR LABORES DE LIMPIEZA Y AMPLIACIÓN.
ESTE PROBLEMA SE AGRAVA POR LA PRACTICA DE CONSTRUCCION DE CERCOS EN EL CAUCE, LO QUE SIEMPRE DEBE EVITARSE.

DIAPOSITIVA 26.-

IMAGEN DE LABOR DE LIMPIEZA DE CAUCE NATURAL CON EXCAVADORA.

AUDIO: LA LIMPIEZA Y AMPLIACIÓN DE CAUCES SE REALIZA SÓLO EN LA SECCIÓN DE CONDUCCIÓN, UTILIZANDO EXCAVADORAS Y MANTENIÉNDOSE LA VEGETACIÓN DE LAS RIBERAS.

DIAPOSITIVA 27.-

IMAGEN DE DREN EN V EN CONSTRUCCIÓN.

AUDIO: LOS DRENES EN V SON ZANJAS CON AMPLIOS TALUDES, QUE PERMITEN EL TRÁNSITO DE MAQUINARIAS Y GANADO, INCORPORANDO A LA TOPOGRAFÍA DEL TERRENO.

DIAPOSITIVA 28.-

IMAGEN DE CONSTRUCCIÓN DE TALUDES DE DREN EN V UTILIZANDO UNA PALA TRASERA.

AUDIO: PARA CONSTRUIR LOS TALUDES DEL DREN EN V, SE REALIZAN PASADAS DE RASTRA A FIN DE SOLTAR EL MATERIAL, QUE LUEGO SE EXTRAERÁ UTILIZANDO UNA PALA DE ARRASTRE.

DIAPOSITIVA 29.-

IMAGEN DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE DRENAJE Y ENVOLVENTE DE BOLONES.

AUDIO: LOS DRENES DE TUBERÍA TIENEN LA VENTAJA DE NO SECCIONAR EL POTRERO, PERO SON DE ALTO COSTO.
SE UTILIZA UNA TUBERÍA DE PVC PERFORADO, RODEADA DE UN MATERIAL FILTRANTE.
PARA CALCULAR EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA, SE DEBE CONOCER EL CAUDAL A TRANSPORTAR Y LA PENDIENTE EN QUE SE INSTALARÁ LA TUBERÍA.

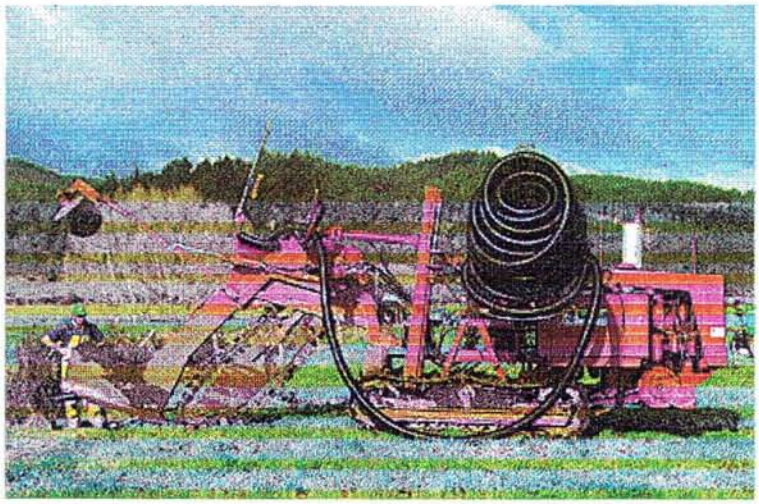
DIAPOSITIVA 30.-

IMAGEN DE DREN DE TUBERÍA CUBIERTO DE BOLONES, PREVIO A SU TAPADO.

AUDIO: COMO ENVOLVENTE SE DEBEN UTILIZAR MATERIALES INORGÁNICOS, COMO EN ESTE CASO EN QUE SE USARON BOLONES.
EL MATERIAL ENVOLVENTE PERMITE FILTRAR EL AGUA, EVITANDO LA ENTRADA DE SEDIMENTOS, Y HACIENDO MÁS FÁCIL EL INGRESO DE AGUA HACIA EL INTERIOR DE LA TUBERÍA.

DIAPOSITIVA 31.-

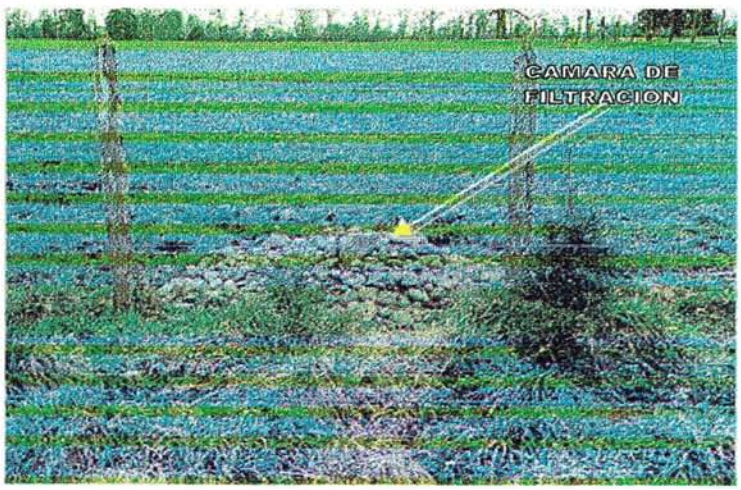
IMAGEN DE MAQUINARIA AUTOMOTRIZ PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE DRENAJE.



AUDIO: EN LOS PAÍSES DESARROLLADOS SE UTILIZA MAQUINARIA PARA LA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE DRENAJE, LO QUE DEBIERA OCURRIR EN CHILE EN LA MEDIDA QUE AUMENTE LA DEMANDA POR EL SERVICIO Y CUANDO EL COSTO DE LA MANO DE OBRA SE HAGA MÁS ALTO.

DIAPOSITIVA 32-

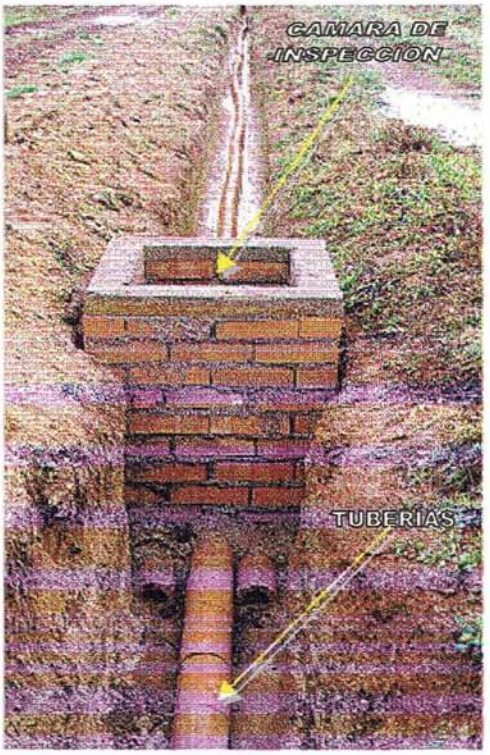
IMAGEN DE CÁMARA DE FILTRACIÓN.



AUDIO: EN DRENES DE TUBERÍA SE DEBEN INSTALAR ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS, COMO LA CÁMARA DE FILTRACIÓN , QUE ES UN ESPACIO LLENO DE BOLONES EN CONTACTO CON LA TUBERÍA. ÉSTE SE INSTALA EN EL PUNTO MÁS BAJO DE LA ACUMULACIÓN DE AGUAS, PERMITIENDO UN RAPIDO INGRESO.

DIAPOSITIVA 33.-

IMAGEN DE CÁMARA DE INSPECCIÓN.



AUDIO: OTRA ESTRUCTURA RECOMENDADA ES LA CÁMARA DE INSPECCIÓN, QUE SIRVE PARA REVISAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS TUBERÍAS Y PARA ATRAPAR LOS SEDIMENTOS DEL AGUA DE DRENAJE EN UNA CÁMARA DE SEDIMENTACIÓN UBICADA EN SU FONDO.

DIAPOSITIVA 34.-

IMAGEN DE SALIDA DE TUBERÍA.

AUDIO: LA SALIDA DE LA TUBERÍA ES UNA PROTECCIÓN PARA EVITAR EL DAÑO POR MAQUINARIA U OTROS, Y SE INSTALA UNA REJILLA PARA EVITAR EL INGRESO DE LOS ROEDORES.

DIAPOSITIVA 35.-

IMAGEN DE CONSTRUCCIÓN DE DREN INTERCEPTOR UTILIZANDO EXCAVADORA.

AUDIO: EN LOS SECTORES DE "VEGAS", ES FUNDAMENTAL CONSTRUIR UNA ZANJA DE INTERCEPCIÓN DONDE TERMINA LA LADERA, PARA INTERCEPTAR ASÍ LOS FLUJOS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEOS Y EVITAR QUE ESTA AGUA INUNDE LA TERRAZA FLUVIAL.

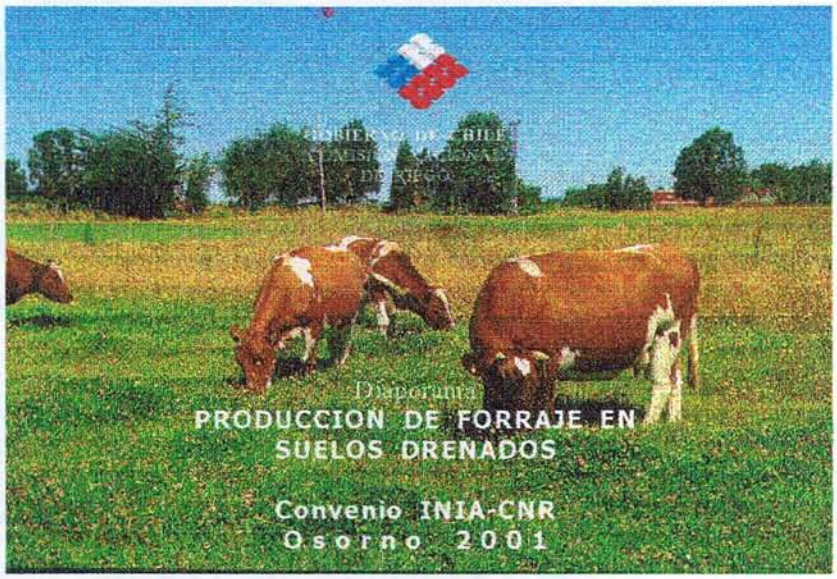
DIAPOSITIVA 36.-

IMAGEN DE CONSTRUCCIÓN DE DRENES TOPO EN PRADERA MEJORADA, CON MENSAJE "FIN" Y LOGOS INIA Y CNR.

AUDIO: :ANTES DE INICIAR LAS OBRAS, ES IMPORTANTE HACER UNA PROGRAMACIÓN DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO, Y UNA VEZ CONSTRUÍDAS, NO DESCUIDAR NUNCA SU MANTENCIÓN.
TENGA SIEMPRE PRESENTE QUE SI CONSTRUÍMOS ADECUADAMENTE LAS OBRAS, RESPETANDO SUS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, PODREMOS RECIBIR SUS IMPORTANTES BENEFICIOS, PROPÓSITO PARA EL CUAL ESPERAMOS HABER CONTRIBUÍDO CON ESTE DIAPORAMA.

ANEXO 15 . DIAPOSITIVAS Y LOCUCIÓN

DIAPORAMA "PRODUCCION DE FORRAJE EN SUELOS DRENADOS"



DIAPOSITIVA 1. IMAGEN DE PASTOREO EN PRADERAS DRENADAS.

AUDIO: PRODUCCION DE FORRAJE EN SUELOS DRENADOS

EN ESTE DIAPORAMA SE DESCRIBIRÁN LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES QUE SE DEBEN REALIZAR PARA EL ESTABLECIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE PRADERAS DESTINADAS A LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN SUELOS DRENADOS.

DIAPOSITIVA 2. MAPA DE UBICACIÓN DE LOS SUELOS ÑADIS.

AUDIO: EN LA DECIMA REGION EXISTEN 550.000 HA CON PROBLEMAS DE DRENAJE, DE LAS CUALES 320.000 HA CORRESPONDEN A SUELOS ÑADIS, EN DONDE SE HAN CONCENTRADO LAS EXPERIENCIAS DE RECUPERACION DE SUELOS MEDIANTE OBRAS DE DRENAJE Y LABORES DE MEJORAMIENTO DE PRADERAS.

DIAPOSITIVA 3. IMAGEN DE SUELO DISPAREJO CON PRESENCIA DE TRONCOS, ARBUSTOS Y MALEZAS.

AUDIO: EL PRIMER CASO A ANALIZAR CORRESPONDE A LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE MEDIANTE EL CULTIVO DE SUELOS, EN DONDE LA CONDICIÓN INICIAL DEL TERRENO SE CARACTERIZA POR UN MICRORELIEVE DISPAREJO, PRESENCIA DE TRONCOS, ARBUSTOS LEÑOSOS Y MALEZAS, LO QUE LIMITA EL USO DEL ARADO TOPO Y OTRAS LABORES PROPIAS DEL MANEJO DE PRADERAS.

DIAPOSITIVA 4. IMAGEN DE LIMPIA MANUAL DE TRONCOS.

AUDIO: LA PRIMERA LABOR ES LA LIMPIEZA DE TRONCOS, PARA POSIBILITAR LA REALIZACIÓN DE LAS PRÓXIMAS LABORES DE SUELO.

DIAPOSITIVA 5. IMAGEN DE LABOR DE RASTRAJE.

AUDIO: CON LAS LABORES DE SUELO, SE LOGRA EMPAREJAR EL TERRENO, CONTROLAR MALEZAS Y PREPARAR UNA BUENA CAMA DE SEMILLAS.

DIAPOSITIVA 6. IMAGEN DE MUESTREO DE SUELO.

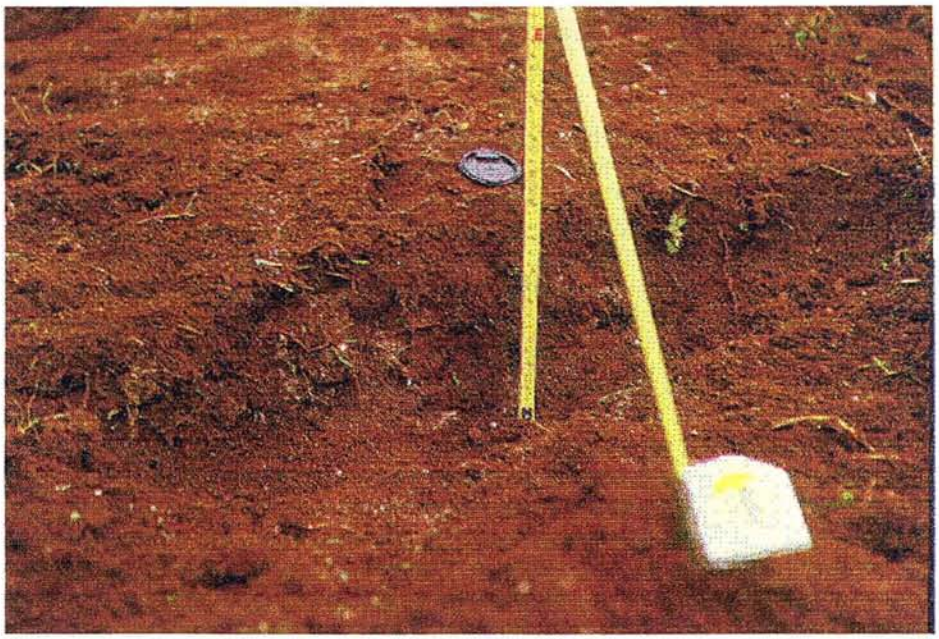
AUDIO: DESPUÉS DE LOS PRIMEROS RASTRAJES, SE PUEDEN TOMAR LAS MUESTRAS DE SUELO A UNA PROFUNDIDAD DE 20 CM.

DIAPOSITIVA 7.- IMAGEN DE APLICACIÓN DE CAL AL VOLEO, CON TOLVA.

AUDIO: CON LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO, SE DEFINE LA APLICACIÓN DE CAL Y SU DOSIS. ES IMPORTANTE APLICAR LA CAL EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN DE SUELOS, A FIN DE LOGRAR UNA INCORPORACION UNIFORME

DIAPOSITIVA 8. IMAGEN DE INCORPORACIÓN DE CAL CON RASTRAJES.

AUDIO: LA CAL ES INCORPORADA MEDIANTE RASTRAJES SUCESIVOS.



DIAPOSITIVA 9. IMAGEN DE PARTÍCULAS DE CAL IMCORPORADAS EN PROFUNDIDAD.

AUDIO: LAS PARTÍCULAS DE CAL INCORPORADAS EN PROFUNDIDAD, PRODUCEN BUENAS CONDICIONES PARA EL DESARROLLO DE RAÍCES, YA QUE SE CORRIGEN LOS PROBLEMAS DE ACIDEZ EN EL PERFIL DEL SUELO.

DIAPOSITIVA 10. IMAGEN DE MUESTRARIO DE DIFERENTES TIPOS DE CAL.

AUDIO: LAS DOSIS Y FUENTES DE ENCALADO QUEDAN DEFINIDAS PRINCIPALMENTE POR LOS SIGUIENTES PARÁMETROS: EL ANÁLISIS DE SUELO, EL TIPO DE SUELO, EL TIPO DE PRADERA QUE SE VA A ESTABLECER Y EL COSTO DEL PRODUCTO.

DIAPOSITIVA 11.- IMAGEN DE USO DEL MARCO NIVELADOR.

AUDIO: EL USO DEL "MARCO NIVELADOR", PERMITE EL PERFECTO EMPAREJAMIENTO DEL SUELO. ESTO MEJORA LA LABOR DEL ARADO TOPO, IMPIDE LA ACUMULACION DE AGUA EN DEPRESIONES Y FACILITA LAS LABORES DE MANEJO DE LAS PRADERAS.

DIAPOSITIVA 12. IMAGEN DEL USO DEL RODON COMPACTADOR.

AUDIO: EL USO DE RODÓN ANTES DE LA SIEMBRA, ES IMPORTANTE PARA MANTENER LA HUMEDAD DEL SUELO EN CASO DE SIEMBRAS TARDÍAS EN PRIMAVERA Y ADEMÁS PERMITE UNA PROFUNDIZACIÓN UNIFORME DE LAS SEMILLAS.

DIAPOSITIVA 13. IMAGEN DE SIEMBRA DE PRADERAS EN LÍNEAS.

AUDIO: EL SISTEMA DE SIEMBRA EN LINEAS ES EL MÁS COMÚN, Y SE REALIZA UTILIZANDO MÁQUINA SEMBRADORA O REGENERADORA.

DIAPOSITIVA 14. IMAGEN DE EMERGENCIA DE PLANTAS DE PRADERA SEMBRADA EN LÍNEAS.

AUDIO: ESTE SISTEMA TIENE LA DESVENTAJA DE DEJAR GRAN CANTIDAD DE ESPACIOS DESCUBIERTOS ENTRE CADA HILERA.

NO OBSTANTE, EXISTEN OTROS SISTEMAS DE SIEMBRA QUE PERMITEN SOLUCIONAR ESTE PROBLEMA, COMO SE VERÁ A CONTINUACIÓN.

DIAPOSITIVA 15. DIBUJO DE SISTEMA DE SIEMBRA EN LÍNEA Y CRUZADO.

AUDIO: EL SISTEMA DE SIEMBRA "CRUZADO", PERMITE DISTRIBUIR MEJOR LA SEMILLA EN LA SUPERFICIE DEL TERRENO, EN COMPARACION CON LA SIEMBRA EN LÍNEAS.

DIAPOSITIVA 16. IMAGEN DE EMERGENCIA DE PLANTAS DE PRADERA CON SIEMBRA CRUZADA.

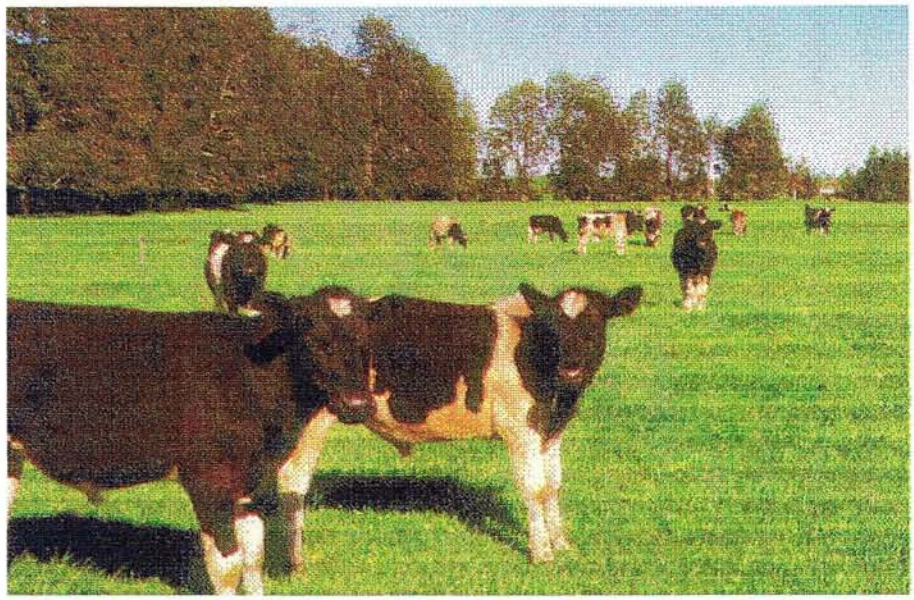
AUDIO: CON LA SIEMBRA CRUZADA, LA PRADERA LOGRA UNA MAYOR DENSIDAD DESDE EL PRINCIPIO. SIN EMBARGO, LA LABOR ES MÁS LENTA Y REQUIERE SUELOS CON MAYOR FERTILIDAD.

DIAPOSITIVA 17. IMAGEN DE SIEMBRA MANUAL DE PRADERAS AL VOLEO.

AUDIO: LA SIEMBRA AL VOLEO REQUIERE DE MAYOR FERTILIDAD Y UN AUMENTO EN LA DOSIS DE SEMILLA. DESPUÉS DE ESTE TIPO DE SIEMBRA, ES NECESARIO TAPAR LA SEMILLA CON RASTRAS LIVIANAS TIPO RAMAS, SACOS O CADENAS.

DIAPOSITIVA 18. IMAGEN DE EMERGENCIA DE PLANTAS DE PRADERA SEMBRADA AL VOLEO.

AUDIO: EN SIEMBRAS AL VOLEO, LAS PLANTAS SE DISTRIBUYEN EN EL SUELO DEJANDO ESPACIOS DESCUBIERTOS, DEBIDO A LA DERIVA QUE SUFREN LAS SEMILLAS



DIAPOSITIVA 19. IMAGEN DE PASTOREO DE PRADERA RECIÉN ESTABLECIDA.

AUDIO: DESPUÉS DE UN PRIMER AÑO DE PRECULTIVO, SE ESTABLECE LA PRADERA DEFINITIVA, LA QUE SE RECOMIENDA MANEJAR CON PASTOREOS DE ANIMALES LIVIANOS DURANTE EL PRIMER AÑO. NO ES CONVENIENTE DURANTE ESTE PRIMER PERÍODO REZAGAR PARA ENSILAJE O HENO.

DIAPOSITIVA 20. IMAGEN DE PRADERA NATURAL DEGRADADA EN SUELOS PLANOS.

AUDIO: EL SEGUNDO CASO CORRESPONDE A SUELOS PLANOS QUE NO REQUIEREN SER CULTIVADOS.

EN ESTOS CASOS, ES POSIBLE INICIAR UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LAS PRADERAS EN BASE A MANEJOS DE LA CUBIERTA VEGETAL ORIGINAL.

PRIMERAMENTE, EN ESTAS PRADERAS ES NECESARIO ESTABLECER UN PROGRAMA DE CONTROL DE MALEZAS Y CORRECCIÓN DE LOS PROBLEMAS DE ACIDEZ Y FERTILIDAD DEL SUELO.

DIAPOSITIVA 21. IMAGEN DE LABOR DE LIMPIA DE MALEZAS ARBUSTIVAS Y JUNQUILLOS.

AUDIO: EN ALGUNAS OCASIONES, SE REQUIERE LIMPIAR Y ELIMINAR LAS MALEZAS ARBUSTIVAS Y LOS JUNQUILLOS.

DIAPOSITIVA 22. IMAGEN DE COBERTURA VEGETAL DE PRADERA DEGRADADA.

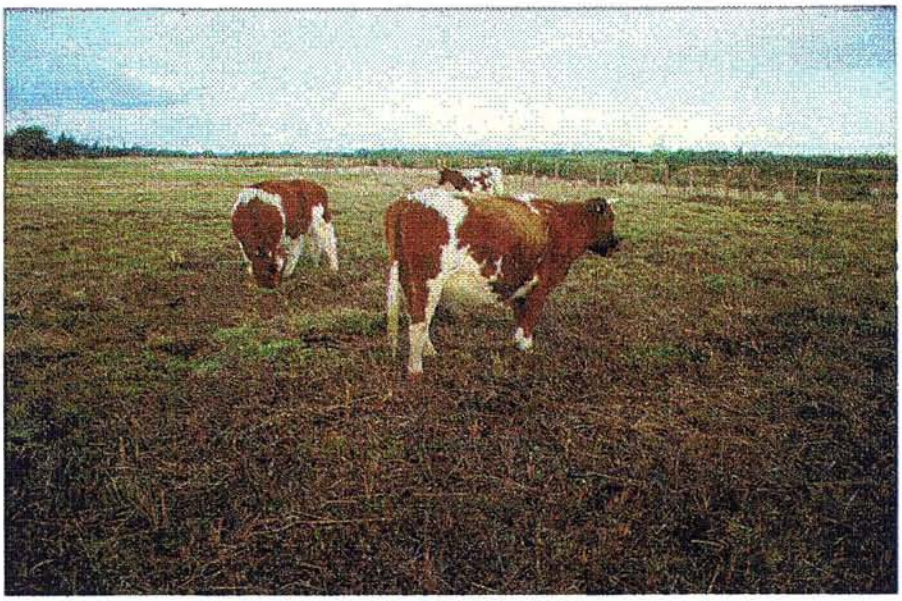
AUDIO: TAMBIEN PUEDE OCURRIR QUE LA PRADERA ESTE LIMPIA, PERO COMPLETAMENTE DEGRADADA POR PROBLEMAS DE MANEJO Y LIMITACIONES DE DRENAJE Y FERTILIDAD.

DIAPOSITIVA 23. IMAGEN DE MUESTREO DE SUELO EN PRADERAS PERMANENTES.

AUDIO: PARA INICIAR EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LA PRADERA ES FUNDAMENTAL CONOCER LA CONDICIÓN DE FERTILIDAD DEL SUELO. ESTO SE LOGRA CON LA TOMA DE MUESTRAS A UNA PROFUNDIDAD DE 10 CENTIMETROS.

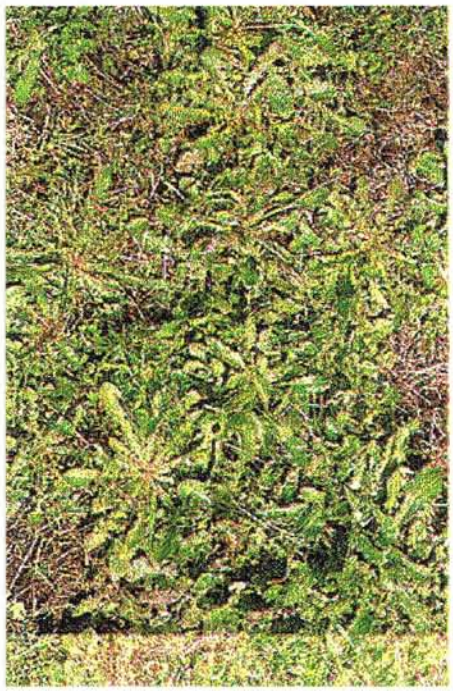
DIAPOSITIVA 24. IMAGEN DE FERTILIZACIÓN DE PRADERAS AL VOLEO EN FORMA MANUAL.

AUDIO: SEGÚN EL ANÁLISIS DE SUELO, SE DEBEN REALIZAR LAS CORRECCIONES NECESARIAS DE FERTILIDAD Y ENMIENDAS, CON APLICACIÓN AL VOLEO, YA SEA EN FORMA MANUAL O MECÁNIZADA.



DIAPOSITIVA 25. IMAGEN DE PASTOREO DE PRADERAS PERMANENTES CON ANIMAL ADULTO.

AUDIO: EN CASO DE PRESENCIA DE MALEZAS ARBUSTIVAS, SE DEBEN REALIZAR PASTOREOS DE ALTA CARGA CON ANIMALES ADULTOS Y DE EXPERIENCIA.



DIAPOSITIVA 26. IMAGEN DE MALEZAS DE HOJA ANCHA EN PRADERA PERMANENTE DEGRADADA.

AUDIO: ASIMISMO, ES RECOMENDABLE REALIZAR UN CONTROL DE MALEZAS PARA PERMITIR UN MEJOR APROVECHAMIENTO DE LOS FERTILIZANTES Y PARA EVITAR LA COMPETENCIA CON LAS FORRAJERAS.

LAS GRANDES ROSETAS DE MALEZAS DE HOJA ANCHA OCUPAN GRANDES ESPACIOS DE SUELO QUE LO HACEN IMPRODUCTIVO.

DIAPOSITIVA 27. IMAGEN DE PASTOREO ROTATIVO DE PRADERAS PERMANENTES.

AUDIO: LA PRADERA FERTILIZADA DEBE SOMETERSE A PASTOREOS ROTATIVOS CON USO DE CERCO ELÉCTRICO Y PREFIRIENDO AL ANIMAL ADULTO EN LAS PRIMERAS ETAPAS DE MEJORAMIENTO.

DIAPOSITIVA 28. IMAGEN DE MAQUINA REGENERADORA DE PRADERAS.

AUDIO: LA INCORPORACIÓN DE SEMILLAS EN ESTE TIPO DE PRADERAS ES NECESARIO PARA COMPLETAR LOS ESPACIOS DESCUBIERTOS. SIN EMBARGO, LA DISTRIBUCION SE REALIZA SÓLO CUANDO SE HAN CORREGIDO LOS PROBLEMAS DE FERTILIDAD DEL SUELO.

DIAPOSITIVA 29. IMAGEN DE PASTOREO EN PRADERAS PERMANENTES REGENERADAS.

AUDIO: ESTAS PRADERAS DEBEN SER UTILIZADAS EN PASTOREOS DURANTE LAS DOS A TRES PRIMERAS TEMPORADAS Y NO SE RECOMIENDA REZAGARLAS PARA CONSERVACIÓN DE FORRAJE.

DIAPOSITIVA 30. IMAGEN INDICADORA DE ALTURA DE PASTOREO.

AUDIO: LOS ANIMALES DEBEN ENTRAR A PASTOREAR CUANDO LA PRADERA TIENE ENTRE 15 Y 17 CM DE ALTURA Y SALIR DEL POTRERO CUANDO EL RESIDUO ES DE APROXIMADAMENTE 5 A 7 CM COMO PROMEDIO.

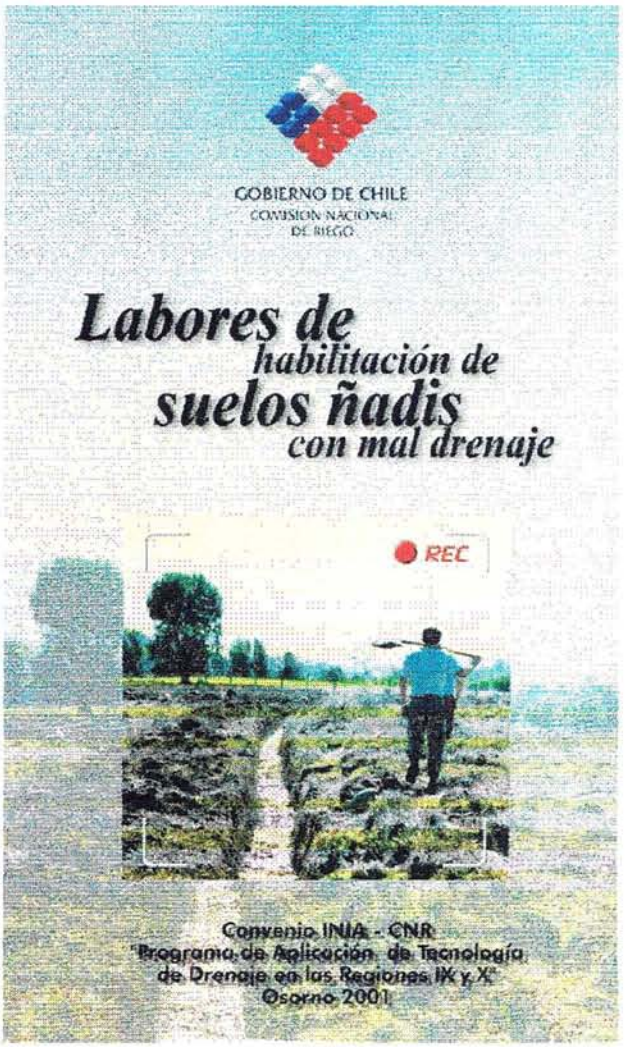
DIAPOSITIVA 31. IMAGEN DE PASTOREO CON USO DE CERCO ELÉCTRICO.

AUDIO: EL CERCO ELÉCTRICO ES FUNDAMENTAL PARA LOGRAR UNA EFICIENTE UTILIZACIÓN DEL FORRAJE.

DIAPOSITIVA 32. IMAGEN DE PASTOREO INTENSIVO EN PRADERAS PERMANENTES DE ALTA CALIDAD.

AUDIO: CON LA APLICACIÓN CUIDADOSA DE TODOS LOS PARÁMETROS MENCIONADOS ANTERIORMENTE, SE LOGRARÁ UNA PRADERA DE BUENA DENSIDAD Y PERSISTENCIA, QUE SOPORTE ALTAS CARGAS ANIMALES Y POR LO TANTO, ALTOS Y EFICIENTES NIVELES DE PRODUCCIÓN DE LECHE, CARNE Y LANA, PROPOSITO PARA EL CUAL SE HA ESPERADO CONTRIBUIR CON ESTE DIAPORAMA.

ANEXO 16. Carátula Videos "Labores de habilitación de suelos ñadis con mal drenaje" y "Manejo del suelo y del ganado en áreas con obras de drenaje".



ANEXO 17. Boletín Informativo INFODRENAJE Nº 1

INFODRENAJE

INIA REMEHUE

COMISION NACIONAL DE RIEGO

DRENAJE
ES LA EVACUACIÓN DEL AGUA DE EXCESO QUE INUNDA VASTAS AREAS CON USO AGROPECUARIO.

ENTRE LA IX y X REGIÓN, MÁS DE 500 MIL HECTÁREAS TIENEN LA POSIBILIDAD DE MEJORAR SU PRODUCCIÓN CON TÉCNICAS DE DRENAJE.

EN PUERTO VARAS, EL 26 DE NOVIEMBRE DEL AÑO PASADO, SE REALIZÓ LA CEREMONIA DE LANZAMIENTO DEL "PROGRAMA DE APLICACION DE TECNOLOGÍA DE DRENAJE EN LAS REGIONES IX y X", DE CUYOS AVANCES LE MANTENDREMOS INFORMADO EN LAS PÁGINAS DEL "INFODRENAJE".

Para aumentar y mejorar el riego y drenaje, la Comision Nacional de Riego (CNR), inicio a inicios de los 80 un fuerte apoyo a los agricultores mediante la administracion de la Ley 18.450, de Fomento al Riego y Drenaje. Esta Ley, permite bonificar hasta el 75% de los costos de la construccion de obras que realicen los agricultores para evacuar los excesos de agua de sus predios, así como las obras de riego.

Para el año 1999, el fondo disponible para otorgar subsidios mediante la Ley 18.450, se han incrementado en un 80%, de los cuales buena parte se ha focalizado en la zona sur del páis.

FECHA TOPE PARA ENTREGAR LOS ANTECEDENTES A LOS CONCURSOS PROGRAMADOS PARA EL AÑO 1999.			
N°	*TIPO DE CONCURSO*	*Antec. Legales*	*Antec. Tecnicos*
151	*Drenaje empresarial*	*10 de Junio*	*24 y 25 Agosto*
157	*Drenaje pequeños productores*	*4 de mayo*	*21 y 22 Junio*

Además del apoyo mediante subsidios, la Comision Nacional de Riego está apoyando a los agricultores mediante investigaciones que permiten validar y transferir las tecnicas de riego y drenaje más adecuadas para sus predios. Por ejemplo, en la Decima Region, INIA Remehue en conjunto con la CNR, han implementado Modulos de Drenaje en los que se han realizado prácticas para habilitar los suelos, mediante destronques, drenes topo y siembra de praderas.

ACTIVIDADES
EL 18 DE DICIEMBRE SE REALIZÓ EL PRIMER DÍA DE CAMPO EN EL MÓDULO DE DRENAJE QUILQUILCO, UBICADO EN LAS CERCANIAS DE CARIMALLIN (RIO BUENO).

Uso del arado topo en el Modulo de Drenaje "Quilquilco".

Neftali Antillanca y su esposa Eliana Barriga.

El predio del matrimonio Antillanca - Barriga, tiene una poco más de siete hectáreas, y se dedica a la produccion de leche. En el Dia de Campo, participaron los agricultores del programa de transferencia tecnologica de INDAP que desarrolla la empresa consultora VEAGROTEC de Rio Bueno.

En el Modulo de Drenaje Quilquilco, se hizo una demostracion del uso del arado topo, el que permite construir galerias subterráneas para evacuar el exceso de agua hacia las zanjas colectoras. Tambien se mostró el resultado de la siembra de un a pradera de ballica anual con avena en un suelo recien habilitado, el que se destronco y nivelo con aradura y rastrajes.

SE PREVEE QUE DESDE AHORA HASTA EL AÑO 2050, LA POBLACIÓN MUNDIAL AUMENTARÁ EN UN 75 POR CIENTO, HASTA LLEGAR A MÁS DE 9.800 MILLONES DE PERSONAS.

EN ALGUNOS PAÍSES EN DESARROLLO, EL CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO Y ECONÓMICO SERÁ TAN RÁPIDO QUE LAS NECESIDADES DE ALIMENTOS SERÁN CUATRO O CINCO VECES SUPERIORES A LOS NIVELES ACTUALES.

CONVENIO INIA REMEHUE / COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

Con el objetivo de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores de la Novena y Decima Region, a través de la construccion de obras de drenaje y mediante el establecimiento de praderas mejoradas en los suelos drenados, INIA Remehue y la Comision Nacional de Riego (CNR), han programado un vasto programa de actividades que concluiran en septiembre del 2000.

Las actividades programadas tienen como objetivo evaluar el efecto de las tecnicas de drenaje en suelos de la Decima Region, fundamentalmente en la productividad de las praderas. Una de las prioridades es el apoyo a comunidades de agricultores que han construido obras de drenaje gracias al subsidio del Estado mediante la Ley 18.450. En estos sectores se implementarán módulos demostrativos y se realizara un apoyo directo a los agricultores para el desarrollo productivo de sus predios.

Se espera que como resultado de este programa, aumente el numero de proyectos de drenaje presentados a los concursos de la Ley de Fomento (18.450), que aumente el uso de tecnicas de drenaje y el manejo de suelos drenados, así como el incremento de la superficie con praderas sembradas y mejoradas, y el uso de otros instrumentos de fomento del Estado.

Ernesto Schulbach B. Secretario Ejecutivo CNR.

Modulo de Drenaje "San Juan", Ancud, Chiloé.

Modulos de Drenaje

Consisten en un sector dentro del predio de un agricultor, de una dimension tal que permita validar dentro de un marco productivo el impacto de las tecnologias de drenaje y mejoramiento de praderas.

Para drenar el exceso de agua del perfil del suelo de estos lugares, se han construido zanjas colectoras y drenes topo. Luego se han retirado los matorrales y en algunos casos troncos enterrados.

Luego se ha preparado el suelo y sembrado un cultivo forrajero anual, como avena o ballica tama. Al segundo año, se ha sembrado una pradera permanente de ballica perenne con trebol blanco.

Módulos de Drenaje

* "Cruce San Juan" Ancud, dos hectáreas, iniciado en 1994.
* "Piruquina" Castro, dos hectáreas, iniciado en 1996.
* "Frutillar" siete hectáreas, iniciado en 1996.
* "Quilquilco" Crucero, una hectárea, iniciado en 1998.
* "Loma de la Piedra" Casma, una hectárea, iniciado en 1998.

El Modulo de Drenaje "San Juan", se ubica a orilla de la carretera entre Chacao y Ancud, en el denominado "Cruce San Juan". En este sitio, se ha conseguido al cabo de cinco años, una pradera compuesta por una mezcla forrajera de ballica perenne y trébol blanco de excelente productividad y calidad nutritiva para los animales. Cabe destacar que en este sitio, que representa al suelo Serie Calonje, se cuenta con un perfil de suelo de entre 30 y 60 centimetros, ya que a esta profundidad se encuentra una estrata de arcilla continua que impide que el agua de exceso infiltre en profundidad, por lo que las precipitaciones inundan vastas zonas planas. Se estima que más de 50.000 hectareas corresponden a la Serie de suelo Calonje.

IMP. AMERICA OSORNO

INFODRENAJE Nº1 Boletín Informativo "Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje en las regiones Novena y Décima. Convenio INIA Remehue - CNR

Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente.

INIA Remehue - Fono: 64. 233515 - Fax: 64. 237746 - Casilla 24-0 - Osorno
CNR - Fono: 2. 6728679 - Fax: 2. 6716939 - Casilla 424-V - Correo 21 Santiago

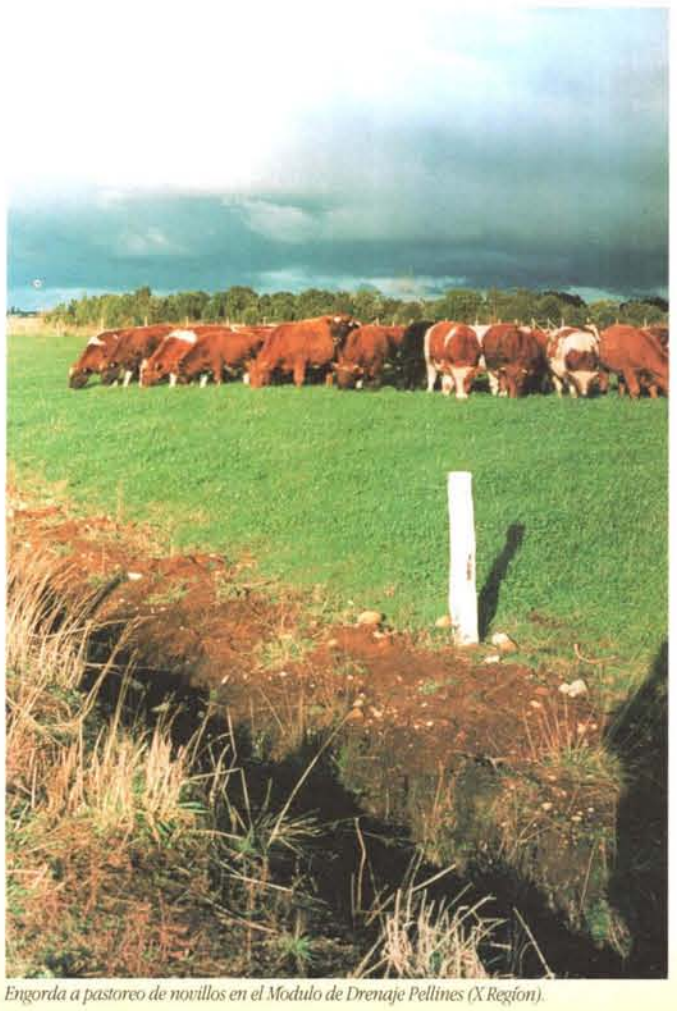
ISSN 0716-6257. Serie Remehue Nº77. Abril 1999.

ANEXO 18. Boletín Informativo INFODRENAJE Nº 2

INFODRENAJE

INIA REMEHUE

COMISION NACIONAL DE RIEGO



Engorda a pastoreo de novillos en el Modulo de Drenaje Pellines (X Regíon).

ACTIVIDADES DEL "PROGRAMA DE APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA DE DRENAJE EN LAS REGIONES NOVENA Y DÉCIMA"

Para promover la tecnología de drenaje en el Sur de Chile, INIA Remehue y la Comisión Nacional de Riego (CNR), han programado realizar una serie de actividades de divulgación técnica y producir materiales escritos, videos y diaporamas.

Módulos de Investigación aplicada. *Los módulos de investigación aplicada consisten en un sector del predio de un agricultor donde se realizan actividades de investigación, validación y demostración. Actualmente hay seis módulos de drenaje implementados en la Décima Región.*

Días de campo. *Son actividades masivas realizadas en los Módulos de Drenaje y están dirigidos a productores y profesionales relacionados con la actividad. En ellos se entrega un resumen de la información generada y la apreciación en el terreno del desarrollo de los trabajos realizados. En el presente estudio está comprometido realizar un total de 16 Días de Campo.*

Manuales Técnicos Divulgativos. *Se publicarán cuatro Manuales Técnicos Divulgativos, "**Mantención de sistemas de drenaje en los suelos Ñadis**", "**Maquinaria para obras de drenaje**", "**Fertilización de praderas mejoradas en suelos ñadi**" y "**Aspectos económicos del establecimiento de praderas mejoradas en suelos ñadi**". Estos textos se entregarán a los participantes en los Días de Campo programados en los Módulos de Drenaje.*

Diaporamas. *Se elaborarán dos diaporamas. Cada uno consistente en un juego de diapositivas, un "cassette" de audio y un texto complementario en el que se desarrolla el tema. Los diaporamas son :"**Construcción de obras de drenaje superficial**" y "**Producción de forraje en suelos drenados**". Los diaporamas se distribuirán entre las empresas de asesoría técnica y Departamentos de Desarrollo Rural de las Comunas.*

Videos. *Se realizarán dos videos : "**Labores de habilitación de suelos ñadi con mal drenaje**" y "**Manejo del suelo y del ganado en áreas con obras de drenaje**". Tendrán la misma distribución que los diaporamas.*

Boletín Informativo. *Se le ha bautizado como "Infodrenaje", y corresponde a una publicación que proyecta el quehacer del proyecto. Se distribuye a instituciones públicas y privadas involucradas en el desarrollo rural.*

Diagnóstico de las áreas de mal drenaje de la Décima Región. *Se realizará una encuesta a los productores de áreas de mal drenaje para determinar el real interés en incorporar el drenaje y evacuar las aguas de exceso de sus campos.*

Charlas informativas a nivel comunal. *Se convocará a los líderes de las comunas que tengan interés en realizar obras de drenaje, para informarles sobre las actividades de este proyecto, las técnicas para enfrentar las limitaciones por mal drenaje y las posibilidades que otorga la ley de fomento 18.450.*

Gira Técnica con extensionistas. *Se invitará a los extensionistas de la Novena y Décima Región para realizar una gira en las que se visitarán proyectos de drenaje representativos de sus regiones.*

Evaluación de sistemas de drenaje en la Novena Región. *Los sistemas de drenaje más representativos de la Novena Región serán evaluados por profesionales de INIA Remehue, con el objeto de dar recomendaciones generales respecto a aspectos técnicos de diseño para los tipos de problemas más comunes en esta Región.*

Curso Taller. *Se capacitará a 10 profesionales para que actúen como consultores de la ley de fomento, elaborando proyectos de drenaje.*

EXCESO DE AGUA CAUSA PROBLEMAS EN EL SUR

A la fecha, en la Décima Región se han aprobado 26 proyectos de drenaje involucrando una superficie de 6.511 hectáreas, siendo la Comuna de Río Bueno la más dinámica con siete proyectos y 1.627,6 hectáreas.

Se estima que en la Décima Región hay 554.675 hectáreas con problemas de drenaje, cifra que equivale al 32,4 % del total de suelo con aptitud agropecuaria de la región. En la Novena Región, el mal drenaje afecta a aproximadamente 60.000 hectáreas.

Una de las estrategias que ha seguido el Estado para incorporar a la actividad agrícola estos suelos, es la construcción de obras de drenaje bonificadas mediante la Ley 18.450, que otorga un subsidio de hasta el 75% de los costos de construcción de obras de riego y drenaje.

Los proyectos deben ser realizados por profesionales consultores inscritos en el registro nacional de consultores del Ministerio de Obras Públicas, cuyo listado se puede solicitar a la Dirección Regional del S.A.G. y Secretaría Regional Ministerial de Agricultura.

El costo total del proyecto presentado no puede exceder las 12.000 U.F. para proyectos individuales y 24.000 U.F. para proyectos comunitarios.

Pueden postular a este beneficio, los propietarios o usufructuarios de predios agrícolas, en forma individual o a través de las organizaciones de usuarios definidas en el Código de Aguas.

La Ley 18.450 es administrada por la Comisión Nacional de Riego (CNR), y opera mediante Concursos Públicos a los cuales se postula mediante proyectos elaborados por un profeional inscrito en el Registro de Consultores de la Dirección General de Obras Públicas.

Los proyectos concursan separadamente en las áreas de riego y drenaje, y también separadamente concursan los segmentos de agricultores empresariales, medianos y campesinos.

Una vez presentado el proyecto, es sometido a revisión técnica y legal, y si supera esta revisión, se admite al proceso de asignación de puntaje por las variables de costo por hectárea beneficiada, superficie total beneficiada y aporte ofrecido por el postulante. Si el proyecto se adjudica la bonificación, se otorga un Certificado, el cual se hace efectivo posterior a la recepción conforme de la obra.

COMPUERTAS PARA EL CONTROL DEL DRENAJE

En pruebas realizadas en el Módulo de Drenaje Pellines, se definió una compuerta prototipo construido en madera tratada, que cumple con los requisitos de ser de bajo costo, de fácil construcción y operación, y que efectivamente permite controlar el flujo de agua de los colectores.

Trece compuertas se instalaron en el Modulo Pellines para evaluar el control del flujo de evacuación del agua de exceso.

En el Módulo de Drenaje Pellines, ubicado en las cercanías de Frutillar, se comenzó a evaluar en el año 1997 el uso de compuertas para controlar el caudal de drenaje de las zanjas colectoras, ya que si bien se desea drenar el exceso de agua del suelo durante el invierno, para el período de primavera-verano, se podría acumular agua en el perfil del suelo al evitar su evacuación mediante el uso de compuertas una vez terminada la época de precipitaciones.

El ingeniero agrónomo Leopoldo Ortega, de INIA Remehue, explicó que la idea es mantener una altura de agua que provoque una proyección lateral del nivel freático, produciendo un suministro de humedad en el suelo por capilaridad y así mitigar el déficit hídrico en los meses estivales. Agregó que en el riego se operan muchas estructuras de control del caudal de las aguas, pero en drenaje, estas son las primeras experiencias que se hacen en Chile.

INFODRENAJE Nº2 Boletín Informativo "Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje en las regiones Novena y Décima. Convenio INIA Remehue - CNR

Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente.

INIA Remehue - Fono: 64. 233515 - Fax: 64. 237746 - Casilla 24-0 - Osorno
CNR - Fono: 2. 6728679 - Fax: 2. 6716939 - Casilla 424-V - Correo 21 Santiago

ISSN 0716-6257. Serie Remehue Nº79. Septiembre 1999.
IMP. AMERICA, OSORNO

ANEXO 19. Boletín Informativo INFODRENAJE Nº 3

INFODRENAJE

INIA REMEHUE

COMISION NACIONAL DE RIEGO

Módulo de Drenaje San Juan, 17 de Agosto de 1999.

7 AÑOS DE INVESTIGACIÓN
Drenaje y fertilización en Chiloé

Tras siete años de investigación, profesionales de INIA Remehue determinaron que el mejoramiento de la fertilidad y acidez del suelo, en conjunto con la solución de los problemas de drenaje, permiten aumentar significativamente la producción y calidad del forraje justificando plenamente la inversión en fertilización y obras de drenaje en suelos ñadi de Chiloé.

Esta fue la principal conclusión obtenida en el Dia de Campo dedicado a evaluar los efectos del uso de estas tecnologías en praderas naturales de Chiloé, actividad que efectuó el Centro Regional de Investigación INIA Remehue, el 17 de agosto pasado, en el módulo demostrativo de drenaje que mantiene INIA en conjunto con la Comisión Nacional de Riego, en el cruce San Juan (camino Ancud y Chacao).

En la ocasión, en la que participaron cerca de 130 personas, entre profesionales y agricultores se dieron a conocer los resultados de 7 años de ensayos en terrenos ñadis cercanos a Ancud, en un sector con grandes problemas de acumulación de agua y una pradera completamente degradada con altas proporciones de especies leñosas, junquillos, malezas de hoja ancha y gramíneas de valor nutricional medio a bajo.

Juan Carlos Dumont explicó que la pradera fue manejada mediante pastoreos y cortes, y el drenaje permitió un notable mejoramiento en la producción de pasto (Figura 1).

La producción de forraje fue mayor en las parcelas que recibieron fertilización y drenaje simultáneamente, justificando ampliamente la realización de estas labores a nivel predial.

Enfatizó que "si sólo se realiza fertilización o drenaje, los resultados son inferiores a los obtenidos en este ensayo. Asimismo, aclaró que el protrero que sirvió de control o testigo donde no se hizo drenaje ni fertilización, permaneció en su condición original.

El drenaje y la fertilización se realizó durante la temporada 1992-93 y la fertilización promedio aplicada cada año en primavera, consistió en 100 kilogramos por hectárea de Nitromag, 240 kilogramos por hectárea de Superfosfato Triple, 80 kilogramos por hectárea de Muriato de Potasio y 200 kilogramos por hectárea de Fertiyeso. Además, solamente en la primera temporada se aplicó 3 toneladas por hectárea de Cal Iansa, para neutralizar la toxicidad del aluminio y subir el pH del suelo.

En el dia de campo se realizó una presentación de la técnica de drenaje utilizando el sistema de drenes topo, para lo cual se dieron a conocer las características de este implemento y se hicieron recomendaciones técnicas para la ejecución de la labor.

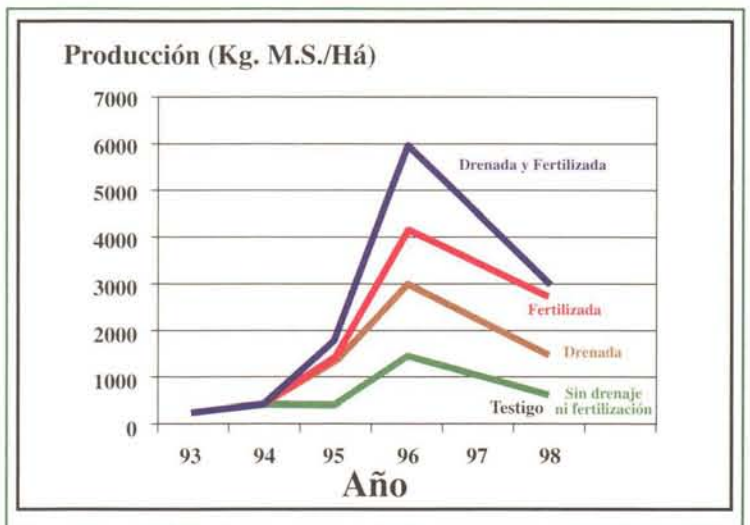


Figura 1: *Efecto de la fertilización y drenaje en la producción de pasto. Modulo de Drenaje San Juan Chiloé.*

Las temporadas 96/97 y 97/98 fueron anormales, presentándose fuertes deficits de lluvia en la Primavera/Verano, por lo que no se expresó la producción de forraje. En Chiloé, entre los meses de octubre y marzo, las praderas producen sobre el 70% del forraje anual.No obstante estas bajas pluviométricas, la pradera drenada y fertilizada (linea azul), superó ampliamente al testigo (linea verde).

NOTABLES RESULTADOS

- ***En un suelo ñadi drenado, se ha obtenido una alta producción de carne por hectárea, llegando a más de 1.200 kg./há, con alta rentabilidad del negocio.***
- ***Es posible establecer y mantener una pradera de ballica-trébol blanco de alta calidad en estos suelos cuando se drenan y se mejora la fertilidad.***
- ***Es necesario aumentar los niveles de fertilidad del suelo y la densidad de la pradera para incrementar la productividad, por lo que se realizarán cambios para conseguir mejores ganancias de peso por animal y así sacar animales terminados.***

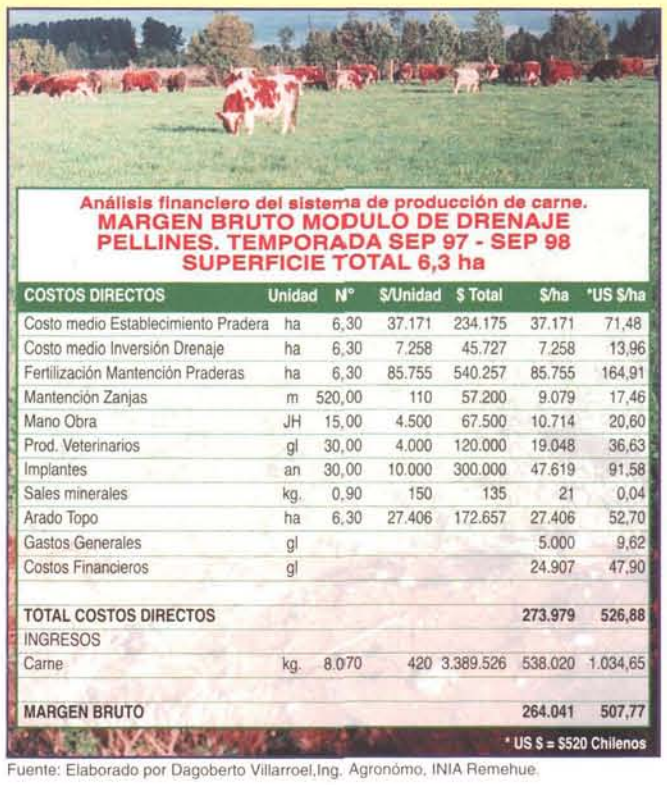
El Ingeniero Agrónomo Ph. D., Juan Carlos Dumont L. y el Medico Veterinario Jaime Neuman, propietario del predio donde se estableció el Modulo de Drenaje Pellines, han evaluado el desempeño productivo del trabajo realizado.

Los animales utilizados fueron novillos provenientes del rebaño lechero overo colorado, del propietario del campo. Los novillos ingresaban al sector del Modulo, de seis hectáreas, divididas en potreros más pequeños, de acuerdo a la disponibilidad de forraje que existiera. El peso de los animales se registraba a la salida y entrada, así como el número de animales ingresados a la pradera.

En el período de 12 meses, se produjeron 1.281 kg. de carne/há. Las altas cifras en la producción de carne se deben a que la pradera sembrada de ballica perenne y trébol blanco se estableció en buenas condiciones, gracias a las labores de drenaje y fertilización. El sistema de manejo consistió en regular trimestralmente la carga animal, de acuerdo a la disponibilidad de forraje, lo que hizo muy eficiente el consumo del pasto producido, que fue de alto valor energético y protéico.

Este estudio demuestra la factibilidad de establecer un sistema intensivo con altas ganancias por hectárea, sin embargo, se están realizando cambios para mejorar las ganancias individuales y poder obtener animales terminados, con 500 kilos de peso.

El análisis económico muestra un interesante ingreso potencial de este tipo de sistema ganadero (ver cuadro).



Análisis financiero del sistema de producción de carne.
MARGEN BRUTO MODULO DE DRENAJE PELLINES. TEMPORADA SEP 97 - SEP 98
SUPERFICIE TOTAL 6,3 ha

COSTOS DIRECTOS	Unidad	N°	$/Unidad	$ Total	$/ha	*US $/ha
Costo medio Establecimiento Pradera	ha	6,30	37.171	234.175	37.171	71,48
Costo medio Inversión Drenaje	ha	6,30	7.258	45.727	7.258	13,96
Fertilización Mantención Praderas	ha	6,30	85.755	540.257	85.755	164,91
Mantención Zanjas	m	520,00	110	57.200	9.079	17,46
Mano Obra	JH	15,00	4.500	67.500	10.714	20,60
Prod. Veterinarios	gl	30,00	4.000	120.000	19.048	36,63
Implantes	an	30,00	10.000	300.000	47.619	91,58
Sales minerales	kg.	0,90	150	135	21	0,04
Arado Topo	ha	6,30	27.406	172.657	27.406	52,70
Gastos Generales	gl				5.000	9,62
Costos Financieros	gl				24.907	47,90
TOTAL COSTOS DIRECTOS					**273.979**	**526,88**
INGRESOS						
Carne	kg.	8.070	420	3.389.526	538.020	1.034,65
MARGEN BRUTO					**264.041**	**507,77**

* US $ = $520 Chilenos

Fuente: Elaborado por Dagoberto Villarroel,Ing. Agronómo, INIA Remehue.

- *El cálculo de margen bruto no considera los costos de reposición de ganado.*
- *El cálculo de margen bruto está basado en los costos e ingresos incrementales obtenidos en el sistema.*
- *El costo de producción por kg./carne es de $ 213 (US $0,40), el cual se encuentra en los rangos aceptables de producción, sin considerar reposición.*

Es importante señalar que este análisis económico sólo se realiza para destacar el potencial que tienen estos suelos. En una situación real, en un predio completo, esto no necesariamente ocurre de esta forma. Es necesario por lo tanto, llevar estos resultados a las condiciones particulares de cada predio.

ARADO TOPO

El "arado topo" es también conocido entre los agricultores como "Camahueto". Este implemento se usa en la construcción de las galerías subterraneas de aproximadamente 7,5 cm. de diámetro, que rodeadas de fisuras periféricas, recolectan los excedentes de agua que se acumulan en la zona radicular, canalizándola a las zanjas colectoras.

La época óptima de construcción corresponde a salida de primavera y comienzo de verano. La velocidad de trabajo debe ser de 3 kilometros por hora y la profundidad de las galerías recomendable es de 50 centímetros, dejando una distancia de 2 metros entre cada galería.

PROGRAMACION DE DIAS DE CAMPO

Se invita a los productores, técnicos, profesionales y público en general a participar en las siguientes Dias de Campo, que se iniciarán a las 14 :00 hrs en los respectivos Modulos de Drenaje.

Módulo de Drenaje	Fecha
Loma de la Piedra (Casma)	*Viernes 22 de Octubre.*
Quilquilco (Rio Bueno)	*Lunes 25 de Octubre*
El Roble (Rio Bueno)	*Miercoles 3 de Noviembre*
Pellines (Frutillar)	*Jueves 25 de Noviembre*
San Juan (Ancud)	*Martes 30 de Noviembre*

INFODRENAJE Nº 3 Boletín Informativo "Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje en las regiones Novena y Décima. Convenio INIA Remehue - CNR

Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente.

INIA Remehue - Fono: 64. 233515 - Fax: 64. 237746 - Casilla 24-0 - Osorno
CNR - Fono: 2. 6728679 - Fax: 2. 6716939 - Casilla 424-V - Correo 21 Santiago

ISSN 0716-6257. Serie Remehue Nº 83. Octubre1999.

ANEXO 20. Boletín Informativo INFODRENAJE Nº 4

INFODRENAJE

INIA REMEHUE

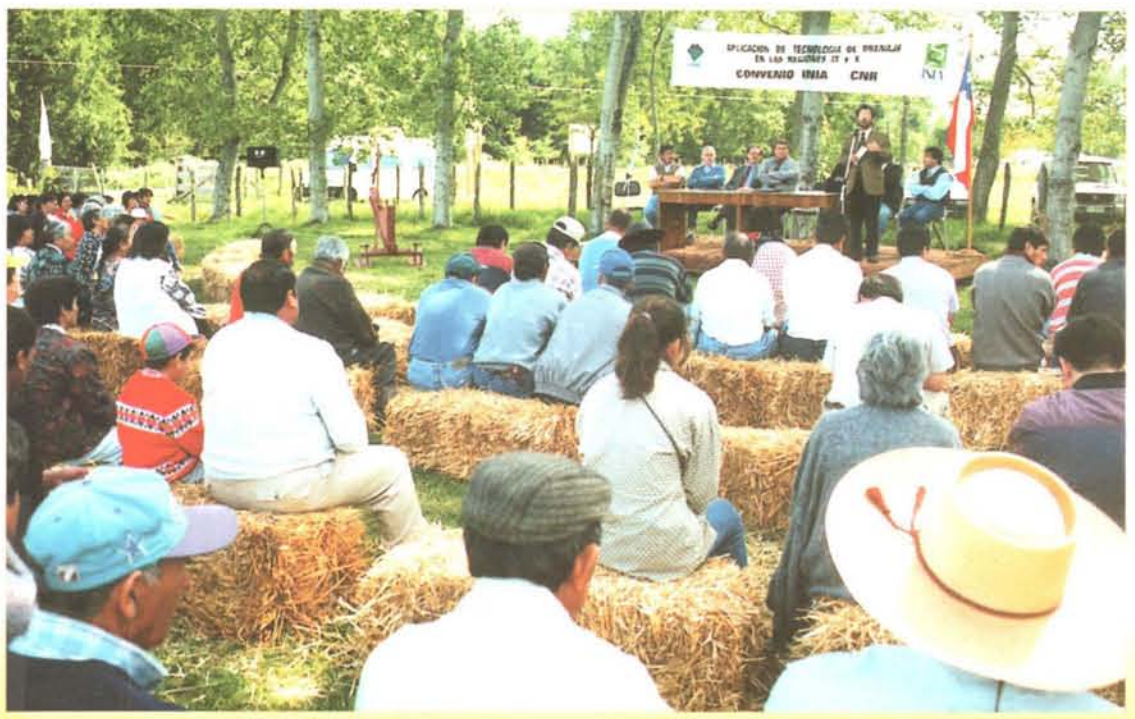
COMISION NACIONAL DE RIEGO

DONACION DE ARADOS TOPO

Las empresas Veagrotec de Rio Bueno y Codecam de Purranque administrarán los arados topo donados en comodato por INIA Remehue y la Comisión Nacional de Riego para ser usados en predios de pequeños agricultores de sus sectores.

Particularmente los proyectos de drenaje "El Roble" y "Quilquilco", complementarán a nivel predial las obras realizadas hace algunos años gracias a la bonificación estatal a través de la ley de fomento 18.450.

El 19 de noviembre, en una significativa ceremonia realizada en el predio de Victor Becker, Representante de la Comunidad de Drenaje "El Roble", se formalizó la entrega de tres implementos. En la oportunidad participaron Ernesto Schulbach, Secretario Ejecutivo de la Comisión Nacional de Riego, Jean Jeac Dubart, Subsecretario de Agricultura, Antonio Jacksic, Director Nacional del SAG, Francisco Lanuza, Director Regional de INIA y Seremi (S), Waldo Flores, Alcalde de Rio Bueno, Edgardo Muñoz, Gerente de Veagrotec, Sergio Vega, Gerente de Codecam, Arturo Vergara, representante de la Comunidad de Drenaje "Quilquilco", Hector Oyarzo, representante de la Comunidad "Loma de la Piedra", agricultores, profesionales y tecnicos dedicados a la asesoría que presta INDAP a los agricultores.



Los Agricultores de Río Bueno y Purranque iniciarán el desarrollo intrapredial del drenaje con los Arados Topo donados en significativa ceremonia.

Ernesto Schulbach, Secretario Ejecutivo de la Comisión Nacional de Riego, destacó el amplio respaldo del estado a la inversión privada en Obras de Riego y Drenaje.

SEMINARIOS

En Puerto Montt, Osorno y Valdivia se realizaron los Seminarios "Tecnologías e Instrumentos de Subsidio Estatal para proyectos de Drenaje".

Con la participación de profesionales de la Comisión Nacional de Riego, INIA, INDAP, CORFO y el Banco del Estado de Chile, se dieron a conocer los instrumentos que están a disposición de los agricultores para desarrollar proyectos de drenaje o riego.

Cabe destacar que la Comisión Nacional de Riego (CNR), mediante la ley 18.450, puede bonificar hasta el 75% de los costos en que ha incurrido un productor en un proyecto de riego o drenaje. Para ello, debe postular a uno de los concursos cumpliendo con los requisitos exigidos por el Estado para adjudicarse este beneficio.

La Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), tiene un Fondo de Asistencia Tecnica (FAT), que puede ser utilizado por los productores para cofinanciar el pago de los servicios profesionales para el desarrollo de un proyecto de inversión en riego y drenaje que se postule a los concursos de la Ley 18.450. Las actividades de Asesoría factibles de cofinanciamiento de CORFO son : diseño, dimensión y costeo del sistema de riego o drenaje, conducción, distribución, evacuación o acumulación de agua. Estudios topográficos, dibujos, cubicaje para movimientos de tierra, etc.

El BANCO DEL ESTADO DE CHILE, puede financiar proyectos de inversión en obras de riego o drenaje mediante el uso de varios productos. Incluso, el caso de que un agricultor no posea la cobertura de garantías exigidas, puede utilizar el Fondo de Garantía para el Pequeño Empresario (FOGAPE).

Domingo Urzúa, María Elena Winkler (Presidente Comunidad de Drenaje), Roque Massera (Representante Empresa Constructora) y Leopoldo Ortega.

MACRORED DE DRENAJE

Nueve productores de Frutillar asumieron el gran desafío de construir la primera macrored de drenaje del país.

En el ñadi Frutillar, se avanza a toda máquina en la construcción de 11 kilometros de colectores y en la ampliación del cauce de los esteros Kuschel y Colegual, totalizando 20 km, ya que se encontraban totalmente obstruidos, impidiendo la circulación del agua.

Este proyecto involucra cerca de 1.500 hectáreas, las que se beneficiarán por la ley 18.450, de fomento a la inversión privada en obras de riego o drenaje, mediante la bonificación del 73% de los costos de construcción de la obra, que ascendieron a 13.357 U. F.

El ingeniero agrónomo de INIA Remehue, Leopoldo Ortega, encargado de proyectar el trabajo y postularlo al concurso de la ley de fomento, señaló que esta es una gran iniciativa de los productores, quienes han sido pioneros en la ejecución de un trabajo de esta envergadura.

VENTAJAS DE DRENAR Y FERTILIZAR

Las ventajas que representa el uso de las tecnologías de drenaje y fertilización para la conservación de forraje, dio a conocer un grupo de profesionales de INIA Remehue, el 25 y 26 de enero recién pasados en los sectores de San Juan (Ancud) y Piruquina (Castro), en la isla de Chiloé.

En dichos estudios se demostró que en los potreros que poseen obras de drenaje para evacuar el exceso de agua del suelo en el invierno, se registra una mayor producción de pasto. Mientras en el sector con drenaje se midió casi 11 toneladas de materia seca por hectárea, de forraje de excelente calidad, y en el sector sin drenaje, la producción llegó a 8,9 toneladas de pasto por hectárea.

Demostración de Aradura con Arado Topo y Elaboración de Ensilaje en el Modulo de Drenaje San Juan (Ancud).

Participe en las Próximas Actividades

ACTIVIDAD	MES	LUGAR
Capacitación en drenaje intrapredial a agricultores	Febrero Marzo	Quilquilco y El Roble (Río Bueno) Loma de la Piedra (Purranque
Curso "Tecnologías de drenaje para extensionistas"	Abril Mayo	INIA - Remehue
Gira Técnica para Extensionistas	Mayo	IX y X Regiones

Informaciones: Leopoldo Ortega C., INIA Remehue.

INFODRENAJE Nº 4 Boletín Informativo "Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje en las regiones Novena y Décima. Convenio INIA Remehue - CNR

Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente.

INIA Remehue - Fono: 64. 233515 - Fax: 64. 237746 - Casilla 24-0 - Osorno
CNR - Fono: 2. 6728679 - Fax: 2. 6716939 - Casilla 424-V - Correo 21 Santiago

Enero 2000.

ANEXO 21. Boletín Informativo INFODRENAJE Nº 5

GOBIERNO DE CHILE
CONVENIO INIA - CNR

INFODRENAJE

Seminario Taller de Drenaje

Un seminario taller para analizar la situación actual del drenaje en las regiones Novena y Décima y definir una política para estas zonas del país, está preparando la Comisión Nacional de Riego, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, la Comisión Nacional del Medioambiente, las Comisiones Regionales de Riego de la Novena y Décima Regiones, así como las Universidades de Concepción, Católica de Temuco y Austral de Chile.
Esta actividad se llevará a efecto el 24 y 25 de mayo en la Universidad Austral de Chile y a ella se ha invitado a técnicos, profesionales y agricultores interesados en el tema.
En el primer día se realizarán jornadas técnicas y durante el segundo día se efectuará un taller, para terminar con la elaboración de un documento con las conclusiones del evento.

CNR publica primer libro en Chile sobre drenaje

La Comisión Nacional de Riego (CNR), publicó recientemente el libro denominado "Manual de estándares técnicos y económicos para obras de drenaje".
Esta publicación es el primer libro en su tipo realizado en Chile acerca de la tecnología de drenaje, ya que no sólo contiene una completa información teórica sobre el tema, sino que además entrega una importante cantidad de datos relativos a parámetros de diseño y costo de obras de drenaje en las condiciones de nuestro país. El autor de esta obra es el ingeniero agrónomo Ph D. y profesor titular de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción, Luis Salgado S, quien ha desempeñado una vasta labor en docencia e investigación universitaria y como consultor de diversas instituciones estatales y empresas privadas.
Esta publicación, que une al mundo universitario y el quehacer de una organización estatal como la Comisión Nacional de Riego, se suma a numerosas cartillas divulgativas y manuales realizados anteriormente.

Estudio sobre Rentabilidad del Riego

Un estudio de INIA Remehue denominado "Rentabilidad de Rubros Agropecuarios con Riego en la Zona Sur", determinó que el cultivo que presenta los mayores valores de incremento monetario de rendimiento con la aplicación de riego es la papa, seguido de la remolacha, el maíz silo y las praderas permanentes. Asimismo, el equipo de riego que exhibe los mejores indicadores de rentabilidad, corresponde al equipo de riego por aspersión semi-portatil con motobomba eléctrica de superficie.
Los resultados de este estudio, encargado por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) a INIA Remehue, fueron presentados por el ingeniero agrónomo Leopoldo Ortega, quien dio a conocer las principales conclusiones en un seminario que se llevó a cabo a fines de enero, en el auditorium del centro regional de investigación, en las cercanías de Osorno.

INSCRIBA SUS IDEAS DE PROYECTOS

Un nuevo llamado a los productores agropecuarios de las regiones del sur a inscribir sus ideas de proyecto de riego y drenaje, en los distintos centros regionales de investigación de INIA, realizaron los encargados de esta iniciativa.
Sus ideas serán evaluadas y luego seleccionadas para presentarlas como proyectos definitivos, para que puedan optar al beneficio que otorga la Ley 18. 450 de Fomento al Riego y Drenaje, que administra la Comisión Nacional de Riego y que subsidia hasta el 75 por ciento del costo de las obras.
En el caso de la Octava Región, comunicarse con Hamil Uribe, ingeniero civil agrícola de INIA Quilamapu al fono 42-209750 ó al fax 42-209799 de Chillán. En la Novena Región dirigirse a José María Peralta, ingeniero agrónomo Ph D. de INIA Carillanca, al fono 45-215706 ó al fax 45- 216112 de Temuco. Finalmente, en la Décima Región hay que contactarse con el ingeniero agrónomo Leopoldo Ortega o el ingeniero civil agrícola Marcelo Díaz, ambos profesionales de INIA Remehue al fono 64-233515 ó al fax 64-237746 de Osorno.

PROGRAMA DE LLAMADOS A CONCURSO • LEY Nº 18.450 AÑO 2001 (Actualizado al 11 de Mayo del 2001)

Nº	Caracteristicas del tipo de Concurso y sus beneficiarios	Monto (1)	Fecha llamado	Ant. legales	Ant. técnicos	Fecha Apertura
1-2001	Riego Empresarios Medianos No Seleccionados 174 y 178 (VI a VIII)	1.000	05-Feb	13 y 14-mar	13 y 14-mar	15-Mar
2-2001	Riego Pequeños Productores y Organizaciones de Usuarios No Seleccionados Conc. 171, 181, 183 y 189	1.100	05-Feb	28 y 29-mar	28 y 29-mar	30-Mar
3-2001	Riego Peq. Product. y Org. de Usuarios No Selec. Conc. 171, 181, 183 y 189	2.100	05-Feb	22 y 23-may	22 y 23-may	24-May
4-2001	Riego Secano Empresarial (VII y VIII)	500	05-Feb	16 y 17-abr	16 y 17-abr	18-Abr
5-2001	Riego Empresarial	100	12-Feb	21 y 22-mar	21 y 22-mar	23-Mar
6-2001	Riego Empresarios Medianos Zona Centro-Norte (I a VII Norte)	1.100	12-Feb	16 y 17-may	16 y 17-may	18-May
7-2001	Riego Empresarios Medianos Zona Sur (VII Sur a X)	1.300	12-Feb	4 y 5-jul	4 y 5-jul	06-Jul
8-2001	Drenaje Medianos y Pequeños Productores	700	12-Feb	12 y 13-jun	12 y 13-jun	14-Jun
9-2001	Tecnificación Empresarios Medianos en Areas de Obras Mayores y del PROMM	800	12-Mar	23 y 24-may	23 y 24-may	25-May
10-2001	Tecnificación Pequeños Productores	900	12-Mar	1 y 2-ago	1 y 2-ago	03-Ago
11-2001	Riego Organizaciones de Usuarios	1.700	12-Mar	05-Jun	24 y 25-jul	26-Jul
12-2001	Riego Pequeños Productores y Proyectos Comunitarios Zona Centro (V a VII norte) (excluye PROMM)	1.000	12-Mar	15-Jun	6 y 7-ago	08-Ago
13-2001	Riego Pequeños Productores y Proyectos Comunitarios Zona Norte (I a IV) (excluye PROMM) (Pre-revisión)	2.200	22-Mar	2 y 3-Oct	2 y 3 -Oct	04-Oct
14-2001	Riego Pequeños Productores y Proyectos Comunitarios Zona Sur (VII Sur a X) (excluye PROMM) (Pre-revisión)	1.600	22-Mar	25 y 26-sep	25 y 26-sep	27-Sep
15-2001	Riego Pequeños Productores y Proyectos Comunitarios en Areas de Obras Mayores y del PROMM	2.200	03-Abr	24-ago	15 y 16-oct	17-Oct
16-2001	Riego Programa de Desarrollo de Proveedores de CORFO	1.400	26-Mar	2 y 3-oct	2 y 3-oct	04-Oct
17-2001	Drenaje Pequeños y Medianos Productores (Pre-revisión)	900	22-Mar	29 y 30-oct	29 y 30-oct	31-Oct
18-2001	Riego Pequeños Productores Area del Secano (IV a VIII y Metropolitana)	800	18-May	5 y 6-nov	5 y 6-nov	07-Nov
19-2001	Riego Empresarios Medianos Plan Austral y Zona Sur	1.800	18-May	28 sep.	20 y 21-nov	22-Nov
20-2001	Riego para el Desarrollo de Areas Campesinas Indígenas (Pre-revisión), Pequeños Productores	700	22-Mar	3 y 4-dic	3 y 4-dic	05-Dic
21-2001	Riego Secano Empresarios Medianos (Metropolitana a IX)	500	03-Jul	6 nov.	18 y 19-dic	20-Dic

Fuente: **Comisión Nacional de Riego CNR.**
(1) Millones de Pesos

Llevan a cabo CNR e INIA

AMPLIO PROGRAMA DE CAPACITACION

Una serie de actividades de capacitación en riego y drenaje ha desarrollado en los últimos meses la Comisión Nacional de Riego (CNR) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) en la Décima Región.
En junio del 2000 se llevó a cabo un curso de capacitación denominado "Formulación de Proyectos de Drenaje para la Ley 18.450", con el objetivo de formar como consultores a profesionales ingenieros agrónomos e ingenieros civiles, para que formulen eficazmente proyectos de drenaje para ser presentados a los concursos de la Ley de Fomento. Esta iniciativa enmarcada en el "Programa para el Desarrollo del Riego y Drenaje en el Sur de Chile", busca mejorar la participación de los productores de las regiones del sur, aumentando la oferta de consultores calificados para la formulación de proyectos.
En julio del 2000 se efectuó un curso para extensionistas que tuvo por finalidad entregar antecedentes para detectar problemas de drenaje, diagnosticar y formular proyectos a nivel de perfil y supervisar la construcción y mantención de obras. Este curso fue dictado por el ingeniero agrónomo de INIA Remehue, especialista en drenaje, Leopoldo Ortega, y contempló actividades teóricas y en terreno, que incluyeron charlas, análisis de casos, presentación de diapositivas y videos, recorridos por el campo y discusión de situaciones sobre obras de drenaje.
Posteriormente, entre el 22 y 26 de enero del 2001 se realizó un curso de riego para extensionistas denominado "Conceptos básicos de riego por aspersión y localizado", cuyo objetivo fue capacitar a los profesionales y técnicos de terreno en temas como el reconocimiento y diagnóstico de proyectos de riego, elaboración de perfiles y asesoría técnica elemental en manejo y operación de sistemas de riego y construcción de pequeñas obras.
Finalmente entre el 26 de marzo y 13 de abril del presente año, se desarrolló en INIA Remehue, un curso de entrenamiento destinado a consultores para formulación de proyectos de riego por aspersión y localizado para ser presentados a la Ley 18.450.

RESUMEN ACTIVIDADES DE MANEJO EN CADA MÓDULO AÑO 2000

Módulo Pellines
- Evaluaciones de praderas (disponibilidad, composición botánica y bromatológica)
- Obtención de curvas de producción de pasto a través del año.
- Pesaje de novillos para calcular ganancia de peso por hectárea.
- Control del número de animales para ajuste de carga.
- Análisis de suelo para orientar fertilizaciones.
- Definición de las fertilizaciones.

Módulo El Roble
- Actividades de drenaje (labor de arado topo).
- Disponibilidad y composición botánica de praderas.
- Toma de muestras de suelo.
- Recomendación de fertilizaciones y manejo de praderas.

Módulo Quilquilco
- Actividades de drenaje (labor de arado topo).
- Disponibilidad y composición botánica de praderas.
- Toma de muestras de suelo.
- Recomendación de fertilización.
- Control de malezas en praderas establecidas.
- Recomendación para la elaboración de ensilajes de praderas.

Módulo Loma de la Piedra
- Actividades de drenaje (labor de arado topo).
- Disponibilidad y composición botánica de praderas.
- Toma de muestras de suelo.
- Recomendación de fertilización y uso de semillas para siembra de praderas.
- Preparación de suelo y siembra de praderas.
- Control de malezas en siembra.

Módulo San Juan
- Disponibilidad y composición botánica de praderas.
- Toma de muestras de suelo.
- Recomendación de fertilización.
- Manejo de praderas a pastoreo.
- Elaboración de ensilaje de praderas.
- Mantención de sistemas de drenaje.

Módulo Piruquina
- Disponibilidad y composición botánica de praderas.
- Toma de muestras de suelo.
- Recomendación de fertilización.
- Manejo de praderas a pastoreo.
- Elaboración de ensilaje de praderas.
- Mantención de sistemas de drenaje.
- Control de Cuncunilla Negra.
- Regeneración de praderas.

INFODRENAJE Nº 5 Boletín Informativo "Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje en las regiones Novena y Décima". Convenio INIA Remehue - CNR

Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente.

INIA Remehue - Fono: 64. 233515 - Fax: 64. 237746 - Casilla 24-0 - Osorno
CNR - Fono: 2. 6728679 - Fax: 2. 6716939 - Casilla 424-V - Correo 21 Santiago

Mayo 2001.

ANEXO 22. Boletín Informativo INFODRENAJE Nº 6

GOBIERNO DE CHILE
CONVENIO INIA - CNR

INFODRENAJE

Con actividades y productos referidos al drenaje

CNR ENTREGA BENEFICIOS A AGRICULTORES DEL SUR

Múltiples actividades y productos que han beneficiado directamente a un amplio número de productores agropecuarios del sur de Chile, han sido desarrollados por INIA Remehue y la Comisión Nacional de Riego, en el marco del "Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje en las Regiones IX y X", que se llevó a cabo entre septiembre de 1998 y mayo de este año.

Este proyecto tuvo como objetivo contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores de las regiones IX y X, a través del fomento a la construcción de obras de drenaje y al establecimiento de praderas mejoradas, debido a la elevada cantidad de suelos con problemas de drenaje que hay en la zona sur y especialmente en la Décima Región donde se calcula una superficie de 550.000 hectáreas con limitaciones de este tipo.

Las actividades desarrolladas en este proyecto se han concentrado mayormente en la X Región y han correspondido a la implementación de módulos de validación y de investigación aplicada, la realización de actividades de divulgación y capacitación; la elaboración de productos de divulgación técnica; el desarrollo de algunos prototipos; y la elaboración de un informe de diagnóstico del drenaje en la X Región.

Los módulos de validación y de investigación aplicada en drenaje, instalados en predios de productores, corresponden a 6 unidades físicas, que se identifican a continuación:

- Módulo Ancud, ubicado en Comuna de Ancud, Provincia de Chiloé.
- Módulo Castro, ubicado en Comuna de Castro, Provincia de Chiloé.
- Módulo Frutillar, ubicado en Comuna de Frutillar, Provincia de Llanquihue.
- Módulo Quilquilco, ubicado en Comuna de Río Bueno, Provincia de Osorno.
- Módulo Carimallín, ubicado en Comuna de Río Bueno, Provincia de Osorno.
- Módulo Loma de La Piedra, ubicado en Comuna de Frutillar, Provincia de Llanquihue.

Las actividades divulgativas realizadas han sido:

- Evento de Lanzamiento del Proyecto.
- 3 Días de Campo en el Módulo de Ancud.
- 2 Días de Campo en el Módulo de Castro.
- 2 Días de Campo en el Módulo de Frutillar.
- 3 Días de Campo en el Módulo de Quilquilco.
- 2 Días de Campo en el Módulo de Carimallín.
- 3 Días de Campo en el Módulo de Loma de la Piedra.
- 3 Seminarios de Difusión de Tecnologías de Drenaje e Instrumentos de Fomento.
- Diversos artículos y notas de difusión en prensa escrita, radio y televisión.

Las actividades de capacitación consideradas han sido :

- 1 Curso de Drenaje para Extensionistas.
- Jornadas de Capacitación de Drenaje Intrapredial en Módulos Campesinos.
- 1 Gira Técnica con Extensionistas de la X Región.

Los productos de divulgación técnica contemplados son :

- Manual Técnico-Divulgativo "Mantención de sistemas de drenaje en los suelos Ñadi".
- Manual Técnico-Divulgativo "Máquinarias para obras de drenaje".
- Manual Técnico-Divulgativo "Fertilización de praderas mejoradas en suelos Ñadis".
- Manual Técnico-Divulgativo "Aspectos económicos del establecimiento de praderas mejoradas en suelos ñadis".
- Diaporama "Construcción de obras de drenaje superficial".
- Diaporama "Producción de forraje en suelos drenados".
- Video "Labores de habilitación de suelos ñadis con mal drenaje".
- Video "Manejo del suelo y del ganado en áreas con obras de drenaje".
- 6 Boletines Informativos sobre las actividades y marcha del proyecto.

El desarrollo de prototipos ha consistido en dos elementos:

- Evaluación del uso de Compuertas de Control del Drenaje (estructura).
- Mejoramiento del implemento Arado Topo (maquinaria).

Los informes de diagnóstico y evaluación considerados son:

- Diagnóstico del drenaje en la Décima Región.
- Informe final del Estudio.

FOMENTAN USO DE ARADO TOPO INIA REMEHUE

El Arado Topo INIA Remehue, sirve para evacuar el agua de exceso del suelo para que las plantas puedan desarrollarse.

Una de las mayores contribuciones del "Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje en las Regiones IX y X", sin duda, fue la adaptación a las condiciones de los suelos del sur de Chile de los arados topos que se usan para la evacuación del exceso de agua de terrenos húmedos en países desarrollados. El prototipo de este implemento se conoce ahora como Arado Topo INIA Remehue y se desarrolló gracias al aporte entregado por la Comisión Nacional de Riego (CNR), para lo cual se tomó como base un arado topo importado de Nueva Zelandia, al que los profesionales de INIA le introdujeron una serie de modificaciones para hacerlo más liviano, maniobrable y barato.

El arado topo se usa para la construcción de galerías subterráneas, cuyo objetivo es eliminar el exceso de agua del perfil del suelo, conduciéndola a colectores que la llevan a los cauces naturales. De esta manera se elimina la saturación de agua del suelo, permitiendo el desarrollo normal de las plantas.

A fines de 1999, se donaron en comodato tres Arados Topo INIA Remehue a comunidades de pequeños agricultores de Río Bueno y Purranque, para que complementen los trabajos de drenaje que han realizado con la bonificación que entrega el Estado mediante la Ley 18.450, que administra la CNR.

Este desarrollo tecnológico se suma a una serie de actividades de transferencia y productos realizados en los últimos dos años. (Ver nota adjunta).

Jaime Neumann, agricultor de Los Pellines (Frutillar)

"EL DRENAJE SIGNIFICA UN TREMENDO CAMBIO"

Para el agricultor de Frutillar, Jaime Neumann, "el drenaje significa un tremendo cambio, que, en el fondo, es aprovechar en actividades productivas sectores que sin drenaje no son utilizables". Señaló que "con la instalación del módulo demostrativo, hemos logrado sistematizar la información y cuantificar por primera vez los kilos de carne que hemos producido. Tomando en cuenta eso, perfectamente se puede decir que el drenaje, junto con una fertilización adecuada y uso de semillas forrajeras, permite pasar de una producción de 250 kilos de carne por hectárea, como ocurre en campos que no han sido drenados, a producciones de 1.200 kilos de carne de novillo gordo por hectárea sin usar concentrados, ya que es eso lo que hemos logrado en el ensayo que mantenemos con INIA (en conjunto con la Comisión Nacional de Riego)".

Este productor aclaró que en su caso, la aplicación del drenaje no es nueva. "En mi familia lo estamos usando hace muchos años y ello nos ha permitido mejorar nuestras praderas, pero creo que lo valorable de esta situación es que INIA ha rescatado esta tecnología de tanta importancia para los suelos ñadis y la está difundiendo".

Por último, sostuvo que "para producir en suelos ñadis, hay que regarlos todo el año, pero con sudor, ya que el esfuerzo que demandan es muy superior comparado con otros terrenos de mejores características".

Neftalí Antillanca, pequeño agricultor de Quilquilco (Osorno)

"NUESTRA TIERRA NO VALÍA NADA"

Neftalí Antillanca y su esposa Eliana Barriga, pequeños agricultores del sector de Quilquilco ubicado en las cercanías de Osorno, gracias a su visión de futuro y esfuerzo, han visto con sus propios ojos los beneficios del drenaje y el manejo de praderas.

Nosotros teníamos una tierra que no valía nada. Eran puros troncos y se inundaba entera en el invierno. Nuestra parcela es muy pequeña, son casi 8 hectáreas de terreno y teníamos una gran parte bajo agua. Por eso ahora estamos contentos porque el drenaje nos cambió la vida rotundamente, ya que nos permite aprovechar terrenos que estaban botados".

Agregó que "cuando vinieron los señores de INIA yo no les creía, pero como estaban esos terrenos ahí, les dijimos que con cualquier cosa que permitiera utilizarlos, nosotros estábamos de acuerdo".

Indicó además que "sólo el primer año, después de hacer el drenaje y con la fertilización, sacamos más de 500 fardos de pasto en dos hectáreas". También hemos hecho silo (ensilaje) y hay años en que le hacemos hasta tres cortes a la pradera".

Finalmente sostuvo que "ahora los vecinos, de a poco se han ido dando cuenta que esto es bueno, y están siguiendo con lo mismo, porque ven que a nosotros nos ha funcionado.

INFODRENAJE Nº 6 Boletín Informativo "Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje en las regiones Novena y Décima". Convenio INIA Remehue - CNR

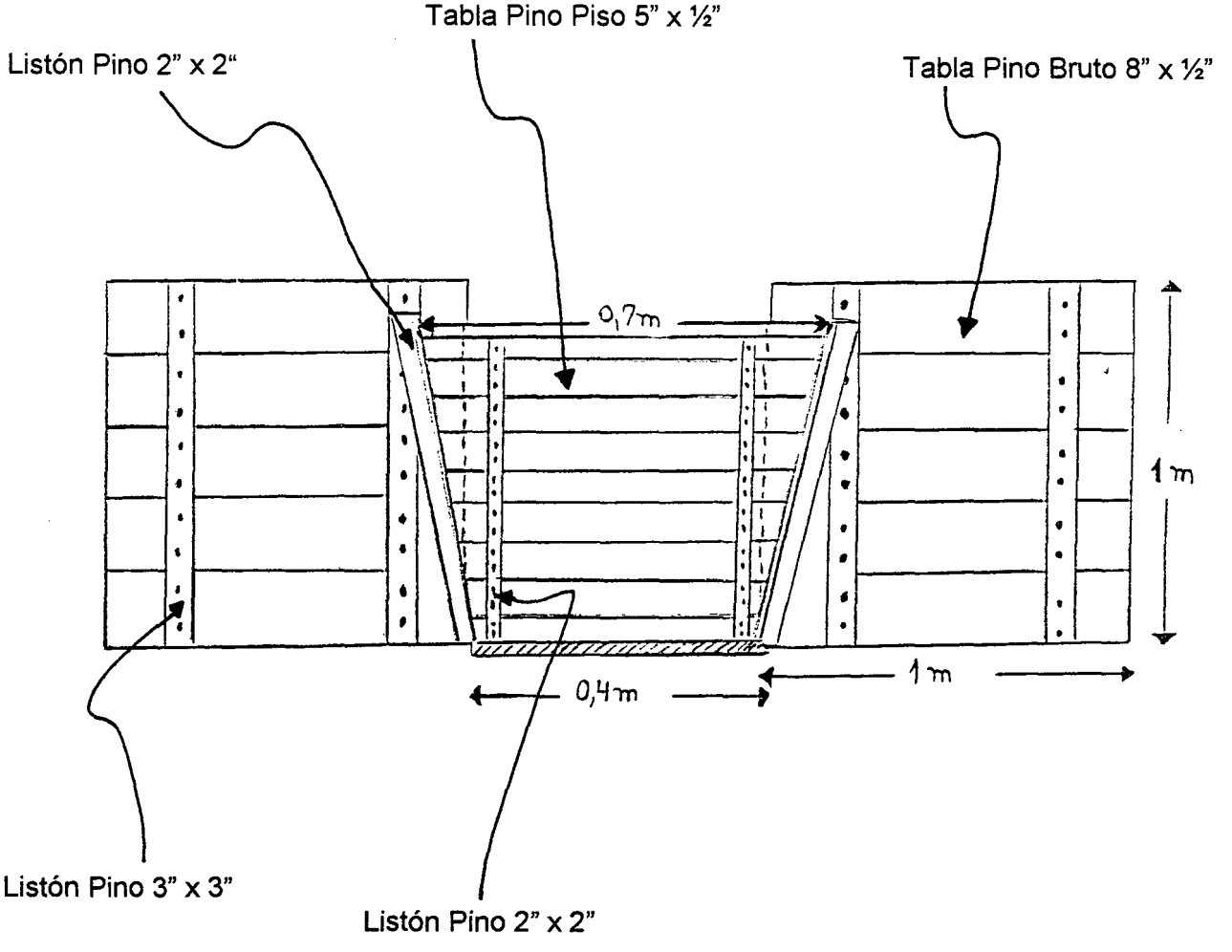
Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente.

INIA Remehue - Fono: 64. 233515 - Fax: 64. 237746 - Casilla 24-0 - Osorno
CNR - Fono: 2. 6728679 - Fax: 2. 6716939 - Casilla 424-V - Correo 21 Santiago

Mayo 2001.

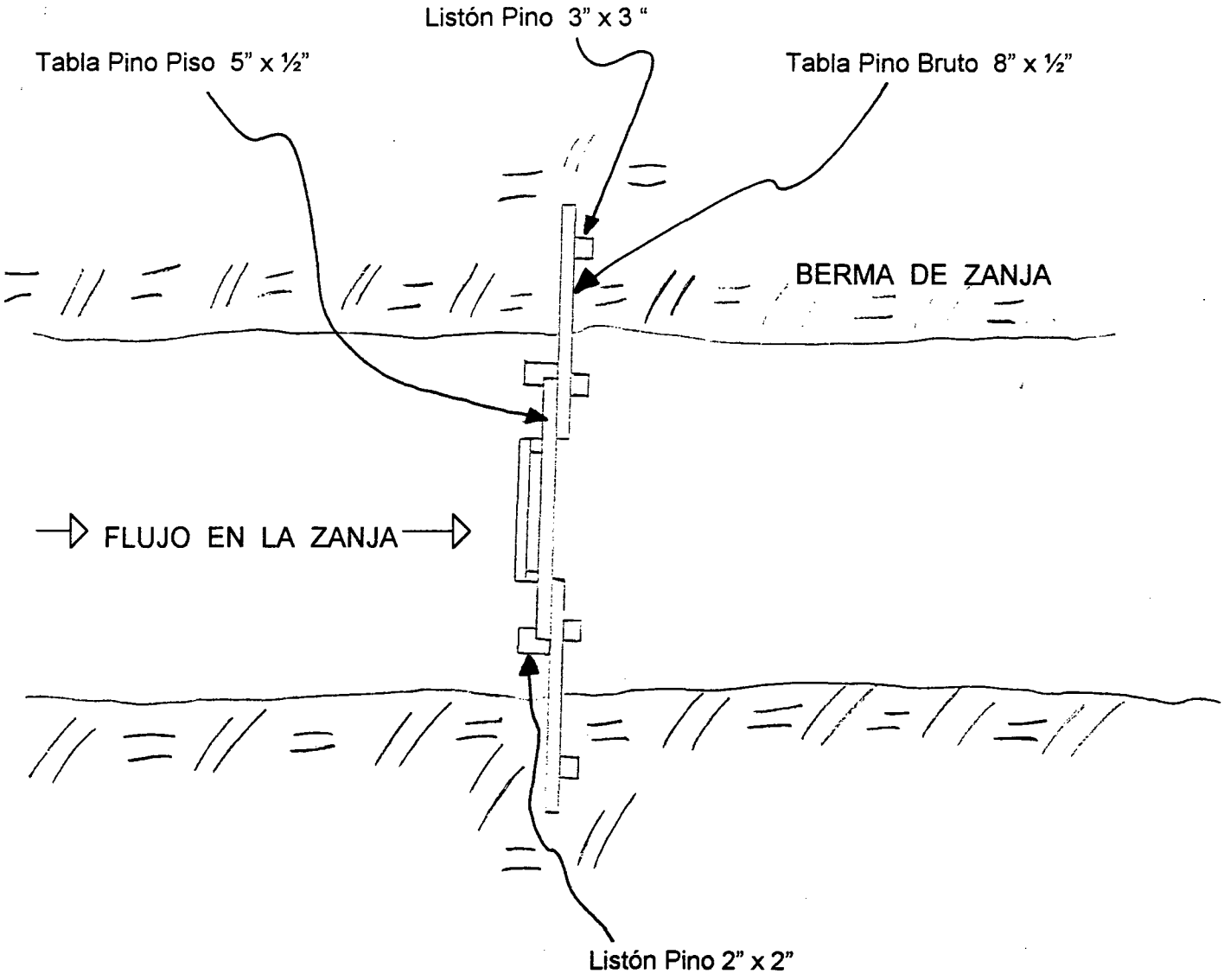
ANEXO 23.

VISTA FRONTAL COMPUERTA DE CONTROL DE DRENAJE EN ZANJAS.

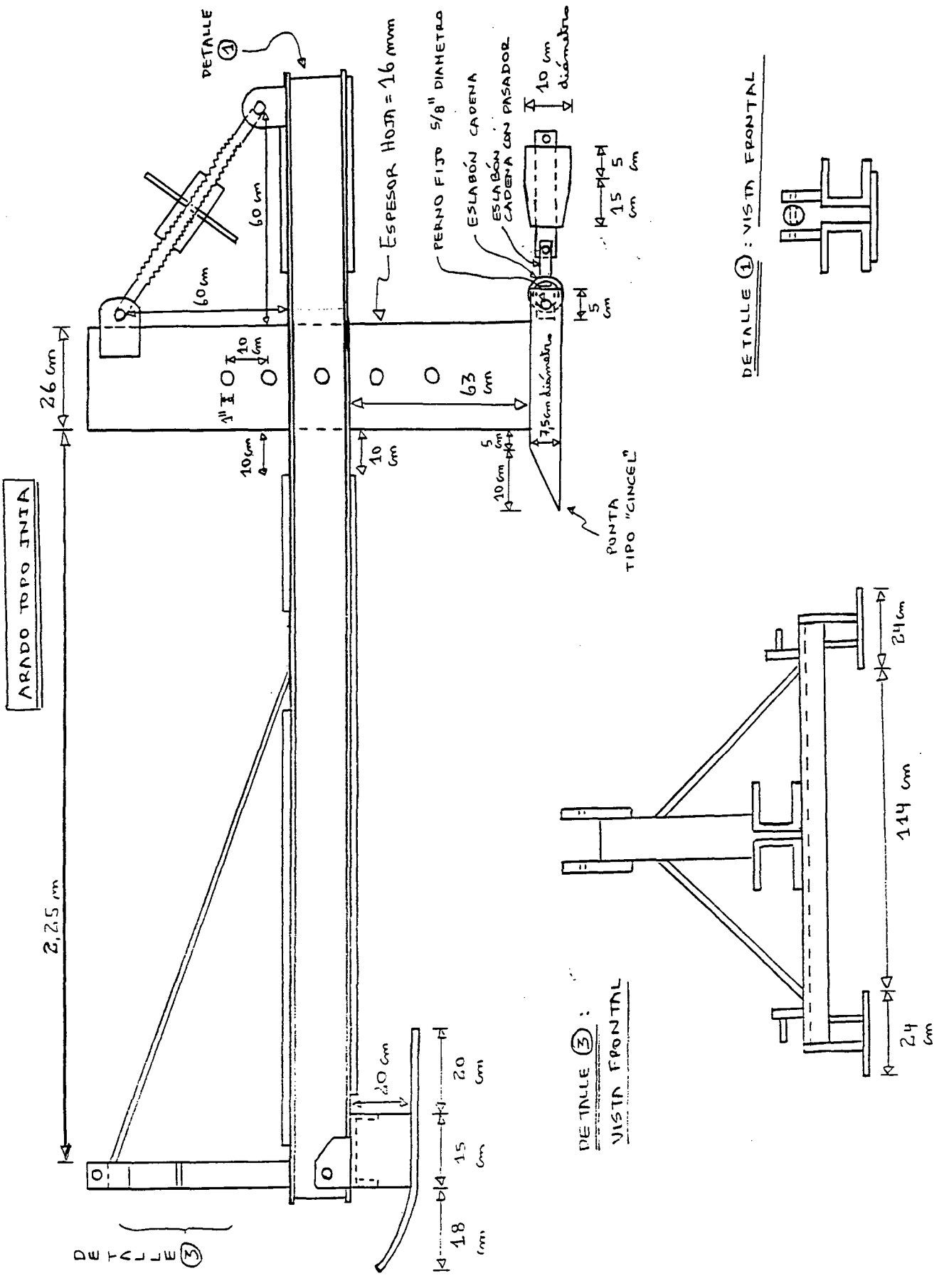


ANEXO 24.

VISTA EN PLANTA COMPUERTA DE CONTROL DE DRENAJE EN ZANJAS.



ANEXO 25. Plano Arado Topo.



ANEXO 26

DIAGNOSTICO Y DESARROLLO ESTRATEGICO DEL DRENAJE EN LA IX Y X REGIONES.

AUTOR : LEOPOLDO J. ORTEGA C.
ING. AGR. INIA – REMEHUE

INDICE DE MATERIAS

1. DIAGNÓSTICO DRENAJE Xª REGIÓN.

1.1 TIPOS DE PROBLEMAS DE DRENAJE.

1.2 LOS SUELOS ÑADIS.

1.2.1 Ubicación geográfica.
1.2.2 Clasificación taxonómica.
1.2.3 Génesis.
1.2.4 Características morfológicas y físicas.
1.2.5 Características químicas y de fertilidad.
1.2.6 Vegetación.
1.2.7 Superficie de suelos Ñadis en la Xa. Región.

1.3 EL ÑADI FRUTILLAR.

1.3.1 Antecedentes históricos de su reconocimiento.
1.3.2 Importancia regional del Ñadi Frutillar.

1.4 DRENAJE DE SUELOS ÑADIS.

1.4.1 Características del problema de drenaje.
1.4.2 Drenaje intrapredial.
1.4.3 Drenaje extrapredial.

1.5 DRENAJE DE TRUMAOS DE LOMAJE.

1.5.1 Drenaje de depresiones localizadas o "hualves".
1.5.2 Drenaje de terrazas fluviales recientes o "vegas".

1.6 SUPERFICIE ACTUALMENTE DRENADA.

1.7 SUPERFICIE POTENCIAL DE PROYECTOS FACTIBLES.

2. DIAGNOSTICO DRENAJE IX REGION.

2.1 ANTECEDENTES GENERALES.

2.2 CAUSAS DEL PROBLEMA DE DRENAJE EN LA IX REGION.

2.3 ÁREAS DE DRENAJE RESTRINGIDO EN LA IX REGION.

2.4 DESARROLLO DE PROYECTOS DE DRENAJE EN LA IX REGIÓN.

2.5 CONSIDERACIONES FINALES.

3. HIDROLOGIA DE SUELOS ÑADIS DE LA Xa REGION.

3.1 ECUACION EMPIRICA PRECIPITACION-ESCORRENTIA.

3.1.1 Metodología.
3.1.2 Aplicación de la ecuación empírica generada, en el área del proyecto.

3.2 ECUACION RACIONAL.

3.2.1 Metodología.
3.2.2 Aplicación de la Ecuación Racional a la zona del proyecto.

3.3 METODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO SINTETICO (H.U.S.).

3.3.1 Metodología.
3.2.2 Aplicación del método del H.U.S. al área del proyecto.

3.4 ECUACION DE VERNI-KING.

3.4.1 Metodología.
3.4.2 Aplicación de la Ecuación de Verni-King al área del proyecto.

3.5 TRANSPOSICION DE CAUDALES.

3.5.1 Descripción del método.
3.5.2 Aplicación del método de Transposición de caudales al área del proyecto.

3.6 METODO CURVA NUMERO (ADAPTADO POR ROJAS).

3.6.1 Generalidades.
3.6.2 Metodología.

3.6.3 Aplicación del Método de la Curva Número (adaptado por Rojas), al área del proyecto.

3.7 ANALISIS COMPARATIVO Y SELECCION METODO DE DISEÑO.

4 EFECTO DEL DRENAJE EN EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD.

4.1 EFECTO DEL DRENAJE, FERTILIZACION Y ESTABLECIMIENTO DE PRADERAS EN LA PRODUCCION DE FORRAJE Y CARNE EN SISTEMAS DE CRÍA DE GANADO BOVINO HEREFORD EN SUELOS ÑADI SERIE FRUTILLAR.

4.2 EFECTO DEL DRENAJE Y LA FERTILIZACIÓN EN PRADERAS NATURALES, EN SUELOS ÑADIS SERIE CAULÍN-CALONJE, COMUNA DE ANCUD.

4.3 EFECTO DEL DRENAJE Y EL ENCALADO EN PRADERAS SEMBRADAS, EN SUELOS ÑADIS SERIE PIRUQUINA, COMUNA DE CASTRO.

4.4 EFECTO DEL DRENAJE, FERTILIZACIÓN Y MANEJO EN PRADERAS SEMBRADAS Y PRODUCCIÓN DE CARNE, EN SUELOS ÑADIS SERIE FRUTILLAR, COMUNA DE FRUTILLAR.

5. COSTOS, INVERSIONES Y RENTABILIDAD DEL DRENAJE.

5.1 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE PROYECTO DRENAJE SUPERFICIAL INTRAPREDIAL SISTEMA ZANJA - DREN TOPO EN SUELOS ÑADIS.

5.2 PRESUPUESTO DRENAJE SUPERFICIAL MACRORED EXTRAPREDIAL SUELO ÑADI.

5.3 EVALUACION ECONOMICA DE DRENAJE EN PRADERAS SUELO ÑADI SERIE FRUTILLAR.

5.3.1 Metodología.
5.3.2 Costos.
5.3.3 Flujos Netos de Caja.
5.3.4 Análisis de sensibilidad e indicadores.
5.3.5 Discusión de los resultados económicos.

6. CAPACITACION Y DESARROLLO DE COMUNIDADES DE DRENAJE.

7. INVESTIGACION Y DESARROLLO DE TECNOLOGIAS DE DRENAJE.

8. POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES DE PROYECTOS DE DRENAJE.

8.1 EFECTOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO.

8.1.1 Pérdidas de terrenos húmedos.
8.1.2 Erosión.
8.1.3 Salinización
8.1.4 Disminución del nivel freático
8.1.5 Subsidencia.
8.1.6 Filtraciones
8.1.7 Lixiviación de nutrientes pesticidas y otros

8.2 EFECTOS AGUAS ABAJO DEL ÁREA DEL PROYECTO.

8.2.1 Eliminación de los efluentes.
8.2.2 Filtraciones desde drenes.

8.3 EFECTOS AGUAS ARRIBA DEL ÁREA DE ESTUDIO

8.4 IMPACTOS SOBRE LA FLORA Y FAUNA.

8.5 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

8.5.1 Para mitigar efectos dentro del área del proyecto.
8.5.2 Efectos aguas abajo del área del proyecto.
8.5.3 Efectos aguas arriba del área de estudio

9. ANALISIS DE LA INSTUCIONALIDAD RELACIONADA.

9.1 INSTRUMENTOS DE FOMENTO A CONSULTORÍA (PREINVERSIÓN).

9.2 INSTRUMENTOS DE FOMENTO A LA INVERSIÓN.

9.3 INSTRUMENTOS DE CRÉDITO A PROYECTOS SELECCIONADOS.

9.4 LEGISLACIÓN COMPLEMENTARIA.

9.5 ESTRUCTURA OPERATIVA.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

11. BIBLIOGRAFIA.

1. DIAGNÓSTICO DRENAJE Xª REGIÓN.

1.1 TIPOS DE PROBLEMAS DE DRENAJE.

Los suelos de la Región de los Lagos presentan problemas de drenaje de tipo superficial, y como se indica en el siguiente Cuadro 1, de un total de 1.714.484 hectáreas con aptitud agropecuaria, **existen 554.675 hectáreas (32,4%) afectadas por esta limitante**, lo cual restringe severamente el uso del suelo y el desarrollo de las raíces de las plantas, produciéndose pérdidas económicas de tal magnitud, que constituyen un freno para el desarrollo regional.

Cuadro 1. Suelos con problemas de drenaje en la Décima Región.

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
%	100,0	18,9	13,4	32,4

Fuente : IREN CORFO, Proyecto Aerofotogramétrico OEA-BID, 1961.
(*) : NR = No Reconocido.

En la Décima Región existen tres tipos de problemas de drenaje muy característicos: los suelos Ñadis, los sectores "hualves" y las "vegas".

Los **Suelos Ñadis** son grandes extensiones que presentan problemas generalizados de drenaje. Estos suelos tienen una topografía plana a levemente ondulada, con pendientes muy reducidas, entre 2 y 5 por mil, lo que produce que el escurrimiento de las aguas sea prácticamente nulo. Además, por su escasa profundidad, que va desde 20 a 80 cm, estos suelos se saturan con agua rápidamente, una vez iniciado el período de lluvias Otra limitante muy importante es que debajo del horizonte de suelo, existe una estrata impermeable continua de espesor variable, que impide absolutamente la infiltración del agua.

Por otro lado, en estas áreas los cauces naturales para descargar las aguas de drenaje son escasos, poseen una sección reducida y baja pendiente, y están generalmente obstruídos por matorrales y árboles, lo que se traduce en que la capacidad para conducir las aguas de drenaje sea muy limitada.

En el área de los Trumaos de Lomaje, encontramos dos tipos de problemas: los "hualves" y las "vegas".

Los **"hualves"** , son sectores de mal drenaje ubicados en depresiones que no poseen una vía de evacuación natural, por lo que el escurrimiento de las áreas adyacentes se acumula en estos sitios. A su vez, las **"vegas"** son terrazas ubicadas entre un cauce natural y laderas de lomajes, en las cuales se acumula el escurrimiento proveniente de las laderas adyacentes, y también pueden verse afectadas por inundaciones ocasionadas por el desborde del cauce.

Debido a la altísima superficie afectada, este tema desborda lo netamente agropecuario y tecnológico, y se ha consolidado el concepto de que **la solución de este problema constituye una poderosa palanca de desarrollo socio-económico para la Región de los Lagos.**

1.2 LOS SUELOS ÑADIS.

La palabra Ñadi es un término indígena que significa "pantano de temporada" (Meyer, 1982).

1.2.1 Ubicación geográfica.

En el Sur de Chile, entre los paralelos 38° 30' y 43° 00',se encuentran suelos derivados de cenizas volcánicas desarrolladas en condiciones de drenaje impedido o inundación estacional, llamados Ñadis. Con excepción de Chile y, tal vez en Argentina, los Ñadis no tienen equivalentes conocidos en otros lugares del mundo (Besoain, 1985).

Los suelos Ñadi se encuentran principalmente en el Llano Longitudinal de la X Región, aunque también existen en parte de la IX Región de Chile. Aparecen cerca de Pitrufquén (39° de latitud sur) y terminan cerca de Quellón (43° de latitud sur) en la Isla Grande de Chiloé (Teuber, 1988).

En el país existen 475.091 ha de suelos Ñadis (Mella y Kühne, 1985), de las cuales un 68,3% se encuentra en la Xa. Región (324.303 ha).

1.2.2 Clasificación taxonómica.

Alcayaga (1964), en una Mesa Redonda de Suelos Volcánicos realizada en Valdivia por la Sociedad Agronómica de Chile, presenta una clara relación sobre la taxonomía de los suelos ñadis, por lo que se citará textualmente este trabajo en los párrafos siguientes:

Los suelos de ñadis en Chile, siempre se han considerado como algo aparte y distinto incluso de los suelos trumaos, de los cuales son parientes muy próximos y de los que se diferencia principalmente por las condiciones de drenaje.

Valenzuela (1942) los consideró como un gran grupo de suelos y este criterio se hizo general dentro del país. Mathews (1947) los incluyó dentro de los suelos intrazonales.

Díaz y Alcayaga (1955) definieron en términos de características morfológicas y de algunas características químicas, un gran subgrupo de suelos "Ñadis", ya que los consideraron como una rama pobremente drenada de los suelos de Trumaos.

Roberts y Díaz (1959-1960) sugirieron la conveniencia de introducir en el sistema de clasificación mundial de grandes grupos de suelos, los términos de trumaos y ñadis, además perfeccionan la definición de estos grupos pero siempre en términos de características morfológicas y de uso de la tierra y de sus problemas.

Alcayaga (1958) utilizando la información de terreno clasificó algunas de las series de trumaos y ñadis como latosoles pardos.

En la 7ª aproximación para un sistema de clasificación de suelos (USDA, 1969), los trumaos y ñadis fueron considerados dentro del orden de los Inceptisoles 3.0 y los ñadis específicamente, dentro del gran grupo de los Durandepts 3.22, es decir, dentro del suborden Andepts 3.2 con duripan. Dentro de los durandepts puede incluirse un número considerable de ñadis, pero dentro de las características de definición de este grupo hay algunas que no ajustan bien:

a) no presentan un epipedón móllico, cumple con todos los requisitos necesarios excepto que el porcentaje de saturación de bases es muy bajo.

b) no tiene un epipedón úmbrico, debido a que la relación carbono-nitrógeno es bastante inferior a 17, excepto para los ñadis de Chiloé, además las superficies no son ni duras, ni masivas en seco.

c) algunos ñadis poseen un epipedón hístico, pero la relación carbón nitrógeno es demasiado baja para cumplir con los requisitos.

d) existen algunos ñadis que muestran un epipedón ochrico, pero tienen una importancia local, en suelos derivados de cenizas depositadas recientemente en los alrededores del Lago Ranco.

Los vacíos que pueden presentarse en la séptima aproximación en relación a la clasificación de ñadis, podrá ser obviada más adelante, debido a que esta aproximación es 7ª para muchos suelos, pero para los suelos similares los ñadis es sólo la 1ª (Smith,1961).

Dentro del sistema americano de clasificación, los ñadis podrían considerarse fundamentalmente dentro de la siguiente clasificación.

Orden	:	3	Inceptisoles
Suborden	:	3.2	Andept
Gran Grupo	:	3.22	Durandept
Subgrupo	:	3.220	Ortic durandept
		3.221	Entic durandept
		3.225	Mollic durandept

1.2.3 Génesis.

Los Ñadis tienen muchas propiedades comunes con los Trumaos, en el orden mineralógico, químico y en algunas propiedades físicas, pero difieren en morfología, génesis y comportamiento (Besoain, 1985).

La génesis de este grupo excepcional de suelos volcánicos se asocia a una topografía plana, a un régimen de humedad Udico y de temperatura Isomésica y, probablemente, a la depositación intermitente de cenizas o loess volcánico. Sobre su formación existen, sin embargo, algunas dudas: ¿Se depositaron las cenizas en un medio acuático? ¿La cementación del substrato fluvio-glacial fue anterior, simultánea o posterior a la formación del suelo? ¿Cómo y mediante qué mecanismos se formó el horizonte plácico? ¿Cómo se explica la presencia de alofán -e imogolita- en el cemento del substrato? ¿Por qué el proceso de gleysación está tan atenuado en los Ñadis? (Besoain, 1985).

Es dudoso que el emplazamiento de las cenizas parentales se haya verificado en agua, excepto por la presencia de piedras redondeadas en el perfil. En algunos perfiles se observan fragmentos alterados de pómez en el subsuelo, los cuales deberían encontrarse en la superficie si las cenizas hubiesen sedimentado en un medio acuoso. Depositación en agua implicaría la existencia previa de un substrato cementado capaz de crear condiciones de impermeabilidad, siendo muy improbable el desarrollo de esta condición a partir de un depósito fluvio-glacial bastante fresco (Besoain, 1985).

Whrigth (1965) considera que el material parental de los Ñadis fue depositado como una forma de loess volcánico, rico en vidrios, en las amplias llanuras de evacuación (outwash-plains) de una zona periglacial. En algunos Ñadis, la presencia ocasional de grava cuarzosa redondeada, proveniente de depósitos morrénicos arenosos vecinos, indicaría sólo la fuerza del viento y la posibilidad que la superficie de la tierra hubiese sido periódicamente congelada, permitiendo que estas gravas rodaran a cierta distancia. Wright comprobó, en algunos casos, que las piedras habían sido reordenadas por movimientos de agua local, lo cual es un hecho posible en un paisaje helado sometido a deshielo y aún a solifluxión.

Wright (1965) sugiere que gran parte del loess volcánico parental se depositó no más temprano que el último avance de los hielos en este sector de Chile. Sin embargo, el proceso de acumulación loésica no cesó de inmediato a la retirada de los glaciales, sino prosiguió a través de gran parte del postglacial cuando la superficie se recongelaba periódicamente; en algunas áreas, fue lo suficientemente prolongado para permitir la depositación del loess volcánico sobre la primera terraza aluvial. El proceso concluyó cuando la tierra fue repoblada por la vegetación.

Wright (1965) considera que como característica heredada los Ñadis, se encuentra el substratum aluvial cuya superficie estaba parcialmente cementada antes que la ceniza se hubiese depositado o se cementó rápidamente con sílice durante las etapas iniciales de las cenizas. Esta última opción parece más probable.

Entre las características adquiridas de los Ñadis se tienen (Besoain, 1985):

- la rápida alteración de las cenizas volcánicas a alofán e imogolita y el desarrollo de óxidos cristalinos de Fe y Al;
- una lixiviación moderada a fuerte, condicionada por la acumulación de humus crudo u hojarasca ácida en la superficie de los Ñadis más australes, con la formación correspondiente de bandas de óxidos en regiones de discontinuidad textural del subsuelo, y
- fuertes condiciones reductoras desarrolladas cuando los suelos están saturados con un exceso de lluvia.

Es evidente que en los Ñadis existen condiciones reductoras fuertes, pese a lo cual no desarrollan, usualmente, la morfología característica de los suelos Gley; los subsuelos exhiben moteados escasos y no muestran nunca el color gris verdoso o gris azulado que se desarrolla bajo la acción de condiciones reductoras en los suelos no-volcánicos (Besoain, 1985).

Además de su posición topográfica plana, en la génesis de los Ñadis ha sido determinante, 1) la cementación de la parte superior del substrato y 2) la formación del horizonte plácico o "fierrillo" (Besoain, 1985).

El substrato fluvio-glacial consiste en un depósito de piedras redondeadas, frescas, mezcladas con grava y arena gruesa, cementadas más o menos firmemente, por un cemento gris amarillento. El extremo superior del substrato limita con el horizonte plácico del suelo (Besoain, 1985).

Es probable que este cemento haya comenzado a formarse con anterioridad a la depositación de las cenizas, por alteración de la fase arenosa del substrato; sin embargo, las depositaciones iniciales de cenizas, contribuyeron a llenar y sellar la matriz arenosa, lo que creó una condición de impedimento al drenaje del agua (Besoain, 1985).

El "fierrillo" se identifica con un horizonte plácido, un pan férrico, laminado, de 2 a 4 mm de espesor, de color amarillo rojizo, pardo fuerte o negro, muy duro, frágil, impermeable o lentamente permeable e impenetrable por las raíces. Se extiende como una capa continua en la parte inferior del suelo directamente en contacto con el substrato. La observación microscópica revela una fina estratificación en la lámina, lo que supone una formación por sucesivas depositaciones de material férrico en el curso del tiempo. No contiene componentes orgánicos (Besoain, 1985).

La génesis del "fierrillo" no es clara; en todo caso, es evidente que se trata de un proceso de acumulación de hierro, sílice y alúmina producido con posterioridad a la cementación del substrato, con participación de procesos inorgánicos y orgánicos (Besoain, 1985).

1.2.4 Características morfológicas y físicas.

Los Ñadis se han desarrollado de cenizas volcánicas idénticas a las que originaron los trumaos, pero depositadas sobre topografías planas a levemente onduladas de sedimentos de origen fluvial o fluvioglacial. Son suelos delgados, cuya profundidad es variable, de 30 a 80 cm. Tienen una densidad aparente muy baja, de 0.4 a 0.6 gr/cm^3. Durante los meses de invierno el nivel freático suele alcanzar la superficie. El suelo es a veces francamente esponjoso, turboso, y deja filtrar lentamente el agua en profundidad. La estructura del suelo, definitivamente granular, está desarrollada más fuertemente que en el subsuelo, y cuando se seca, adopta la forma de prismas bien desarrollados (Besoain, 1985).

Las texturas son más pesadas en profundidad, pero hay ocasiones en que el depósito superficial es el más denso de todo el perfil, incluso que la estrata arcillosa densa que se encuentra sobre el fierrillo. La estructura del suelo está perfectamente definida en las estratas más superficiales, en profundidad la estructura se manifiesta al disminuir la cantidad de humedad excesiva del suelo; la estructura es granular en la superficie, de bloques subangulares primero y luego prismática en profundidad. El peso del volúmen es muy bajo y fluctúa entre 0,4 y 0,5 como máximo, la capacidad de retención de agua es muy alta variando entre 100 y 150% del peso seco y aumenta en profundidad; en el subsuelo el peso del volúmen siempre es muy reducida entre 0,5 y 0,6; la capacidad de retención de agua es más alta y varía entre 150 y 200% de su peso seco, pero disminuye antes de alcanzar el substratum (Alcayaga, 1966).

Pese a los problemas de drenaje, el moteado en los Ñadis, tanto en el suelo como en el subsuelo, es mas bien incipiente. Sin embargo, un rasgo característico es la presencia de una fina pero generalmente continua capa cementada, de algunos milímetros de espesor, de óxidos de hierro, manganeso y sílice en la zona de contacto con el substratum glacial o fluvioglacial. Este depósito, muy duro, de color pardo oscuro llamado "fierrillo" es responsable, en gran medida, de los problemas de drenaje.

La mayoría de las veces esta fina cubierta férrica está incluida en una zona, de varioa centímetros de grosor, enriquecidos por óxidos de hierro. Usualmente, inmediatamente bajo la capa de "fierrillo" y consolidando las arenas y gravas superficiales del substratum, se encuentra un cemento duro, de color blanco amarillento (Besoain, 1985).

El substrato fluvio-glacial, cuyo extremo superior limita con el "fierrillo", consiste en un depósito de piedras redondeadas, frescas, mezcladas con gravas y arena gruesa, cementadas mas o menos firmemente, por un cemento gris amarillento (Besoain, 1985).

El arraigamiento de las plantas está controlado por la profundidad en que se presenta la estrata de arcilla densa que impide totalmente la penetración de las raíces, incluso cuando el suelo se encuentra drenado. Ocasionalmente, se observan raíces en los primeros 10 cm de esta estrata arcillosa o bien, las raíces penetran por fracturas o grietas que se producen cuando el suelo se seca en Verano, estas raíces mueren cuando se inician las lluvias y se forma un nivel freático que se mantiene en el suelo durante 6 meses como mínimo en los suelos de ñadis (Alcayaga, 1966).

Diaz Vial y colaboradores (1958), en suelos Ñadi Frutillar, con el objeto de efectuar un reconocimiento del subsuelo hicieron numerosos pozos de exploración, pudiendo comprobarse que la compactación del substratum alcanzaba una profundidad bastante mayor que lo esperado, puesto que hasta los 2 metros, las arenas y gravas aun se encuentran fuertemente compactadas e impiden un adecuado drenaje en profundidad.

Diaz Vial y colaboradores (1958), en suelos Ñadi Frutillar, hicieron una serie de calicatas con objeto de medir la infiltración en el subsuelo. Esto se vió entorpecido por el hecho que la mayor parte de los hoyos se llenaban rápidamente de agua. Pero de todos modos, se pudo apreciar que la infiltración fue prácticamente nula.

1.2.5 Características químicas y de fertilidad.

El contenido de materia orgánica es muy alto, superior a 20% en la superficie y disminuye en profundidad hasta alcanzar un 2 a 5% en la estrata más profunda. El ph del suelo es extraordinariamente ácido en la superficie (ph 4,0-4,5) y aumenta en profundidad haciéndose moderadamente ácido (ph 5,5-5,8) en las estratas más profundas. La capacidad total de intercambio catiónico es alta, alrededor de 40 me/100 gr. El porcentaje de saturación de bases es muy bajo, siendo de un 20 a 30% en el horizonte superficial, reduciéndose considerablemente en profundidad, a valores de un 2 a 5%. El Calcio y el Magnesio de intercambio son bajos, generalmente inferiores a 5 me/100 gr en el caso del Calcio y de 1 me/100 gr en el caso del magnesio. La relación Carbono-Nitrógeno es más estrecha de lo que podría pensarse para suelos de un alto contenido de de Carbono, manteniéndose entre 1:10 y 1:14. La capacidad de fijación de fósforo es extraordinariamente alta y fluctúa entre 18.000 a 20.000 Kg P_2O_5/ha. El aluminio de cambio del suelo es bastante elevado, tiene una media de 80 ppm en la superficie y se reduce considerablemente en el subsuelo a menos de 30 ppm (Alcayaga, 1966).

La fertilidad de los suelos es moderada a baja, siendo el fósforo el elemento más crítico; sin fósforo es imposible obtener una cosecha adecuada e incluso las praderas naturales muestran limitaciones de crecimiento. El Calcio es también un elemento crítico, especialmente cuando se usa fósforo, y ello se va reflejando en los ph que son extraordinariamente ácidos, especialmente en la superficie del suelo; al parecer existe una pequeña interacción Fósforo-Calcio (Alcayaga, 1966).

El Potasio no es un elemento cuya aplicación sea indispensable y ello es común a todos los suelos derivados de cenizas volcánicas, siempre que sus texturas no sean excesivamente arenosas. El Nitrógeno es un elemento indispensable si se quiere obtener cosechas de altos rendimientos o para tener un crecimiento invernal de la pradera, ya que el ciclo de descomposición de la materia orgánica se realiza en

forma tal, que en los períodos de crecimiento de las plantas no existen cantidades de Nitrógeno asimilable que les permitan un desarrollo adecuado (Alcayaga, 1966).

1.2.6 Vegetación.

La vegetación natural está compuesta por un bosque de segundo crecimiento y en parte por un matorral bajo o bosque de tercer crecimiento, quedando en las partes limpias el suelo cubierto por una vegetación herbácea (Díaz y colaboradores, 1958).

Alcayaga (1964), citando a CORFO (1950), indica que la vegetación natural (7) de los ñadis está constituída por un bosque de escaso desarrollo, generalmente de 3 a 8 m de altura y cuyo piso bajo está formado por arbustos de 0,60 a 1,50 m de altura, que presentan una mayor densidad que los árboles mismos; la superficie del suelo dentro del bosque está constituída por una pradera en que predominan las gramíneas.

Alcayaga (1964), citando a Perez (1958), indica que la vegetación boscosa que cubre los ñadis es relativamente reciente, los alerces que son los árboles más antiguos tienen entre 2.500 y 2.800 años como mínimo, el resto de la vegetación tiene menos de 1.500 años. Hay sectores importantes que carecían de vegetación arborea a la llegada de los españoles a Chile, e incluso algunos sectores, que no poseían bosques a la llegada de los primeros colonos alemanes en 1852.

Vegetación arborea y arbustiva.

Actualmente, gran parte de los suelos con características de Ñadi aún permanecen cubiertos por bosque natural, cuyas principales especies son las que se indican a continuación (Teuber, 1988):

Arboles:

Ulmo	: Eucryphia cordifolia Cav.
Coigüe	: Nothofagus dombeyi (Mirb.) Blume.
Roble	: Nothofagus obliqua (Mirb.) Blume.
Laurel	: Laurelia sempervirens (R. et Pav.) Tul.
Canelo	: Drimys winteri Forst.
Avellano	: Gevuina avellana Moi.
Alerce	: Fitzroya cupressoides (Mol.) Johnst.
Notro o ciruelillo	: Embrotrium coccineum Forst.

Arbustos:

Arrayán	: Myrceugenia apiculata (DC) Ndz.
Luma	: Amomyrtus luma (Mol) legr. et Kaus.
Maqui	: Aristotelia chilensis (Mol) Stuntz.
Tepú	: Tepualita stipularis (Hook et Arn.)
Zarza-parrilla	: Ribes magellanicum Poir.
Meli	: Myrtus meli L.
Tineo, palo santo	: Weinmannia trichosperma Cav.

Matorral:

Quila de Ñadi	: Chusquea uliginosa L.
Quila común	: Chusquea quila (Mol.).
Colihue	: Chusquea coleou.

Pradera naturalizada.

La pradera naturalizada que crece en las distintas series de suelos Ñadi ha sido poco estudiada, pero, en general, es frecuente encontrar las mismas especies vegetales en todas las series (Teuber, 1988).

Alrededor del 65% de las especies que forman la pradera natural del Ñadi serie Frutillar lo constituyen Agrostis tenuis y Holcus lanatus. El 12% es aportado por el grupo denominado "malezas de hoja ancha" (Hypochoeris radicata, Rumex acetosella y Plantago lanceolata, principalmente) (Teuber, 1988).

Cuando la pradera se mantiene en descanso por un período muy largo, aumenta la cantidad de tejido muerto, lo que puede disminuir si se aumenta la frecuencia de utilización de la pradera y se reduce la altura de residuo (Teuber, 1988).

Las praderas que crecen en suelos Ñadi presentan porcentajes variables de Juncus sp. (junquillo), dependiendo del tipo de explotación que se realiza. Cuando el suelo se dedica a la producción de cultivos anuales, la incidencia de Juncus sp. es mínima, pero cuando la pradera naturalizada se maneja con baja carga animal o sin ganado; esta planta puede llegar a cubrir hasta el 100% de la superficie (Teuber, 1988).

1.2.7 Superficie de suelos Ñadis en la Xa. Región.

Se señaló anteriormente que existen 324.303 ha de suelos Ñadis en la Décima Región, que representan un 18,9% de los suelos con aptitud agropecuaria de la Décima Región.

En el Cuadro 2 se muestra la distribución de esta superficie de suelos Ñadis por Provincia y por Serie de Suelo.

Cuadro 2. Superficie de suelos Ñadis por provincia y serie de suelo en la Décima Región (ha)

SERIE DE SUELO	PROVINCIA					
	VALDIVIA	OSORNO	LLANQUIHUE	CHILOE	TOTAL	%
Paillaco	9.045	---	---	---	9.045	2,8%
Lancopán	9.771	3.014	---	---	12.785	3,9%
Huiti	11.836	18.251	---	---	30.087	9,3%
Frutillar	---	60.179	43.718	---	103.897	32,0%
Llanquihue	---	---	8.728	---	8.728	2,7%
ND (*)	---	---	39.380	---	39.380	12,1%
Alerce	---	---	29.283	---	29.283	9,0%
Maullín	---	---	27.937	515	28.452	8,8%
Caulín	---	---	---	3.014	3.014	0,9%
Calonje	---	---	---	50.195	50.195	15,5%
Huei-Hue	---	---	---	2.602	2.602	0,8%
Piruquina	---	---	---	6.835	6.835	2,1%
TOTAL	30.652	81.444	149.046	63.161	324.303	100,0%
%	9,5%	25,1%	46,0%	19,5%	100,0%	

FUENTE : INIA-Remehue, Programa Fertilidad de Suelos.
Obtenido del Proyecto Aerofotogramétrico OEA-BID, 1961.
(*) : ND = Ñadi Indiferenciado.

De las cifras del Cuadro 2 es importante destacar dos estadísticas sobresalientes:

1) El 46% de los suelos Ñadis está concentrado en la Provincia de Llanquihue, que presenta una superficie de 149.046 ha de estos suelos.

2) La serie de suelo más importante es la Serie Frutillar, que posee una superficie de 103.897 ha, representando un 32% del total de los suelos Ñadis de la Décima Región.

1.3 EL ÑADI FRUTILLAR.

1.3.1 Antecedentes históricos de su reconocimiento.

Narbona (1964), en una Mesa Redonda de Suelos Volcánicos realizada en Valdivia por la Sociedad Agronómica de Chile, presenta una clara relación sobre el reconocimiento y descripción de la Serie Ñadi Frutillar, por lo que se presentan citas textuales de este trabajo en los párrafos siguientes:

El suelo Frutillar es el ñadi más importante en las provincias de Osorno y Llanquihue y como tal fue reconocido desde los primeros estudios de suelos efectuados; en esos estudios, ocupaba una superficie de 108.625 hectáreas (20% del área estudiada).

La primera descripción de este suelo data del año 1946 (Rodriguez y Cornejo, 1950). El trabajo se realizó en escala 1:500.000.

En este reconocimiento se describió la serie Frutillar como un suelo de topografía muy plana, moderadamente profundo (80 cm), de nivel freático superficial (40 cm), de perfil denso y reacción fuertemente ácida. Presenta un primer horizonte orgánico de color negro, descansando sobre un horizonte de textura media, color gris parduzco y reacción moderadamente ácida. Bajo los 30 cm la textura es moderadamente pesada (franco arcillosa) y el color gris parduzco claro. Desde los 50 cm en profundidad es de color pardo ligeramete amarillo, textura arcillosa y con abundantes elementos férricos hidratados y reducidos de color amarillento rojizo. Bajo los 80 cm aparece el substratum cementado, llamado comúnmente "fierrillo", impermeable.

Si bien se trata de una descripción incompleta, ello se explica por los conocimientos de suelos que se tenían en esa época y la falta de medios materiales existentes (tabla de colores Munsell, por ejemplo), los antecedentes expuestos nos están demostrando cuales fueron las características que los autores del reconocimiento utilizaron para individualizar este suelo. Se llamó Frutillar a un suelo de drenaje deficiente, de topografía muy plana, por lo tanto, de difícil drenaje artificial, y por consiguiente, y esto es lo más importante, con medidas de conservación definidas y un uso agrícola determinado.

En el año 1953-54, se efectuó un reconocimiento de suelos detallado, en escala 1:20.000, en la provincia de Llanquihue, en el área Pellines-Frutillar con el objeto de estudiar una zona tipo para evaluar el valor potencial de los ñadis y su posible habilitación agrícola sobre una base económica adecuada. Abarcó una superficie de 17.246, 2 hectáreas de las cuales, 5.425,2 hectáreas se clasificaron como ñadi Frutillar. Cabe mencionar que esta superficie está comprendida en las 108.625 hectáreas ya mencionadas anteriormente.

Por tratarse de un estudio detallado y no generalizado como el primero, se tuvieron a mano mayores antecedentes para llegar a establecer mejor el pefil representativo de la serie y sus características externas. Se le describió (Alcayaga,1958) como un suelo moderadamente profundo (80 cm) de topografía plana, pendiente 0 a 2% y drenaje pobre.

Las características internas del perfil se refieren a un suelo de texturas moderadamente liviana en la superficie a media hasta los 55 cm. y de color pardo muy obscuro en los primeros 20 cm y pardo obscuro hasta los 50 cm; en profundidad es de textura moderadamente pesada y de colores que van del pardo al pardo amarillento obscuro.

Hay que señalar que estas descripciones se hicieron careciendo de tabla de colores.

Aunque ambas difieren en ciertas características, las dos están muy próximas respecto a utilización y las diferentes sólo tienen importancia con respecto a fijar el perfil típico, ya que sus características físicas están de acuerdo con la representación media del suelo, porque no debe olvidarse que las series de suelos son una abstracción mental y no una descripción del perfil del suelo en un punto determinado de la topografía, como han creído algunos especialistas en suelos.

Lo dicho toma más importancia al considerarse otras descripciones efectuadas posteriormente. En 1958 (Díaz y colaboradores, 1958), se realizó una reactualización de las descripciones de las series de suelos en las provincias de Osorno y Llanquihue; de ella, resultó un suelo Frutillar muy distinto a lo ya conocido anteriormente. Se describió como un suelo de texturas medias (franco limoso) hasta los 60 cm y moderadamente pesadas (franco arcillo limosa) en profundidad, pero de colores obscuro (7,5 YR 3/2) a partir de los 20 hasta los 40 cm y pardo rojizo obscuro (5 YR 3/3) en profundidad hasta los 60 cm. Como se ve se pasó de un suelo de color pardo grisáceo a pardo obscuro a otro de "hue" rojiza; esto significa que la descripción fue hecha en una topografía más alta dentro del paisaje y por ende, el suelo tenía mejor drenaje. Se hace esta afirmación basada en el conocimiento actual de los suelos de ñadis. Es así, que en todas aquellas áreas de suelos ñadis, los sectores más altos de la topografía están ocupados por suelos de drenaje moderadamente bueno a bueno y que muestran principalmente colores pardo a rojizos (7.5 YR a 5 YR) y que corresponden a suelos de diferente comportamiento respecto a uso y clasificación.

El defecto de generalizar una descripción de un punto a toda un área trae por consecuencia la pérdida del criterio original que se tenía de la serie Frutillar y a que el cambio no ha respetado la realidad del terreno.

Lo mismo sucede con la descripción realizada por Charles Wright, experto en suelos de FAO que eligió el mismo sitio de la descripción anterior debido al desconocimiento que tenía del área y de las características del suelo Frutillar.

En el año 1962, al efectuarse la "Leyenda descriptiva" de los suelos de ñadis se consideró como una cosa imprescindible respetar el criterio primitivo y denominar suelo Frutillar a un suelo de topografía plana con microrelieve, moderadamente profundo, de color negro (10 YR 2/1) en la superficie y pardo muy obscuro (10 YR 4/3) hasta los 32 cm. En profundidad pardo amarillento (10 YR 5/4) y de texturas moderadamente pesadas descansando sobre un material de textura pesada. Corresponde pues, a un suelo de características muy similares a las ya descritas en el estudio Pellines-Frutillar del año 1953-54, con las mismas características de drenaje y de uso similar.

Otra descripción de esta Serie corresponde a la efectuada en el estudio hecho por el Proyecto Aerofotogramétrico en mapas de escala 1:20.000, el año 1963.

En la descripción correspondiente se hace notar que se trata de un suelo de drenaje imperfecto que ocupa una topografía plana o de lomajes suaves, generalmente en posiciones bajas. De texturas medias y colores descansando sobre un horizonte de textura franco arenosa fina y de color pardo amarilleno obscuro. Salta a la vista que el punto elegido para la descripción no corresponde a los criterios usados anteriormente y se mezclan suelos que ocupan posiciones planas bajas con suelos de lomajes suaves que corresponden a series distintas, con características de drenaje diverso y con un uso y manejo agrícola diferente, hechos de importancia vital para cualquier proyecto de planificación zonal o utilización predial de acuerdo a la escala a que se efectuó el estudio.

1.3.2 Importancia regional del Ñadi Frutillar.

La Serie Frutillar corresponde a un típico ñadi del Sur de Chile. Sin embargo, posee varias características que lo destacan como la mejor serie de suelo dentro de todos los ñadis, calificándose como el ñadi que posee la mayor prioridad para invertir en obras de drenaje.

En términos generales, estas características son:

1) Dentro de los Ñadis, es el que posee un mayor potencial productivo, lo cual ha sido demostrado por investigaciones de INIA en la zona y que es reconocido por los agricultores y agrónomos de la región.

   Este mayor potencial se debe fundamentalmente a su profundidad de suelo, que según Mella y Kühne (1985), corresponde a 50-80 cm. Estos mismos autores, señalan que es el ñadi en que se han efectuado mayores obras en habilitación de suelos debido a su mayor potencial agrícola en relación a otros ñadis.

   Este mayor potencial productivo resulta, obviamente, en una mayor respuesta económica a la inversión en obras de drenaje.

2) Es el ñadi que posee la mayor superficie, que son 103.897 ha (Ver Cuadro 2), las cuales no se presentan en forma dispersa, sino que agrupadas en las Provincias de Osorno y Llanquihue, en un sector bastante definido y delimitado.

   Esta situación tiene la ventaja de dar un mayor grado de eficiencia a la construcción y funcionamiento de una macrored de drenaje en la zona. Además, por esta gran superficie, es lícito suponer los beneficios de una economía de escala en el impacto económico del mejoramiento productivo de la zona.

3) La base social de agricultores corresponde a propietarios pequeños y medianos, muchos de los cuales cuentan con organizaciones recientes o que datan de muchos años. Gran parte de los agricultores de la región se encuentran adheridos a la Cooperativa Agrícola de Frutillar Alto (CAFRA), la cual es una de las más antiguas de la zona y cuenta con un muy buen nivel de organización y funcionamiento.

   Esto es importante, pues permitiría facilitar el concurso de aportes de los agricultores a la ejecución de un macroproyecto en la zona y también permitiría organizar en forma más expedita la eventual administración y mantención de obras e infraestructura de drenaje.

4) Su ubicación geográfica es ventajosa, ya que se encuentra cercano a varias localidades importantes, como Osorno, Purranque, Frutillar, Llanquihue y Puerto Montt, y cuenta con una red vial expedita y en buen estado, lo cual permite un satisfactorio flujo para la compra de insumos y la comercialización de productos.

1.4 DRENAJE DE SUELOS ÑADIS.

1.4.1 Características del problema de drenaje.

Por los antecedentes anteriores, podemos afirmar que los suelos Ñadis poseen características muy propias, que provocan una situación generalizada de mal drenaje durante gran parte del año.

Estas características son:

1) Topografía plana, que reduce el escurrimiento superficial de las aguas.

2) Suelos delgados y con presencia de una estrata impermeable continua ("fierrillo) y un substrato fluvio-glacial cementado, que provoca un drenaje interno muy pobre.

3) Cauces presentes en baja densidad, de sección reducida y obstruídos, que impiden una expedita evacuación de las aguas de drenaje.

Esta percepción del problema es coincidente por lo expresado por Diaz Vial y colaboradores, en 1958, quienes señalan: "Las abundantes precipitaciones invernales saturan rápidamente este suelo, por ser el drenaje casi nulo, tanto el interno por las características del perfil, como el externo debido a la topografía plana. Los sectores más bajos suelen quedar cubiertos de agua por tiempos relativamente largos".

Es importante poner énfasis en que esta situación de mal drenaje se presenta en forma generalizada en toda la extensión que ocupan estos suelos, lo cual impide que esfuerzos individuales de agricultores tengan el éxito requerido, y obliga a enfrentar el problema mediante una macrored de drenaje para una real solución.

1.4.2 Drenaje intrapredial.

Anteriormente, se ha precisado que en los Ñadis ocurre una situación generalizada de mal drenaje, lo cual obliga a enfrentar el problema a través de una macrored de drenaje extrapredial para una efectiva solución.

Esta red extrapredial se complementaría con la solución predial existente, la cual consiste en una red de drenes topo, en combinación con una zanja que actúa como recolectora y evacuadora. Esta tecnología

predial se utiliza con bastante éxito en la zona, sobretodo en aquellos predios que cuentan con una posibilidad de evacuación de sus aguas en un cauce próximo a ellos.

No obstante el conocimiento y utilización de esta tecnología predial, la construcción de una macrored requerirá el mejoramiento y la optimización técnica de los parámetros de construcción y normas de manejo de los sistemas de drenaje intrapredial.

Los drenes topo son galerías subterráneas de aproximadamente 7,5 cm de diámetro, construidas en el interior del suelo, rodeadas de fisuras periféricas.

Las fisuras periféricas que rodean la galería recolectan los excedentes hídricos acumulados en la zona radicular, y por lo tanto, estas fisuras son la clave del éxito del funcionamiento de dichos drenes.

El implemento utilizado para construir los "drenes topo", se conoce con el nombre de "arado topo". En el Sur de Chile, es una maquinaria de uso frecuente en aquellos predios con limitaciones de mal drenaje, existiendo una gran diversidad de tipos y adaptaciones de dicho implemento.

Este implemento consta básicamente de una barra de tiro, una hoja subsoladora, un cilindro de penetración o "torpedo", un balín expandidor y un par de patines estabilizadores frontales, que puede ser accionado mediante tracción mecánica o animal.

Las fisuras periféricas que rodean la galería recolectan los excedentes hídricos acumulados en la zona radicular, y por lo tanto, estas fisuras son la clave del éxito del funcionamiento de dichos drenes.

Al realizar la labor, estas grietas periféricas son producto de la acción de la hoja subsoladora y el balín expandidor del impacto sobre el suelo. Además, es de vital importancia la linealidad longitudinal de la galería, lo que facilita el obtener una pendiente uniforme y una menor rugosidad interna, permitiendo maximizar el caudal que descargan estos drenes.

Estas dos características, se obtienen por una parte, con el uso de un adecuado implemento para la construcción de los drenes, y por otro lado, se requiere considerar normas para la correcta ejecución de la labor.

El uso de esta técnica ya ha sido reportado por Diaz Vial y colaboradores, en 1958, quienes señalan: "Los agricultores han abordado el problema del saneamiento del área mediante una red de drenes abiertos y tapados, complementados por drenaje del subsuelo, llamado localmente "topo"; los resultados han sido siempre muy halagadores, puesto que son fáciles de apreciar por el incremento en los rendimientos en los diferentes cultivos".

Diaz Vial y colaboradores (1958), realizaron experiencias con explosivos para probar su efectividad como método de drenaje en suelos Ñadi Frutillar, pero los resultados fueron negativos, como se concluye de las siguientes citas textuales:

"El uso de explosivos en las experiencias realizadas quedó reducido al empleo de dinamita ya que se descartó la pólvora porque el agua llenaba los pozos en muy poco tiempo y era imposible hacer el destase para colocar este explosivo. Tampoco fué posible hacer en debida forma los tacos porque la tierra estaba excesivamente húmeda. Los tiros que se intentaron sin destase, con taco deficiente no dieron resultado; por otra parte, la pólvora se mojaba con facilidad a pesar de estar envuelta en papel betunoide e impermeabilizadas las junturas con cera derretida".

"Analizando los resultados obtenidos se puede decir que el empleo de explosivos para obtener un drenaje adecuado de estos suelos, puede quedar descartado, salvo en casos muy especiales y que no tendría mayor importancia en el área estudiada".

"Posiblemente al efectuar estas mismas experiencias en verano se podría lograr un mejor efecto en el agrietamiento del fierrillo y del subsuelo, pero las condiciones de exceso de humedad en invierno se traducirán en un arrastre de elementos finos y gruesos que cerrarán las grietas rápidamente y se perderá el trabajo realizado. Por otra parte, el radio de acción de los explosivos fué muy reducido ya que no pasó de uno a dos metros".

1.4.3 Drenaje extrapredial.

Se ha señalado anteriormente, que a pesar de que existe una tecnología concreta y evaluada para la solución del problema de drenaje a nivel predial, la efectividad de esta técnica se ve seriamente limitada por la inexistencia de una macrored de drenaje extrapredial, la cual debería conducir y evacuar las aguas prediales de drenaje a cauces naturales de descarga.

Esta situación descrita es lo que en la práctica ha impedido la solución del problema en el área, y es por esta razón por lo que se plantea que es indispensable la construcción de una macrored de drenes extraprediales para la solución definitiva del problema de drenaje en el área de los suelos Ñadis.

Este planteamiento es compartido por los agricultores y los profesionales que conocen esta área y también es indicada muy claramente en los estudios realizados en esta zona, como el efectuado por Díaz Vial y colaboradores, en 1958, quienes señalan textualmente: "Con respecto al drenaje de la zona, todos los agricultores se han preocupado de eliminar el exceso de agua de sus predios; las medidas tomadas no han sido del todo efectivas, porque no existe un sistema de drenaje coordinado, aunque, los trabajos efectuados han permitido el cultivo de áreas que hasta hace pocos años eran verdaderos pantanos. Les ha faltado una asistencia técnica adecuada para encauzar sus esfuerzos y los capitales a fin de obtener mejores resultados".

Existe entonces, un amplio acuerdo en que los métodos de drenaje predial de los Ñadis, aún siendo adecuados, son insuficientes por sí solos, y requieren necesariamente de una macrored de drenes extraprediales, ya que los problemas de exceso de agua son de gran magnitud, se presentan en extensas zonas en forma generalizada, y la red hidrológica natural es de muy baja densidad de cauces.

1.5 DRENAJE DE TRUMAOS DE LOMAJE.

1.5.1 Drenaje de depresiones localizadas o "hualves".

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.

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 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.

1.5.2 Drenaje de terrazas fluviales recientes o "vegas".

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.

1.6 SUPERFICIE ACTUALMENTE DRENADA.

No existen cifras publicadas de la superficie actualmente drenada, ya que, a diferencia de lo que ocurre con la superficie de riego, en el Censo Agrícola no se registra la superficie que ha sido incorporada con prácticas de drenaje.

Por lo tanto, para analizar la participación regional de superficie drenada, se utilizará la información disponible en la Comisión Nacional de Riego.

En el Cuadro 3, se presenta la estadística de Proyectos de Drenaje construídos en la Décima Región y su comparación con el resto del país.

Cuadro 3. Proyectos de drenaje en la Ley 18.450 por región desde 1986 al 30/11/98.

	N° Proyectos	N° predios Benef.	Costo Total (U.F.)	Bonificación Aprobada (U.F.)	Superficie Física (ha)	Costo / Sup. (U.F. / ha)
Décima Región	26	293	105.558	74.034	6.511	16,2
Otras Regiones	226	529	720.662	416.932	9.758	73,9
Total País	**252**	**822**	**826.220**	**490.966**	**16.269**	-----
% Regional	**10 %**	**36 %**	**13 %**	**15 %**	**40 %**	----

Fuente : C. N. R.

Del cuadro anterior, lo más importante de destacar en relación a los proyectos de la Décima Región, en comparación con el total del país, es lo siguiente:

- Se ha beneficiado una alta cantidad de predios (36% del total del país), lo que indica que los proyectos de drenaje en la Xa. Región son de tipo comunitario, agrupando a predios colindantes, y por lo tanto, **tienen un importante impacto social, al beneficiar a un mayor número de personas.**

- **Los proyectos de drenaje de la Décima Región son de más bajo costo**, ya que el costo total de los proyectos no supera el 13 % del total invertido en el país, y el costo por hectárea habilitada es ostensiblemente menor que en el resto del país.

- La superficie física habilitada en la Décima Región alcanza al 40% del total del país, es decir, **los proyectos realizados incorporan grandes extensiones de suelo.**

Las cifras y el análisis anterior indican claramente el **liderazgo regional en el desarrollo del drenaje**, pero es evidente que a la luz de las cifras de superficie afectada, aún queda pendiente una tarea de inmensa envergadura.

1.7 SUPERFICIE POTENCIAL DE PROYECTOS FACTIBLES.

Se empleará la información generada por la Consultoría "Programa de Recuperación y Rehabilitación de tierras con riego y drenaje en las Regiones IX y X", financiada por BID/Mideplan y contratada por la Dirección de Obras Hidráulicas del M.O.P. al Consoricio Ayala Cabrera y Asociados.

En esta Consultoría se invirtieron cuantiosos recursos del Estado, que fueron utilizados para realizar una acabado estudio de la situación del drenaje a nivel de la IX y X Regiones, y como producto, se generaron áreas de proyectos a nivel de prefactibilidad.

En este estudio se definieron sectores con problemas de drenaje en forma preliminar, por un total de 406.000 há en la Xª Región y posteriormente de este total se seleccionó alrededor de 80.000 hectáreas para ser estudiadas a nivel de perfil.

Para esta selección se designó un factor de ponderación para diversos atributos y se evaluó cada uno de acuerdo con una escala numérica y una graduación descriptiva. Los atributos considerados para cada sector son los siguientes:

- Factibilidad Técnica y Efectiva de un Sistema de Drenaje. Factor de Ponderación: 25%.
- Impacto Productivo del proyecto. Factor de Ponderación: 25%.
- Condiciones socioeconómicas de los Beneficiarios. Factor de Ponderación: 25%.
- Externalidades del Proyecto de Drenaje. Factor de ponderación: 18%.
- Eventual Dependencia del Riego al Drenar. Factor de Ponderación: 7%.

A partir de estos criterios se definieron 10 proyectos que fueron estudiados a nivel de perfil.

- Frutillar Norte : 11.724 há.
- Frutillar Sur : 9.304 há.
- Chiqueros Cachillahue : 10.158 há.
- Llollelhue : 18.935 há.
- Panqueco : 877 há.
- Ralitrán : 2.497 há.
- Cancura Rupanco : 9.853 há.
- Maullín : 1.982 há.
- Panguipulli : 2.195 há.
- Huiti Piuchén : 14.212 há.

Luego, a partir de los resultados de la evaluación económica de estos proyectos, se ordenaron de mayor a menor rentabilidad, seleccionándose para un estudio a nivel de prefactibilidad, 7 proyectos por un total de alrededor de 28.000 há. Los sectores seleccionados son los siguientes:

- Frutillar Norte : 2.351 há.
- Frutillar Norte La Guacha : 2.440 há.
- Frutillar Sur : 2.726 há.
- Chiqueros Cachillahue : 4.755 há.
- Llollelhue : 4.663 há.
- Cancura Rupanco : 8.268 há.
- Maullín : 3.226 há.

2. DIAGNOSTICO DRENAJE IX REGION.

2.1 ANTECEDENTES GENERALES.

La IX Región de la Araucanía se encuentra entre los 37° 35' y los 39° 37' de latitud sur y desde los 70° 50' de longitud oeste hasta el Océano Pacífico y cubre una superficie aproximada de 31.842,3 km^2.

Se distinguen en el relieve regional: planicies litorales, cordillera de la costa, depresión intermedia, precordillera y cordillera de los andes.

En la región se observa una transición entre los climas de tipo mediterráneo con degradación húmeda y los climas templado lluviosos con influencia oceánica.

En la región de la Araucanía, las principales cuencas hidrográficas que drenan en forma natural al Pacífico son la parte sur de la Cuenca del Bío Bío, la del Imperial, Toltén, parte de la cuenca del río Cruces afluente del Valdivia y por algunas hoyas costeras de menor magnitud como las del río Queule, Moncul y Lago Budi.

La Araucanía se caracteriza por alta ruralidad (38,7%, INE 1993), lo que corresponde a 65.000 explotaciones rurales. En el medio rural se concentra más del 70% de la población indígena Mapuche, en una Región que presenta los mayores indicadores de pobreza del país, con un 36.5% de su población bajo el límite de pobreza, fundamentalmente ligada al sector rural y a la población indígena. La principal actividad productiva de la Región es la actividad agropecuaria con un participación en el PIB Regional superior al 25% en los últimos años y una ocupación del 34,5% del empleo (INE, 1998).

El desarrollo de proyectos de drenaje en la región presenta particularidades respecto de la problemática que se observa en el resto del país. La condición más característica, se encuentra asociada a inundaciones de terrenos planos bajos, producto del desbordamiento del dren natural (río o estero). Esta condición plantea soluciones, en el ámbito de una cuenca o subcuenca.

2.2 CAUSAS DEL PROBLEMA DE DRENAJE EN LA IX REGION.

En términos generales, el drenaje restringido que se produce en un área determinada, se debe a una serie de factores que solos o conjugados dan origen a la situación, estos factores pueden ser las precipitaciones, inundaciones de cauces naturales, riegos deficitarios en zonas más elevadas, suelos, topografía y/o filtraciones subterráneas o subsuperficiales.

Para el caso específico de la novena región, se observan características diferentes, dependiendo del sector de la región que se trate.

En sectores precordilleranos y parte del valle central, el mal drenaje esta asociado a condiciones de suelos arcillosos o con estratos impermeables cercanos a la superficie, con topografía muy plana o compleja generando sectores sin escurrimiento natural.

En los pequeños valles asociados a la cordillera de la costa, especialmente en el sector Mahuidanche, la gran cantidad de agua que captan la subcuencas y microcuencas del área, normalmente no tienen un cauce evacuador con capacidad suficiente para extraer la totalidad de las aguas.

En el sector costero, varias de las cuencas presentan características similares a las recientemente descritas, con el problema adicional de no contar con la superficie desnivel respecto del mar, impidiendo un escurrimiento adecuado, dado que el drenaje natural esta fuertemente condicionado al ciclos de las mareas.

Una de las falencias más evidentes en la novena región, respecto de este tema es que no existen los suficientes conocimientos de las interrelaciones naturales asociadas al desarrollo del drenaje, como tampoco se tienen estudios científicos que caractericen adecuadamente estas áreas. El único estudio de importancia, realizado en esta región, es el denominado "Programa de Recuperación y Rehabilitación de tierras con Riego y drenaje; regiones IX y X", desarrollado para la dirección de Obras Hidráulicas con fondos de Preinversión MIDEPLAN-BID.

Este estudio tenía como principales objetivos identificar y caracterizar un universo inicial de unas 500.000 hás, con diversos grados de problemas de drenaje y a partir de allí, para una superficie de unas 120.000 hás en ambas regiones dimensionar los problemas e identificar a nivel de perfil proyectos específicos de drenaje que resulten atractivos de llevar a cabo. El resultado final en esta etapa es seleccionar los proyectos que resulten técnica y económicamente más convenientes y que totalicen unaS 40.000 hás en ambas regiones.

Para caracterizar las áreas de mal drenaje, se elaboraron fichas con información respecto de, la identificación del sector, pluviometría, distritos agroclimático, cauces principales pertinentes, tipo de suelos y capacidad de uso, origen del problema de drenaje (y su grado de importancia), sistema actual de drenaje, factibilidad de un drenaje efectivo, condiciones socioeconómicas, situación agropecuaria actual, potencialidad productiva (con sistema de drenaje), necesidad de riego al drenar, externalidades y conclusiones.

Respecto de origen del problema, este Estudio identificó las causas, teniendo en cuenta aspectos contenidos en estudios básicos de hidrología y suelos y de acuerdo a las observaciones efectuadas en reconocimientos de terreno. Para efectos de un mejor entendimiento, las principales causas de mal drenaje detectadas por este estudio se pueden dividir en lo siguiente:

a) Asociado a Posición o Característica topográfica desfavorable:
Terrenos planos donde el agua lluvia no tiene suficiente pendiente para escurrir hacia los cauces naturales, terrenos bajos respecto cauces naturales lo que impide la adecuada evacuación del agua lluvia y son áreas expuestas a inundaciones.
Áreas bajas en terrenos de topografía compleja sin adecuada salida del drenaje natural.

b) Asociado a los cauces naturales:
Incapacidad de cauces naturales para evacuar aguas lluvias de importante extensión de áreas por tener cuencas aportantes muy grandes o impedimentos para un flujo correcto.
Situación que en eventos críticos normalmente produce inundaciones a los terrenos planos adyacentes.

c) Asociado a suelos:
Suelos con drenaje interno lento debido a estratas impermeables cercanas a la superficie (Fierrillo, turba, grava cementada), suelos estratificados o de textura pesada que limita el drenaje vertical del suelo y aumenta la escorrentía superficial.

d) Asociado al ciclo de las mareas:
Terrenos bajos cercanos a la desembocadura de la ríos (Toltén, Imperial, Moncul, Queule, Budi), que durante el ciclo de las mareas alteran el tirante hidráulico del río a lo largo del día impidiendo en su posición desfavorable la evacuación de las aguas lluvias de los terrenos ribereños.

e) Efecto Dique de la infraestructura vial:
Terrenos donde las líneas de flujo natural del agua se han interrumpido producto de la ubicación de caminos, con alcantarillas insuficientes o muy malas.

Estas situaciones de mal drenaje, la mayoría de las veces actúan combinadas. Los problemas asociados a cauces naturales se observan en un 63% de los casos analizados, siguiendo en orden decreciente, con un 59,8% drenaje restringido asociado a suelos, 38,9% a topografía, 12,1% marea y 5,2% obras viales.

El origen de la recarga es en su gran mayoría un efecto de las precipitaciones asociado a una recarga externa como inundaciones y/o escorrentía superficial o subsuperficial de zonas más elevadas topográficamente.

Los problemas de drenaje ocasionado por un mal manejo de las aguas de riego, no tienen relevancia significativa, en esta región. Existen pequeñas áreas del valle de Angol, del sistema de riego Allipén, entre otras, pero el estudio MIDEPLAN BID no los consideró y no identificó ninguna área relevante con este problema.

2.3 ÁREAS DE DRENAJE RESTRINGIDO EN LA IX REGION.

Según antecedentes bibliográficos, el MINAGRI (Marco General de la Política Ambiental 1995), estimaba en 83.000 hás de suelos mal drenados considerando como criterio, las clases de drenaje, imperfecta, pobre y muy pobre (Clasificación adoptada por la Sociedad chilena de las Ciencias del Suelo). Sin embargo el estudio MIDEPLAN-BID, detectó que las principales áreas con problemas de drenaje representan una superficie de 167.031 hectáreas, sin considerar varias áreas, como el sector cordillerano de Lonquimay, entre otros.

La mayor parte ubicada en la provincia de Cautín, con un total cercano a las 156.000 hás. En Malleco, se detectó solo el área del sector Purén Lumaco, con algo más de 10.000 hás.

El detalle de las principales áreas de mal drenaje detectadas por el estudio MIDEPLAN-BID y su correspondiente superficie se encuentra resumida en el Cuadro siguiente:

Cuadro 4: Areas de mal drenaje en la IX Región.

NOMBRE SECTOR	SUPERFICIE (HÁS)
Purén Lumaco	10.873
TOTAL MALLECO	**10.873**
Hualpin	5.159
Toltén viejo	4.255
Nueva Toltén Queule	2.400
Fintucue Nueva Tolten	3.623
Boldo Boroa	5.964
Colimán Camahuei	1.138
Boldo y Pichiboldo	3.769
Mahuidanche	5.859
Lastarreas Quitratue	2.785
Quinque	1.390
Melipeuco bajo norte	3.870
Melipeuco bajo sur	1.583
Melipeuco alto	2.151
Galvarino	1.230
Villarrica collico	1.953
Temuco Norte	478
Licanco metrenco	2.011
Moncul	4.622
Ranquilco	1.560
Puerto Saavedra	1.741
Nehuentue	1.087
Pocoyan Ranquicura	1.208
Ranco Collico	931
Cullinco Amuley	616
Temuco Labranza	746
Labranza Nueva Imperial	1.379
Chol Chol Sur	1.596
Chol Chol Sur	935
Chol Chol Norte	3.742
Comuy	6.199
Gorbea	7.722
Radal	8.453
Quepe Boroa	21.752
Lanco Loncoche	6.008
Loncoche Oriente	3.329
Mollocura	1.379
Dollinco	1.095
Chelle	786

Chol Chol Oriente	2.973
Los Laureles	2.382
Las Hortensias	2.899
Muco	10.173
Villarrica Norte	2.230
Pucón	1.776
Teodoro Schmidt Norte	975
Cunco Centro	3.464
Cunco Sur	2.791
TOTAL CAUTIN	**156.158**
TOTAL REGIONAL	**167.031**

La mayor superficie concentrada en la provincia de Cautín, sigue una tendencia en importancia hacia el sur y oeste, geográficamente se pueden dividir en:

- Sector costero (Comunas de Teodoro Schmidt, Saavedra, Carahue y Toltén) con 35.000 hás.
- Valles intramontanos de la cordillera del Mahuidanche (Comunas de Gorbea, Pitrufquén y Loncoche) con 40.000 hás.
- Sectores desarrollados sobre suelos pesados de topografía compleja (Comunas de Temuco, Padre las Casas y Nueva Imperial) con 10.000 hás.
- Sectores de Valle Central (Comunas de Temuco, Freire y Galvarino) con 40.000 hás.
- Sectores cordilleranos y precordilleranos (Comuna de Melipeuco, Cunco, Pucón y Villarrica), con 25.000 hás.

Las áreas seleccionadas para realizar un perfil de proyecto se determinaron sobre la base de la factibilidad técnica (25%), Impacto productivo (25%), Condiciones Socioeconómicas (25%), externalidades del proyecto de drenaje (18%) y la eventual dependencia del riego al drenar (7%). Este análisis llevó a considerar los siguientes sectores (la totalidad de ellas en la provincia de Cautín, en parte porque el área drenable de Purén y Lumaco se desarrollará integralmente con el proyecto de embalses y riego que desarrolla la D.O.H.).

Cuadro 5. Areas de drenaje restringido, con proyecto a nivel de perfil con la valoración económica.

Sector	Sup. Total (há)	Sup. Benef. (há)	VAN MM$ social	TIR (%) social
Nueva Toltén Queule	1.929	1.859	957,0	21.6
Fintucue nueva Toltén	1.795	1.325	550,6	23.2
Boldo pichiboldo	3.770	1.883	-322,9	10.1
Mahuidanche	3.342	3.342	144,7	12.3
Lastarreas Quitratue	2.918	2.853	2.037,2	23.6
Quinque	1.564	1.407	1.123,6	26.2
Melipeuco bajo norte	4.775	3.880	1.077,5	24.8
Melipeuco bajo sur	2.045	1.565	345,4	20.5
Melipeuco alto	2.344	2.079	472,8	20.3
Galvarino	1.289	1.289	970,6	28.1
Villarrica Collico	1.984	1.679	998,6	19.9
Licanco Metrenco	2.560	1.810	-2,52	12.0
Ranquilco	2.084	1.337	756,2	20.6
Puerto Saavedra	1.788	1.632	312,7	15.3
Ranco Collico Calof	1.008	890	353,9	18.0
Labranza Nueva Imperial	1.367	852	497,4	29.5
Gorbea	1.447	1.072	187,4	13.9
Dollinco	1.322	505	231,9	21.4
TOTAL	**39.331**	**31.259**		

Sobre la base de la evaluación económica, características técnicas y condiciones sociales en las áreas drenadas, la Dirección de Obras Hidráulicas en conjunto con el MIDEPLAN, decidieron que los proyectos que tenían mayor posibilidad de desarrollarse y por tanto seleccionados para ser analizados en la etapa de prefactibilidad (significa una superficie de 16.905 hás.) son las siguientes:

a) Lastarreas – Quitratue (2.709 há)

El área del proyecto es atravesada por el río Puyehue o Quitratue, dejando una parte de ella al oriente del río y otra al occidente de este. El área drenable tiene unos 12 Km de largo por 4 de ancho, encontrándose a unos 3 Km de Gorbea y Lastarreas se encuentra dentro del sector. El origen de la condición de drenaje restringido, es la típica condición de un valle intramontano, es decir un cauce natural de evacuación insuficiente para dar salida al aporte de la cuenca.

Existen 2.185 hás con suelos con algún problema de drenaje clasificados en IIw, IIIw, IVw y Vlw (predominan IIIw con 927 hás), que con el desarrollo del proyecto dejarían de tener como limitante esta situación.

La inversión total necesaria alcanza una cifra cercana a los M$1.500 (moneda de diciembre del 98), de las cuales un 70% se invertiría en la limpieza y aumento de sección de los cauces naturales involucrados un 15% en drenes y canales interceptores y un 10% en obras de arte.

La mayor parte de los 130 predios del área, tiene una superficie menor a las 40 hás, con un uso actual dedicado a pastos naturales y vegetación nativa.

La evaluación económica como resultado un TIR social del 14,58%, por lo que cumple los niveles de rentabilidad mínima exigida.

b) Quinque (1.623 há)

El área del proyecto se encuentra en un valle angosto, aislado por cerros que lo rodean. El valle tiene una longitud aproximada de 11 Km y un ancho máximo de 1.5 km. Es atravesado longitudinalmente por el río Quinque. El origen de la situación de mal drenaje tiene básicamente dos motivos, incapacidad del río para evacuar la totalidad de las aguas que aporta la cuenca y una estrata impermeable en el suelo.

Existen 3.739 hás de suelos con algún problema de drenaje clasificados en IIw, IIIw, IVw y VIIw, que podría ser drenados en su gran mayoría.

El costo total de las obras implica una inversión de M$500.000 (moneda de diciembre del 98), que en un 40% se destina a la construcción de drenes y canales, un 35% intervención en el cauce y un 15% en obras de arte.

En este sector se encuentran 123 predios, en su gran mayoría menor de 80 hás, con un uso del suelo básicamente de praderas naturales, papas y vegetación nativa.

La evaluación económica es altamente positiva, obteniendo un TIR social de 19,94%.

Vale la pena mencionar que este sector, ha sido recientemente intervenido con un proyecto a través de la ley de fomento al riego y drenaje, realizándose obras para unas 860 hás con una inversión del orden de los M$200.000.

c) Melipeuco Bajo Norte (3.668 há)

Se encuentra en la cuenca del río Allipén, entre las localidades de Melipeuco y Villa García, el área esta conformada por un valle de 17 Km de longitud y 4,5 Km de ancho máximo. El origen del problema se encuentra en la abundante pluviosidad de la zona, conjugado con la textura y estratificación de los suelos (en algunas partes con presencia de fierrillo).

Unas 2.640 hás se encuentran con problemas severos, con suelos clasificados en IIIw, IVw, Vlw y VIIw (predominando los IIIw con 1.808 hás). Existen 46 predios en el área, pero la mayor superficie la ocupa un solo predio.

La rentabilidad es alta un TIR social del 31,71%, pero dada las características de la distribución de la tierra parece mejor alternativa el uso de la ley de fomento para realizar esta inversión.

d) Villarrica – Collico (1.915 há)

Se encuentra en la cuenca del río Voipir, inmediatamente al sur de Villarrica y entre esta localidad y Calafquén. El sector tiene aproximadamente 15 Km de Oriente a Poniente y 10 Km de Norte a Sur. El origen del mal drenaje se debe básicamente a la presencia de fierrillo y toba en el perfil del suelo combinado con baja capacidad de evacuación del cauce natural.

Los suelos que presentan limitantes de uso atribuibles a la condición de drenaje, con alrededor de 1.442 hás (predominan los suelos VIIw con 761 hás), que con el desarrollo de un eventual proyecto se mejoraría en gran parte.

El monto de la Inversión alcanza a los M$280.000 (moneda de diciembre del 98), en un 65% se invertiría en limpieza e intervención en el cauce y un 35% en la Construcción de drenes.

Este sector tiene 57 predios, de tamaño medio a grande, con superficies menores de 200 hás. El uso actual se restringe a pastos naturales y vegetación nativa.

La rentabilidad de este proyecto supera la rentabilidad mínima exigida que alcanza a 14,57% de TIR social.

e) Galvarino (1.202 há)

El área del proyecto se encuentra en la cuenca del río Quillen. Corresponde a un área de 6 Km de longitud máxima, en sentido oriente occidente y un ancho máximo de 3 Km, atravesada por el río Quillén. El motivo del mal drenaje se debe a las inundaciones del río producto de la posición baja de los suelos respecto de este.

La mayor parte de los suelos del área se encuentran con limitantes de uso atribuibles al drenaje, existen 1.445 hás con suelos clasificados en clases IIw, IIIw, IVw y Vlw (predominan los IIIw con 438 hás y los Ivw con 440 hás), potencialmente mejorables en su mayoría.

La inversión total estimada alcanza a los M$325.000 (moneda de diciembre del 98), que en un 75% se utilizaría en el mejoramiento de la condición de escurrimiento del río Quillen y un 25% en la construcción de drenes y obras de arte.

Existen 89 predios en el área, la mayor parte menores a las 100 hás, con un uso del suelo dedicado básicamente en empastadas y menores proporciones de trigo y papas.

La rentabilidad del proyecto es buena, alcanza un TIR social del 17,89%.

f) Labranza – Nueva Imperial (1.365 há)

El área del proyecto se encuentra en la cuenca del río Cautín. El sector esta constituido por una angosta y larga franja de terrenos que se extiende en forma paralela al río Cautín, tiene aproximadamente 9 Km de longitud, en sentido este oeste y un ancho máximo de 1.5 Km. En el extremo oriental de esta área se encuentra la localidad de Labranza.

Gran parte de los suelos se encuentran bajo drenaje restringido, con clasificaciones Iiw, IIIw, Ivw, Vlw y VIIw (predominan los IIIw con 870 hás), que pueden ser recuperados en su mayoría.

El monto de la inversión alcanza a los M$150.000 (moneda de diciembre del 98), que en un 85% se invierten en mejoramiento e intervención en cauces naturales.

En esta área se encuentran unos 182 predios, la mayoría menor a las 20 hás de propiedad indígena.

La rentabilidad de este proyecto es alta, tiene un TIR social de 24.09%.

g) Melipeuco Alto (2.606 há).

Se encuentra en la cuenca del río Zahuelche, afluente del río Allipén, entre la cordillera de Llancahue y la localidad de Melipeuco. El motivo de la situación se debe a las características de los suelos con drenaje imperfecto, en parte, con presencia de fierrillo. Además de la alta pluviosidad de la zona.

Existen unos 1.963 hás. de suelos con problemas de drenaje, suelos clasificados en IIw, IIIw, IVw, VIw y VIIw (predominan los VIIw con 714 hás), que pueden ser recuperados en buena parte.

El costo de las obras alcanza a los M$150.000 (moneda de diciembre del 98), que en un 75% se utilizaría en la construcción de drenes.

Existen un total de 197 predios, la mayor parte, pequeño (menor a las 40 hás), con un uso actual de pastos y vegetación nativa.

La rentabilidad es interesante, el TIR social alcanza al 22.61%.

h) Boldo - Pichiboldo (1.817 há):

El área de este proyecto se encuentra en la cuenca del río Boldo al este de la localidad del mismo nombre. El origen del problema en esta área está dada fundamentalmente, por la condición de escurrimiento de los cauces y el gran aporte de la cuenca por tratarse de valles intramontanos.

Actualmente los suelos del sector se encuentran severamente afectados por problemas de drenaje. Se han clasificado 1.414 hás en suelos IIIw, IVw, VIw y VIIw (predominan los Ivw con 578 hás), que mejorarían ostensiblemente su capacidad de uso si se desarrolla el proyecto.

El costo total estimado alcanza los M$600.000 (moneda de diciembre del 98), del cual un 50% se utilizaría para la limpieza de cauces naturales (Estero Pichiboldo y Boldo) y un 40% en la construcción de drenes y canales interceptores.

La mayor parte de los predios es de tamaño mediano menores a las 50 hás y actualmente están dedicados a empastadas naturales y vegetación nativa.

La evaluación económica indica bajo los criterios de MIDEPLAN, que el eventual proyecto no es rentable. Tiene un TIR social de 10.09%.

La inversión directa del Estado en drenaje puede realizar asociando estas obras con las grandes obras de riego realizadas a través del Decreto 1.123, sin embargo, las complejidades de desarrollar este tipo de obras, solo se observa al mediano plazo el proyecto de Riego y Drenaje de Purén, Lumaco y Los Sauces.

Lo anterior implica, que la principal herramienta para invertir en drenaje es la Ley 18.450, que nace de la iniciativa privada. De los proyectos mencionados podría aplicarse esta herramienta a los proyectos Labranza – Nueva Imperial y Melipeuco Alto, por los montos inherentes los restantes, solo podrían realizarse por etapas cuando ello sea técnicamente factible.

En el sector Quinque, ya se ha utilizado la ley 18.450, intervenido en parte, con el proyecto de drenaje Botacura que cubre una superficie de 860 hectáreas del área alta de la cuenca.

2.4 DESARROLLO DE PROYECTOS DE DRENAJE EN LA IX REGIÓN.

Si bien en décadas pasadas existieron obras de drenaje construidas por el Estado, que consistían básicamente en el mejoramiento de la sección de cauces naturales para un mayor escurrimiento de las

aguas, en la actualidad, la mayor parte de la inversión se ha realizado a través de la ley de fomento al riego y drenaje. Con esta herramienta se han ejecutado 10 proyectos con un costo total superior a los $1.320 millones, con un aporte del Estado superior al 70% de la inversión total, las obras realizadas con este instrumento de fomento se pueden resumir en el siguiente cuadro:

Cuadro 6. Inversión realizada a través de la Ley de fomento al riego y drenaje en la IX Región.

PROYECTO	COMUNA	SUPERFICIE HA	COSTO UF
ILLAF CUDICO	TEMUCO	46	5.598,37
COLIMAN	TOLTEN	677	11.900,00
CAMAGUEY	TOLTEN	171	722,77
CHANQUIN	TOLTEN	127	4896,44
FINTUCUE	TOLTEN	196	11.052,16
RINCONADA POCOYAN	TOLTEN	40	2.493,05
LAS QUINIENTAS	GORBEA	587	15.662,6
CHACAY	CARAHUE	163	4.374,25
CAYULFE MAITINCO	TOLTEN	304	6970,00
BOTACURA	GORBEA	866	13.416,11
TOTAL		**3177**	**83.584,75**

Esta inversión se ha concentrado entre los años 1994 y 2000, sin embargo, desde el año 1998 no se presentan proyectos nuevos. Esto no es más que un índice de la dificultad inherente a los proyectos de drenaje, es difícil plantear en esta región soluciones individuales o prediales. Las soluciones técnicas van por el camino, de acciones a niveles de subcuenca, por tanto los estudios son más complejos y la mayoría de las veces se requiere además de una evaluación ambiental. También, la realidad socioeconómica de los potenciales beneficiarios y los inciertos resultados de llevar adelante las obras, ha limitado la aplicación de este instrumento.

Por otra parte, la ejecución y operación de estos proyectos, ha mostrado una serie de problemas que han limitado la vida útil de estas obras. No existe un estudio sistemático que identifique las principales causas de esta problemática, sin embargo, la experiencia profesional nos señala que ellas podrían ser las siguientes:

- Inadecuada o inexistente organización de drenantes, lo cual ha significado falta de mantención de las obras, disminuyendo su vida útil.

- Falta de puesta en drenaje de los predios beneficiados por estos proyectos. Normalmente las obras consisten en el mejoramiento de la sección de cauces o la construcción de drenes matrices. La siguiente etapa, donde se requiere evacuar las aguas de los predios, muchas veces no se ha realizado, limitando los beneficios esperados.

- Los proyectos de drenaje desarrollados en áreas con influencia de las mareas en los ríos, solo ha permitido ganar tiempo para las labores agrícolas, pero no han solucionado efectiva y totalmente las causas de mal drenaje. Básicamente, porque las obras proyectadas no son adecuadas para evacuar todas las aguas. La solución técnica requiere de plantas elevadoras, pero por razones de costos operativos, resultan muy onerosas para el beneficio esperado.

- En otros casos, las obras proyectadas normalmente solo toman una sección de una cuenca o subcuenca, cuando las causas del mal drenaje son de la cuenca o subcuenca completa, por tanto, la efectividad del drenaje se encuentra muy limitada.

- Falta de desarrollo productivo. La mayoría de las obras no han significado cambios en estos términos.

- Muy poca capacitación y casi nula aplicación de nuevas propuestas técnicas y tecnología en drenaje y sistemas productivos.

2.5 CONSIDERACIONES FINALES.

- El drenaje en la IX región tiene particularidades que dificultan el desarrollo de proyectos, en muchas ocasiones, las condiciones que generan áreas de mal drenaje, están dadas por las características de la cuenca o subcuenca donde se encuentra inserta y por ende las soluciones deben considerar la totalidad de esta y no secciones o partes de ella.

- Una superficie importante de áreas con drenaje restringido de la IX región, tienen como solución técnica, el uso de plantas elevadoras que extraigan el agua desde los drenes para conducirlo a cauce natural receptor, sin esta planta elevadora el drenaje es parcial y deficiente. Pero esta solución tiene un alto costo operativo y no es conveniente en términos económicos, siendo la única alternativa posible la que la unidad productiva considere eta condición de drenaje parcial, manejando adecuadamente las variables hídricas y agronómicas.

- En áreas de suelos planos, el drenaje debe considerar la posibilidad de manejar el recurso durante los meses del período estival, es decir, desarrollar un proceso de drenaje controlado, que por una parte evacue los excesos producidos, también sea capaz de utilizar el recurso para realizar riegos subsuperficiales.

- Por las dificultades que implican al Estado invertir en Obras de drenaje, donde la recuperación de la inversión es nula, la priorización debe centrarse en aquellas áreas con gran impacto social. Además considerando lo anterior, continuará la ley de fomento al riego y drenaje como la principal herramienta para invertir en Drenaje.

- Dada la importancia de la ley 18.450 para la inversión en Drenaje, y como el nivel de Estudios previos son significativamente mayores a los de un proyecto de riego, deberá apoyarse con mayor fuerza la preinversión para estos efectos.

- La región necesita de crear capacidades profesionales, públicas y privadas que entiendan y sean capaces de resolver problemas técnicos en este ámbito.

3. HIDROLOGIA DE SUELOS ÑADIS DE LA Xa REGION.

La hidrología de estos suelos se caracteriza por presentar una baja densidad de cauces, los cuales en su mayoría poseen una sección reducida y una baja pendiente, lo que unido a una situación de obstrucción de ellos por la presencia de matorrales y árboles, produce que la capacidad de conducción y evacuación de aguas de drenaje de estos cauces sea muy limitada.

Lo anterior ya es reportado por Alcayaga, en 1966, quien señala textualmente: "Gran parte del problema de la humedad de los suelos se debe a que los cauces naturales no son capaces de eliminar el exceso de aguas lluvias durante el período de Otoño e Invierno, debido a la falta de pendiente de los pequeños esteros, a la vegetación que cubre los cauces y a la poca capacidad que ellos poseen".

Considerando que en el período invernal el suelo alcanza rápidamente el grado de saturación, debido a su escasa profundidad, y que la presencia de una estrata impermeable continua en el área impide la infiltración profunda, es posible afirmar que la escorrentía generada es de tipo superficial, y que posee su origen exclusivamente en la recarga por lluvia.

En suelos ñadis, no se ha realizado ningún estudio para determinar modelos matemáticos de simulación hidrológica, o relaciones empíricas precipitación-escorrentía para estos casos. Tampoco existen estadísticas continuas de varios años de registro de caudales y, por lo tanto, no es posible realizar análisis de frecuencia de crecidas con el objetivo de predecir eventos futuros.

En consideración a lo anterior, en el presente capítulo se analizará la aplicación de 6 métodos alternativos para determinar caudales de escorrentía, los cuales son:

1) Ecuación Empírica Precipitación-Escorrentía.
2) Ecuación Racional.
3) Hidrograma Unitario Sintético.
4) Ecuación de Verni-King.
5) Transposición de Caudales.
6) Método Curva Número (adaptado por Rojas).

Se presentarán las características generales de los métodos y se aplicarán a un caso específico de proyecto de drenaje de suelos ñadis de la Serie Frutillar, que corresponde a la superficie de influencia del proyecto de Drenaje "Frutillar-Pellines", seleccionado en el Concurso 133 de la Ley 18.450 y recientemente construído, cuyos cauces de descarga son el Estero Kuschel y el Río Colegual, de la Comuna de Frutillar, Provincia de Llanquihue, Xa Región.

Los primeros cinco métodos corresponden a métodos de cálculo de caudales máximos, y el último método, es una metodología formulada para el cálculo de la escorrentía total en un determinado período de tiempo, y no la crecida máxima instantánea.

Considerando las debilidades inherentes a los métodos hidrológicos y la nula información sobre el tema en el área del proyecto, se debe seleccionar para fines de diseño los valores de Q del método que sean los más apropiados, considerando criterios ingenieriles ad-hoc.

Lo anterior es de suma importancia tenerlo presente, considerando las particulares características de suelo y topografía de los suelos ñadis, y que los modelos y ecuaciones existentes en la literatura han sido derivados de cuencas con características fisiográficas, morfológicas, meteorológicas e hidrológicas diferentes.

3.1 ECUACION EMPIRICA PRECIPITACION-ESCORRENTIA.

3.1.1 Metodología.

Se generó una ecuación empírica de Precipitación-Escorrentía, basada en los supuestos de que el caudal de los cauces naturales proviene en su totalidad de la escorrentía superficial, y que la escorrentía superficial proviene en su totalidad de las lluvias.

Para generar esta ecuación, se realizaron aforos periódicos en el cauce del Río Colegual y del Estero Kuschel, en la siguiente ubicación geográfica:

Río Colegual : Coordenadas UTM 5438,52 Km Norte y 657,58 Km Este.

Estero Kuschel : Coordenadas UTM 5438,90 Km Norte y 657,40 Km Este, antes de la confluencia con el Río Colegual.

Los aforos se realizaron utilizando un Molinete Hidráulico Marca Teledyne Gurley Modelo 625, y separando la sección total del cauce en secciones parciales para la medición de la Velocidad y Area.

CUADRO 7. Aforos (l/s) realizados en cauces del área del Proyecto.

FECHA	RIO COLEGUAL	ESTERO KUSCHEL
29-Jul-94	2.603	1.235
16-Ago-94	1.502	452
6-Sep-94	1.320	716
30-Sep-94	1.339	618
19-Oct-94	3.284	1.883

Considerando que el Estero Kuschel tiene su nacimiento en el área del Proyecto, y que mediante la Carta IGM 1:50.000 FRUTILLAR, es posible determinar el área de su cuenca, se ha seleccionado este cauce para generar esta ecuación.

Esta ecuación relacionará los aforos realizados en el cauce, con la precipitación promedio de un determinado número de días consecutivos anteriores a la realización del aforo, estimada por interpolación geográfica de los datos registrados en las Estaciones Meteorológicas PURRANQUE y TEPUAL.

Se observó que el caudal tiene una relación de respuesta muy directa con respecto a la lluvia de los días previos, lo cual también ha sido constatado por los habitantes y conocedores del área.

Para determinar cuál es el valor de número de días consecutivos anteriores al aforo, que mejor correlaciona la precipitación promedio durante esos días con el caudal aforado, se realizó un análisis de regresión lineal para números consecutivos de días previos al aforo desde 1 a 9, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Análisis de regresión entre el caudal y la precipitación promedio de días consecutivos anteriores al aforo.

CAUDAL (Q) [l/s]	Precip. Prom. (P) [mm/día] para n días consec. anter. al aforo								
	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9
1.250	0	4,3	4,5	3,9	4,8	5,5	5,7	5,3	5,5
452	0	0	0	1,9	2,9	3,1	7,6	6,9	6,5
756	3	1,5	1	1,5	1,7	1,4	1,2	1,7	3,1
618	0	0	2,3	2,6	2,8	3,6	5,5	5,5	5
1.883	4,3	8,2	7,8	9,1	12,6	12,6	10,5	10,5	9,3
Coef. r^2 Ec. Q=f(P)	0,43	0,99	0,94	0,88	0,85	0,84	0,38	0,38	0,46

La ecuación resultante que presenta el mejor ajuste corresponde a 2 días anteriores al aforo, la cual posee la siguiente expresión:

$$Q = 165 \times P + 529$$

Finalmente, se midió el área de la cuenca, mediante planimetría en la Carta IGM 1:50.000 FRUTILLAR, lo cual dió un valor correspondiente a 2.863 ha.

Por lo tanto, la Ecuación empírica resultante final corresponde a:

$$Q = [\ 0{,}05763 \times P + 0{,}185\ ] \times A$$

Donde: Q = Caudal [l/s].
P = Precipitación promedio durante 2 días consecutivos [mm/día].
A = Area de la cuenca [ha].

La ventaja de esta ecuación reside en haber sido generada en el área del proyecto, sin embargo, es difícil asegurar su confiabilidad, ya que fue determinada a partir de muy pocos datos, razón por la cual no se podría recomendar su aplicación con fines de diseño, y se tomará como una metodología comparativa para definir el método más apropiado con fines de diseño.

3.1.2 Aplicación de la ecuación empírica generada, en el área del proyecto.

El valor de la precipitación máxima, para un período de retorno de 5 años y una longitud de suma consecutiva de 2 días, lo obtenemos a partir del valor de las Estaciones Meteorológicas Purranque y El Tepual:

Est. Met. PURRANQUE : 123,88 mm $\Rightarrow$ 61,94 mm/día.
Est. Met. TEPUAL : 101,19 mm $\Rightarrow$ 50,60 mm/día.

Interpolando geográficamente, resulta un valor de 57,4 mm/día.

Para calcular el Caudal máximo (Qmax) de las cuencas del Estero Kuschel y del Río Colegual antes de la confluencia con el Estero Kuschel, debemos conocer sus superficies, que son:

Area Estero Kuschel: 2.863 ha.
Area Río Colegual (antes de confl. con Est. Kuschel): 3.938 ha.

Finalmente, el cálculo del Qmax entrega los siguientes resultados:

Estero Kuschel : Qmax = 10.000 l/s
Río Colegual (antes de confl. con Est. Kuschel) : Qmax = 13.755 l/s

La sumatoria de los dos Qmax anteriores, corresponde al Qmax del Río Colegual inmediatamente después de la confluencia con el Estero Kuschel, lo cual da un valor de 23.755 l/s.

3.2 ECUACION RACIONAL.

3.2.1 Metodología.

Este método es utilizado en cuencas pequeñas, generalmente menores de 1.000 ha, aún cuando se ha utilizado con éxito en áreas de hasta 3.000 ha. El caudal máximo para un determinado período de retorno se calcula con la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3{,}6}$$

Donde:

Q = Caudal, [m^3/s].
C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca, [adim.].
A = Area aportante, [km^2].
I = Intensidad de la lluvia de diseño, [mm/hr].

El coeficiente de escorrentía se obtiene de tabla.

La intensidad de la lluvia de diseño corresponde a la de duración igual al tiempo de concentración del área, y de frecuencia o período de retorno seleccionado como adecuado para la obra en cuestión. El tiempo de concentración del área se define como el tiempo necesario para que la partícula de agua hidráulicamente más alejada alcance la salida, y puede estimarse por fórmulas empíricas aproximadas.

La expresión más utilizada para el cálculo del tiempo de concentración corresponde a la Ecuación de Kirpich, desarrollada por el U.S. Soil Conservation Service, que es la siguiente:

$$Tc = 0{,}948 \times (L^3/H)^{0{,}385}$$

Siendo:

Tc = Tiempo de concentración, [hr].
L = Distancia desde la salida al punto hidráulicamente más alejado del área, medida siguiendo el curso principal de agua, [km].
H = Desnivel desde la salida al punto más alejado, [m].

Esta fórmula entrega valores razonables en cuencas de tamaño mediano a grande. Sin embargo, en cuencas menores de 200 ha suele estimar por defecto los tiempos de concentración reales.

Por ser la expresión anterior producto de resultados empíricos, aplicables sólo en el rango de valores utilizados en su derivación, es necesario tener presente que debe juzgarse cuantitativamente la factibilidad física del resultado entregado, previo a su aceptación. En ningún caso, el tiempo de concentración debe ser inferior a 10 minutos.

Adoptada una frecuencia o período de retorno de diseño de la obra y determinado el tiempo de concentración, puede obtenerse la intensidad de la lluvia de diseño, de la familia de curvas intensidad-duración-frecuencia (curvas IDF) aplicable en la zona de estudio.

Las curvas intensidad-duración-frecuencia de precipitaciones son familias de curvas que en abscisas llevan la duración de la lluvia, en ordenadas la intensidad y en forma paramétrica el período de retorno. Son el resultado de un análisis probabilístico de las lluvias máximas anuales de diferentes duraciones.

Dado que en Chile los registros pluviográficos son escasos, es muy probable que en muchas situaciones no se cuente con información a nivel horario, sino que sólo con lluvias máximas en 24 hr, lo cual impide generar las Curvas IDF. En estos casos, existen ecuaciones que, mediante la selección de coeficientes de duración y frecuencia de la estación pluviográfica más cercana, y conociendo la lluvia máxima en 24 hr de la zona en estudio, permiten estimar la precipitación asociada a duraciones menores de 24 hr.

En la fórmula racional, una vez seleccionado el coeficiente de escurrimiento apropiado, el caudal es función del producto intensidad de lluvia(I) por área (A). A medida que aumenta la duración de la lluvia, el área que aporta escurrimiento en el punto de desague va aumentando, pero la intensidad disminuye. Es posible, entonces, que el mayor producto IxA no se obtenga con el área total y la intensidad de lluvia correspondiente al tiempo de concentración, sino que con un área parcial con menor tiempo de concentración y por consiguiente, de mayor intensidad.

Los coeficientes de escurrimiento dependen de las características del terreno, uso y manejo del suelo, condiciones de infiltración, etc. y se necesita un criterio técnico adecuado y experiencia para seleccionar un valor representativo.

El método racional se ha utilizado ampliamente para la determinación de caudales de diseño, debido a su simplicidad y lógica. Sin embargo, se deben tener presentes sus limitaciones y las hipótesis involucradas. El método supone que el coeficiente de escurrimiento se mantiene constante para distintas tormentas, lo cual es estrictamente valedero sólo para áreas impermeables. Se asume que el período de retorno de la lluvia de diseño es igual al del caudal máximo. En general, se piensa que la situación más crítica para el diseño es aquella en que la duración de la lluvia coincide con el tiempo de concentración. Esta restricción puede obviarse buscando la combinación de lluvias y áreas aportantes que den el mayor producto. La estimación del tiempo de concentración mediante una fórmula empírica puede dar errores importantes. Las diversas fórmulas desarrolladas para la determinación del tiempo de concentración, a veces dan estimaciones bastante diferentes.

3.2.2 Aplicación de la Ecuación Racional a la zona del proyecto.

Los parámetros L y H para el cálculo del tiempo de concentración son:

Estero Kuschel: L = 13,16 Km ; H = 55 m $\Rightarrow$ Tc $\approx$ 4 hr.
Río Colegual : L = 9,735 Km ; H = 9 m $\Rightarrow$ Tc $\approx$ 5,64 hr.

Interpolado en tabla del Manual de Carreteras del M.O.P., para la Estación Ensenada de la Xª Región, obtenemos los siguientes valores de intensidad para un período de retorno de 5 años y una duración igual al tiempo de concentración calculado:

Estero Kuschel: I = 10,73 mm/hr.
Río Colegual : I = 9,98 mm/hr.

De tabla, considerando cobertura de praderas, obtenemos un valor de 0,45 para el coeficiente C de escorrentía.

Por planimetría, conocemos el área de la cuenca de los cauces, que son:

Area Estero Kuschel: 28,63 km^2.
Area Río Colegual (antes de confl. con Est. Kuschel): 39,38 km^2.

Finalmente, el cálculo del Qmax entrega los siguientes resultados:

Estero Kuschel : Qmax = 38.400 l/s
Río Colegual (antes de confl. con Est. Kuschel) : Qmax = 49.127 l/s

La sumatoria de los dos Qmax anteriores, corresponde al Qmax del Río Colegual inmediatamente después de la confluencia con el Estero Kuschel, lo cual da un valor de 87.527 l/s.

3.3 METODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO SINTETICO (H.U.S.).

3.3.1 Metodología.

Otros procedimientos para estimar los caudales máximos, suponiendo conocida una lluvia efectiva de diseño, son los basados en el hidrograma unitario, los cuales son aplicables a cuencas con superficies entre 30 km^2 y 5.000 km^2 y con escurrimientos permanentes.

El hidrograma unitario de una cuenca, se define como el hidrograma resultante de una lluvia efectiva unitaria (1 cm o 1 mm), de intensidad constante, distribución espacial homogénea y de una duración determinada, y se obtiene analizando los registros de crecidas existentes.

Sin embargo, ante la ausencia de registros fluviométricos, pueden determinarse las características del hidrograma unitario, estableciendo una analogía con otras zonas con registros. Así, se han derivado expresiones empíricas para estimar el hidrograma unitario en función de la geometría y topografía de la cuenca.

Esta última alternativa para obtener el Hidrograma Unitario de una cuenca, se denomina Método del Hidrograma Unitario Sintético (H.U.S.).

Las características principales del H.U.S. son el tiempo al peak (tp), el caudal máximo instantáneo (qp), el tiempo base (tb), y la forma del hidrograma.

Las relaciones fundamentales para obtener el hidrograma son los siguientes:

$$tp = Ct \times [(L \times Lg)/(s)^{0,5}]^{a}$$

La duración "tu", de la lluvia que da origen al H.U.S. es:

$$tu = tp / 5,5$$

Al adoptar un valor t'u entero, se corrige tp, según:

$$tr = tp + 0,25\ (t'u - tu)$$

Los demás parámetros se expresan como se indica:

$$qp = Cp \times tr^{b}$$

$$tb = Cb \times tr^{c}$$

$$Qp = qp \times A \times 10^{-3}$$

En las ecuaciones anteriores:

tp = Tiempo al peak, [hr].
L = Longitud del cauce principal , [km].
Lg = Longitud desde el centroide de la cuenca al punto de salida, [km].
s = Pendiente media de la cuenca, [%].
tu = Tiempo unitario, [hr].
tr = Tiempo al peak corregido, [hr].
qp = Caudal máximo instantáneo del H.U.S. de una lluvia efectiva de 1 mm, [l/s/km^2].
tb = Tiempo base del hidrograma, [hr].
A = Area aportante, [km^2].
Qp = Caudal máximo instantáneo del H.U.S. de una lluvia efectiva de 1 mm, para toda el área de la cuenca [m^3/s/mm].

Los parámetros Ct, Cp, Cb, a, b, y c, dependen de la zona geográfica donde se aplique el método. En este caso, se utilizan los valores correspondientes a la zona Itata-Chamiza, deducidos por Benítez y Arteaga, presentados en la Revista de la Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica de Julio de 1986, que son los siguientes:

Ct = 1,315 Cp = 171,3 Cb = 5,45

A = 0,241 b = -0,829 c = 0,714

Las expresiones mencionadas permiten calcular el caudal máximo, el instante en que éste se produce, y el tamaño de la base del hidrograma. Para estimar la forma completa de la curva se utilizan coeficientes de distribución, que expresan la razón entre el caudal en cualquier instante y el máximo caudal, en función de la razón entre el tiempo considerado y el tiempo al peak.

Una vez determinado el hidrograma unitario, el escurrimiento proveniente de cualquier lluvia de duración igual a la correspondiente al hidrograma, puede obtenerse amplificando las ordenadas del hidrograma por el valor de la lluvia efectiva asociada al período de retorno de diseño expresada en mm.

A su vez, mediante la técnica de defazamiento de hidrogramas, podemos obetner un hidrograma unitario de un tiempo base igual al tiempo de duración de la lluvia de diseño.

3.2.2 Aplicación del método del H.U.S. al área del proyecto.

3.3.2.1 Cálculo del H.U.S. para la Cuenca del Estero Kuschel.

Los parámetros de la cuenca son:

L = 11,81 km Lg = 5,55 km

A = 28,63 km^2 s = 0,3 %

Con estos datos, calculamos los parámetros del H.U.S. para una lluvia efectiva de 1 mm, los cuales son:

tp = 7,26 hr tb = 22,44 hr tu = 1,2 hr

qp = 33,13 $l/s/km^2$ Qp = 0,95 $m^3/s/mm$

3.3.2.2 Cálculo del H.U.S. para la Cuenca del Río Colegual (antes de la confluencia con el Estero Kuschel).

Los parámetros de la cuenca son:

L = 5,885 km Lg = 4,125 km

A = 39,38 km^2 s = 0,3 %

Con estos datos, calculamos los parámetros del H.U.S. para una lluvia efectiva de 1 mm, los cuales son:

tp = 5,71 hr tb = 18,91 hr tu = 1 hr

qp = 40,4 $l/s/km^2$ Qp = 1,59 $m^3/s/mm$

3.3.2.3 Cálculo del caudal máximo.

Mediante la derivación del hidrograma de crecida de la cuenca a partir del H.U.S., se calcula el caudal máximo de las cuencas del Estero Kuschel y del Río Colegual (antes de la confluencia con el Estero Kuschel), para una lluvia de diseño de duración de 24 hr y de 5 años de período de retorno.

El valor de esta lluvia, lo obtenemos a partir de los resultados del Método Gumbel de las Estaciones Meteorológicas Purranque y El Tepual:

Est. Met. PURRANQUE : 97,73 mm
Est. Met. TEPUAL : 69,91 mm

Interpolando geográficamente, resulta un valor de 86,6 mm/día.

De acuerdo a experiencias realizadas en otras zonas del país, y considerando las características edafológicas del área, se adopta un valor del parámetro de infiltración de 2,5 mm/hr.

En el Cuadro 9, se presentan los caudales máximos de ambas cuencas, para diferentes valores de infiltración.

Cuadro 9. Caudales máximos (m^3/s) para diferentes valores de infiltración, según método del H.U.S.

Cuenca	Q max (m^3/s)			
	I= 1,0 (mm/hr)	I= 1,5 (mm/hr)	I= 2,0 (mm/ha)	I= 2,5 (mm/ha)
Estero Kuschel	30,6	27,3	24,1	20,8
Río Colegual antes de confl.	40,4	35,3	30,2	25,1

Finalmente, el cálculo del Qmax entrega los siguientes resultados:

Estero Kuschel : Qmax = 20.800 l/s
Río Colegual (antes de confl. con Est. Kuschel) : Qmax = 25.100 l/s

La sumatoria de los dos Qmax anteriores, corresponde al Qmax del Río Colegual inmediatamente después de la confluencia con el Estero Kuschel, lo cual da un valor de 45.900 l/s.

Lo anterio implica un criterio de seguridad implícito, ya que se conoce que el caudal máximo aguas abajo de una confluencia es de un valor menor a la sumatoria aritmética de ambos caudales aguas arriba, lo cual es posible calcular realizando superposición de hidrogramas.

3.4 ECUACION DE VERNI-KING.

3.4.1 Metodología.

La ecuación de Verni-King, es una ecuación empírica utilizada para el cálculo rápido y preliminar de los caudales máximos.

Por lo general, esta ecuación no es aceptada como método de diseño, fundamentalmente porque no incorpora parámetros geométricos, topográficos, ni vegetacionales de la cuenca.

Esta ecuación posee la siguiente expresión:

$$Qmax = 0{,}0062 \times (P_{24,T})^{1,24} \times A^{0,88}$$

Donde:

Qmax = Caudal Máximo instantáneo de la cuenca, [m^3/s].
$P_{24,T}$ = Precipitación máxima en 24 hr para un período de retorno de T años, [mm/hr].
A = Area aportante, [km^2].

3.4.2 Aplicación de la Ecuación de Verni-King al área del proyecto.

El valor de la lluvia máxima en 24 hr para un período de retorno de 5 años, fue calculado en el numeral 3.3.2.3, obteniéndose un valor de 86,6 mm/día.

Como esta ecuación no incorpora parámetros geométricos, topográficos, ni vegetacionales de la cuenca, podemos calcular el Qmax del Río Colegual inmediatamente después de la confluencia con el Estero Kuschel, utilizando el área total de esta cuenca, que son 68,01 km^2 (28,63 km^2 + 39,38 km^2).

El Qmax en este caso, resulta con un valor de 64.206 l/s.

3.5 TRANSPOSICION DE CAUDALES.

3.5.1 Descripción del método.

Cuando no se dispone de suficientes registros fluviométricos para una cuenca en particular, es posible relacionar los datos de caudal existentes en otra cuenca, además de otros parámetros de ambas cuencas, y estimar el caudal de la cuenca sin datos.

Este método supone que los gastos específicos (Q/A) de las cuencas respectivas son aproximadamente iguales y que el caudal es proporcional al área de las cuencas, lo cual es válido cuando las diferencias entre cuencas no son demasiado grandes con respecto a geología, geomorfología, tipo de vegetación y características climáticas y meteorológicas.

Por estas razones, este método se recomienda solamente para fines comparativos, y no para diseño.

Para el cálculo, se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_1 / (P_1 \times A_1) = Q_2 / (P_2 \times A_2)$$

$$Q_2 = (P_2 \times A_2 \times Q_1)/(P_1 \times A_1)$$

Donde:

Q_1= Caudal de cuenca con registros fluviométricos, para un cierto período de retorno T.

P_1= Precipitación de la cuenca con registros fluviométricos, para un cierto período de retorno T.

A_1= Area de la cuenca con registros fluviométricos.

Q_2= Caudal de la cuenca sin registros fluviométricos, para un cierto período de retorno T.

P_2= Precipitación de la cuenca sin registros fluviométricos, para un cierto período de retorno T.

A_2= Area de la cuenca sin registros fluviométricos.

3.5.2 Aplicación del método de Transposición de caudales al área del proyecto.

3.5.2.1 Información de la Cuenca con Registros Fluviométricos.

La cuenca seleccionada corresponde a la registrada en la Estación Fluviométrica de la Dirección General de Aguas en el Río Pilmaiquén en San Pablo, que se identifica a continuación.

Identificación Estación Fluviométrica.

Nombre	:	Pilmaiquén en San Pablo.
Cuenca	:	Río Bueno
Latitud	:	40°22'S
Longitud	:	73°01'O
Altitud	:	50 m.s.m.
Area	:	2680 Km^2

En esta Estación se cuenta con registros suficientes de Qmax instantáneos, que se presenta en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Estadística de Caudales máximos instantáneos en la Estación Pilmaiquén en San Pablo.

AÑO	MES	DIA	Qmax (m3/S)
1978	Jul	12	1272
1979	Ago	21	857
1980	May	12	1010
1981	Jun	08	630
1982	Jul	19	667
1983	Sep	23	499
1984	Jun	10	863
1985	May	24	707
1986	May	27	537
1987	Jul	10	790
1990	Abr	09	748
1991	Dic	22	1185
1992	Oct	26	517
1993	Jul	18	855
1994	Jun	23	644

Las fórmulas utilizadas son:

$P = n / (N + 1)$

$T = 1 / P$

Donde :

P = Probabilidad de ocurrencia.
N = Orden del Evento, de mayor a menor.
N = Número total de eventos.
T = Período de Retorno.

Cuadro 11. Distribución de Probabilidad de Caudal Máximo instantáneo en la Estación Pilmaiquén en San Pablo.

n	P	T (años)	Qmax (m3/s)
1	0,0625	16,0	1275
2	0,1250	8,0	1185
3	0,1875	5,3	1010
4	0,2500	4,0	863
5	0,3125	3,2	857
6	0,3750	2,7	855
7	0,4375	2,3	790
8	0,5000	2,0	748
9	0,5625	1,8	707
10	0,6250	1,6	667
11	0,6875	1,5	644
12	0,7500	1,3	630
13	0,8125	1,2	537
14	0,8750	1,1	517
15=N	0,9375	1,1	499

Interpolando, del Cuadro 11, obtenemos el valor del Q max para un período de retorno de 5 años, que es de 976 m^3/s.

Para determinar el valor de precipitación máxima en 24 horas para un período de retorno de 5 años, se utilizarán los registros de pluviometría diaria de la Estación Agrometeorológica Remehue, ubicada en las coordenadas Latitud 40°35'S y Longitud 73°09'O, con altitud 73 m.s.m., ubicación bastante cercana a la Estación fluviométrica Pilmaiquén en San Pablo, razón por la cual se considera válido usar la información de pluviometría de esta estación agrometeorológica.

El análisis de probabilidad de ocurrencia de precipitaciones máximas de la Estación Agrometeorológica Remehue, de acuerdo al Método de Gumbel, realizado con una serie de años desde 1977 a 1987, se presenta en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Probabilidad de Ocurrencia Precipitaciones Máximas diarias, Método Gumbel, Estación Agrometeorológica Remehue.

T (años)	Precipitación máxima 1 día de duración (mm)
2	53,4
3	58,5
5	64,4
10	71,4
15	75,5

3.5.2.2 Información de la Cuenca en estudio.

El valor de una lluvia de duración de 24 hr y de 5 años de período de retorno, lo obtenemos a partir de los resultados del Método Gumbel de las Estaciones Meteorológicas Purranque y El Tepual:

Est. Met. PURRANQUE : 97,73 mm
Est. Met. TEPUAL : 69,91 mm

Interpolando geográficamente, resulta un valor de 86,6 mm.

El área de la Cuenca en estudio corresponde a:

Area Estero Kuschel: 2.863 ha
Area Río Colegual (antes de confl. con Est. Kuschel): 3.938 ha.
Area Cuencas en estudio: 6.801 ha = 68,01 Km^2

3.5.2.3 Cálculo del caudal máximo instantáneo para la cuenca en estudio.

Aplicaremos la ecuación:

$Q_2 = (P_2 \times A_2 \times Q_1) / (P_1 \times A_1)$

Donde:

Q_1 = Caudal máximo instantáneo de Estación Pilmaiquén en San Pablo, para un período de retorno de 5 años.

A_1 = Area de Cuenca de Estación Pilmaiquén en San Pablo.

P_1 = Precipitación máximo de 24 hrs de duración, con un período de retorno de 5 años, de Estación Agrometeológica Remehue.

Q_2 = Caudal máximo instantáneo de cuenca en estudio, para un período de retorno de 5 años.

A_2 = Area de la cuenca en estudio.

P_2 = Precipitación máxima de 24 hrs de duración, con un período de retorno de 5 años, para la cuenca en estudio.

Los valores de los parámetros corresponden a:

$Q_1 = 976\ m^3/s$

$P_1 = 64,4\ mm$

$A_1 = 2680\ km^2$

$P_2 = 86,6\ mm$

$A_2 = 68,01\ km^2$

Entonces:

$Q_2 = (86,6 \times 68,01 \times 976) / (64,4 \times 2680)$

$Q_2 = 33,306\ m^3/s$

3.6 METODO CURVA NUMERO (ADAPTADO POR ROJAS).

3.6.1 Generalidades.

Este método fue desarrollado para drenaje superficial por el Ing. Rafael Rojas, como investigador del CIDIAT, en 1984, y se tienen referencias que ha dado buenos resultados en los llanos tropicales. El método se fundamenta en consideraciones hidrológicas (precipitación y características de la cuenca) y agronómicas (suelo y cultivo).

Este método calcula la escorrentía total en un determinado período de tiempo, y no la crecida máxima instantánea, como es el caso de métodos como la Ecuación Racional y el Hidrograma Unitario.

Este enfoque se basa en que para drenaje superficial con fines agrícolas, lo importante es evacuar el exceso de agua en un tiempo razonable de acuerdo a la sensibilidad del cultivo, y por lo tanto, lo que nos interesa no es precisamente la crecida máxima, sino la escorrentía total. Por consiguiente, se acepta además, que parte de la cuenca pueda estar inundada durante algunas horas.

3.6.2 Metodología.

Este método es utilizado para estimar la escorrentía total a partir de datos de precipitación y otros parámetros de las cuencas de drenaje. El método fue desarrollado utilizando datos de un gran número de pequeñas cuencas experimentales:

El método consta de las siguientes etapas:

a) Cálculo de tiempo de drenaje (td).
b) Cálculo de la lluvia de diseño (Pd).
c) Cálculo de la escorrentía de diseño (E).

d) Cálculo del caudal de diseño (Q).

3.6.2.1 Cálculo del tiempo de drenaje (td).

El tiempo de drenaje es el tiempo de inundación que el cultivo tolera sin que se reduzca significativamente su producción. Este tiempo de inundación permite un nivel de daño pre-establecido para una cierta combinación de cultivo-suelo-clima, que se denomina "daño permisible", y se obtiene de consideraciones agronómicas.

El tiempo de drenaje se calcula con la siguiente fórmula:

$$td = tt - t10$$

Donde:

td = tiempo de drenaje, (hr).
tt = tiempo total de exceso de agua, (hr).
t10 = tiempo para que el suelo alcance un 10% de aireación, (hr).

El valor de t10 se obtiene de tabla, y depende de la textura del suelo.

El valor de tt se calcula mediante la siguiente expresión:

$$tt = Cc \times Dp^{0,46}$$

Donde:

Cc = Coeficiente de cultivo, (adim).
Dp = Daño permisible (%).

El valor de Dp se asume en un 10%.

El valor del Coeficiente de cultivo Cc, se obtiene de tabla.

3.6.2.2 Cálculo de lluvia de diseño (Pd).

La lluvia de diseño depende de dos factores: el tiempo de drenaje y el período de retorno deseado.

El tiempo de drenaje determina la duración de la lluvia de diseño.

El período de retorno se escoge de acuerdo al riesgo que se pueda correr, según criterios agro-económicos.

Para el cálculo de la lluvia de diseño, se recomienda utilizar Tablas o Curvas de H-F-D, generadas mediante el Método Gumbel. En estas Tablas, se selecciona un valor de H (mm), para valores de duración D igual a td (hr), y período de retorno T (años), siendo la lluvia de diseño el valor de H seleccionado.

3.6.2.3 Cálculo de Escorrentía de diseño (E).

La Escorrentía de diseño (E), es la lámina de exceso de agua superficial que se debe evacuar en el tiempo de drenaje td.

Para estimar la escorrentía, se utiliza el método del "Número de Curva" del Soil Conservation Service S.C.S. (1972), mediante la siguiente ecuación:

$$E = [(Pd - 0,2 \times S)^2] / [Pd + 0,8 \times S]$$

Donde:

E = Escorrentía de diseño, (cm).

Pd = Lluvia de diseño, (cm).
S = Infiltración potencial (cm).

El valor de S, se calcula mediante la ecuación:

$$S = [(1000 / CN) - 10] \times 2,54$$

Donde:

CN = Número de la Curva, (adim).

El valor de CN se obtiene en tabla, y depende del tipo hidrológico de suelo, del uso del suelo, y de la condición hidrológica.

El tipo hidrológico de suelo, se define de acuerdo a su potencial de Escorrentía, y se clasifican cuatro grupos:

- Bajo potencial de Escorrentía : Tipo A.
- Moderadamente bajo potencial de Escorrentía : Tipo B.
- Moderadamente alto potencial de Escorrentía : Tipo C.
- Alto potencial de Escorrentía : Tipo D.

La condición hidrológica, depende de la cobertura vegetal, de acuerdo a lo siguiente:

- Cobertura mayor al 75% : Condición hidrológica BUENA.
- Cobertura entre 50 y 75% : Condición hidrológica REGULAR.
- Cobertura menor al 50% : Condición hidrológica MALA.

3.6.2.4 Cálculo del Caudal de diseño (Q).

El caudal de diseño se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q = C \times A^{5/6}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño (l/s).
C = Coeficiente de drenaje (l/s/ha).
A = Area a drenar (ha).

La fórmula anterior presenta la conveniencia de incorporar el efecto del aumento del área a drenar en el valor final del caudal de diseño.

Si el área a drenar fuese muy pequeña, el caudal de diseño para drenar esa superficie se calcularía multiplicando el coeficiente de drenaje por el área. Pero es sabido que, a medida que el área de la cuenca de drenaje aumenta, el caudal de drenaje producido por unidad de área, disminuye por efecto del almacenamiento, pérdidas en la red colectora, y el tiempo de concentración.

Desafortunadamente, en nuestro medio no existen estudios que permitan determinar ese decrecimiento. Sin embargo, las experiencias del U.S. Soil Conservation Service (1973), partiendo de la ecuación de Cypress Creek (Mc Crory, 1965), han mostrado que esa disminución puede ser obtenida elevando el área a una potencia de 5/6.

El Coeficiente C, se obtiene de una ecuación propuesta por Stephen y Mills (1965):

$$C = 4,573 + 1,62 \times E24$$

Donde:

C = Coeficiente de drenaje, (l/s/ha).
E24 = Escorrentía de diseño para 24 hrs, (cm).

A su vez, E24 es calculada mediante:

E24 = (E x 24) / td

Donde:

E = Escorrentía diseño, (cm).
td = Tiempo de drenaje, (hr).

3.6.3 Aplicación del Método de la Curva Número (adaptado por Rojas), al área del proyecto.

3.6.3.1 Cálculo del tiempo de drenaje (td).

Se consideran los siguientes porcentajes de textura superficial en el área del proyecto:

Franco Arenosa	:	22,0 %
Franco Limosa	:	69,4 %
Franco Arcillo Arenosa	:	8,6 %

De tabla, y ponderando para las diferentes texturas, obtenemos un valor de 29,4 hrs. para t10.

De tabla, para seleccionar el valor del Coeficiente de Cultivo Cc, se elegirá el trébol ladino, especie abundante en el ára del proyecto, y la más representativa de todas las enumeradas en la tabla. Para trébol ladino, el valor de Cc es de 38,31.

Se asumirá un valor de Dp igual a 10%.

Por lo tanto, el valor de tt es:

$tt = 38{,}31 \times (10)^{0{,}46} = 110{,}49$ hrs.

Entonces, el valor de td es:

td= 110,49 - 29,4 ≈ 81 hrs ≈ 3 días

3.6.3.2 Cálculo de la lluvia de Diseño (Pd).

Se adoptará un valor de período de retorno T igual a 5 años.

El valor de la duración de la lluvia de diseño, corresponde al valor calculado de td, es decir, 3 días.

Según los resultados del Método Gumbel, obtenemos los siguientes resultados de Altura de precipitación:

Est. Met. Purranque	:	137,93 mm.
Est. Met. Tepual	:	120,00 mm.

Considerando las distancias de estas estaciones meteorológicas al área el proyecto, realizando la correspondiente interpolación geográfica, resulta un valor de 13,08 cm para la lluvia de diseño Pd.

3.6.3.3 Cálculo de Escorrentía de diseño (E).

De acuerdo a las definiciones de Clasificación Hidrológica de Suelos, y considerando los antecedentes del estudio agrológico, se han clasificado los suelos del proyecto como del tipo Hidrológico D (alto potencial de escorrentía).

Prácticamente casi el 100% del área del proyecto tiene cobertura vegetal, por lo que la Condición Hidrológica es catalogada como buena.

El uso del suelo en el área del proyecto son fundamentalmente pastos de pastoreo.

Con estos antecedentes, de tabla, seleccionamos el valor de la Curva Número CN, que es 80.

Con el valor de CN, calculamos la infiltración potencial S:

S= [(1000/80) - 10] x 2,54 = 6,35 cm

Con el valor de S y de Pd, obtenemos la Escorrentía de diseño E.

$E= [(13,08 - 0,2 \times 6,35)^2] / [13,08 + 0,8 \times 6,35] = 7,68$ cm.

3.6.3.4 Cálculo del Caudal de diseño (Q).

Con los valores de E y td, obtenemos el valor de E_{24}:

E_{24} = (7,68 cm x 24)/72 = 2,56 cm

Siendo el valor del coeficiente de drenaje C:

C= 4,573 + 1,62 x 2,56 = 8,7 (l/s/ha).

El área de las cuencas de los cauces del área del proyecto son:

Area Estero Kuschel: 2.863 ha.

Area Río Colegual (antes de confl. con Est. Kuschel): 3.938 ha.

Area Total = 6.801 ha.

Por lo tanto, se obtiene el siguiente valor para el área del proyecto:

$Q = 8,7 \times 6.801^{5/6} = 13.593$ l/s.

3.7 ANALISIS COMPARATIVO Y SELECCION METODO DE DISEÑO.

En el Cuadro 13, para la cuenca del Río Colegual inmediatamente después de la confluencia con el Estero Kuschel, la cual posee una superficie total de 6.801 ha, se presentan los resultados de Caudal para los seis métodos desarrollados anteriormente, además del coeficiente de drenaje según el Método de Gumbel asumiendo que toda la precipitación es escorrentía. Como medida de comparación, se incluye el valor máximo de los aforos realizados.

Cuadro 13. Valores de Caudal del Río Colegual inmediatamente después de la confluencia con el Estero Kuschel, según diferentes métodos de cálculo.

METODO	PERIODO DE RETORNO T (años)	Q		H
		[l/s]	[l/s/ha]	[mm/día]
Ecuación Racional	5	87.527	12,87	111,19
Ecuación de Verni-King	5	64.206	9,44	81,57
H.U.S.	5	45.900	6,75	58,31
Gumbel, 3 días consecut.	10	39.718	5,84	50,46
Gumbel, 3 días consecut.	5	34.312	5,05	43,59
Valor max. de aforos	----	3.284	0,48	4,17
Transposición de caudales	5	33.306	4,90	42,31
Método C.N. (Adaptado por Rojas)	5	13.593	2,0	17,28

En el Cuadro 13, se observa que todos los métodos de cálculo entregan valores de Caudal bastante más altos que el valor máximo de los aforos realizados, lo cual proporciona una gran seguridad en el sentido de no subdimensionar las obras.

La Ecuación Racional se descarta, pues entrega valores de Caudal extremadamente altos, lo cual puede deberse a que esta ecuación se recomienda para cuencas menores a 1000 ha, siendo las del estudio de 2.863 ha. y 3.938 ha para el Estero Kuschel y Río Colegual, respectivamente.

El Método del H.U.S. también entrega valores extremadamente altos, a pesar de haber considerado una infiltración de 2,5 mm/hr, lo cual sería difícilmente reproducible en la realidad, debido a las características del sustrato del suelo.

La Ecuación de Verni-King, además de descartarse por entregar también valores muy altos, no se considera como alternativa con fines de diseño, debido a su limitación de no incorporar parámetros de la cuenca.

Los Métodos Racional, H.U.S. y Verni-King son métodos de cálculo para caudales máximos instantáneos, y no son apropiados para drenaje agrícola, ya que el tratamiento en este caso es diferente.

Además, es claro que todos estos métodos entregan valores excesivamente altos, lo cual puede comprobarse al comparar sus resultados con el valor obtenido del método de transposición de caudales, el cual, utilizándolo como método comparativo para los métotodos de Caudal Máximo, arroja valores menores, cercanos a los equivalentes en Caudal de la precipitación máxima del Método Gumbel.

Considerando que el proyecto contempla una situación de drenaje superficial, en donde lo importante es evacuar el exceso de agua en un tiempo razonable de acuerdo a la sensibilidad del cultivo, y no una crecida máxima, se decide seleccionar el Método de la Curva Número adaptado por Rojas para ser utilizado con fines de diseño. Además, es importante destacar que este método se fundamenta en consideraciones hidrológicas (precipitación y características de la cuenca) y agronómicas (suelo y cultivo).

Estas características del método explican a su vez, la obtención de valores de caudal de diseño más razonables.

Finalmente, considerando la gran variación de los resultados de Caudal entre los diferentes métodos probados, se recomienda contemplar a futuro que la Dirección de Riego o la D.G.A. instale una estación fluviométrica en el Río Colegual, después de su confluencia con el Estero Kuschel, lo cual sería muy útil tanto para calibrar las ecuaciones de escorrentía existentes, como para realizar un seguimiento de la magnitud de los caudales instantáneos en función de las lluvias precedentes, por lo cual se considera que también debería instalarse un pluviógrafo.

4 EFECTO DEL DRENAJE EN EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD.

En este capítulo se presentará un compendio de los resultados obtenidos en experiencias de investigación y validación de la aplicación de tecnologías de drenaje y mejoramiento de praderas y su efecto en la productividad de sistemas agropecuarios en la Décima Región.

4.1 EFECTO DEL DRENAJE, FERTILIZACION Y ESTABLECIMIENTO DE PRADERAS EN LA PRODUCCION DE FORRAJE Y CARNE EN SISTEMAS DE CRÍA DE GANADO BOVINO HEREFORD EN SUELOS ÑADI SERIE FRUTILLAR.

A continuación e entregarán antecedentes sobre el impacto de la tecnología de drenaje en suelos Ñadis, realizadas en el Ñadi Frutillar, para sistemas de cría con ganado Hereford, ejecutadas por el Programa Praderas y por el Programa Producción de Carne Bovina de la Estación Experimental Remehue-INIA.

Estos antecedentes corresponden a dos unidades experimentales, las cuales se presentan a continuación:

UNIDAD EXPERIMENTAL N°1.
"Sistema de crianza con ganado Hereford en suelos de Ñadis"
Autores: Siebald y Goic.

La experiencia duró cinco años (1980-1985), y se ejecutó en una superficie de 18 ha de praderas naturalizadas más 3 ha de matorrales y bosques autóctonos.

La infraestructura de drenaje existente era mínima, existiendo sólo algunas zanjas en mal estado y sin drenes topo, por lo que esta situación puede catalogarse como sin drenaje.

Se realizó una fertilización de praderas de un nivel medio. La base de la alimentación la constituyeron las praderas, siendo los vientres suplementados sólo con sales minerales durante todo el año. El pastoreo fue semicontinuo, puesto que se rotaba los vientres en tres potreros.

UNIDAD EXPERIMENTAL N°2.
"Tres sistemas de manejo para vacas de cría en suelos Ñadis"
Autores: Goic, Siebald y Torres.

Consiste en la evaluación de tres combinaciones de sistemas de pastoreo en suelos donde se han realizado obras de drenaje consistente en una red de zanjas y drenes topo, más un testigo sin drenaje y sin fertilización, lo cual genera los siguientes cuatro tratamientos:

I : Pastoreo rotativo y continuo. Pradera sembrada, fertilizada y drenada.

II : Pastoreo rotativo y continuo diferido. Pradera sembrada, fertilizada y drenada.

III: Pastoreo rotativo, continuo, y con henificación. Pradera sembrada, fertilizada y drenada.

IV : Pradera naturalizada, sin fertilización y sin drenaje. Sólo se evalúa producción de forraje.

La superficie total del ensayo fueron 31,5 ha. La base de la alimentación fue la pradera, realizando suplementación mineral en base a harina de huesos más sal común.

De los resultados de las dos experiencias anteriores, podemos distinguir dos niveles tecnológicos, ambos con información en producción de forraje y de carne. Estos niveles tecnológicos son:

NIVEL 1: Pradera naturalizada y sin drenaje.

Corresponde a la situación de comparación o de testigo, para contrastar las respuestas del drenaje en producción. La información de este nivel corresponde a la Unidad Experimental N°1.

NIVEL 2: Pradera sembrada, con drenaje y fertilizada.

Corresponde al potencial de producción que es posible de obtener incorporando obras de drenaje, además de un mejoramiento en la calidad de las especies de la pradera y en la fertilidad del suelo. La información de este nivel corresponde a la Unidad Experimental N°2.

En el Cuadro 14 se presentan los índices productivos para estos dos niveles tecnológicos y la comparación entre ellos.

Cuadro 14. Efecto del drenaje, fertilizacion y cambio de especies en la produccion de forraje y carne, suelos ñadis serie frutillar.

INDICE DE PRODUCCION	NIVEL TECNOLOGICO DE LA PRADERA		AUMENTO
	1) NATURALIZADA SIN DRENAJE (*)	2) SEMBRADA, CON DRENAJE Y CON FERTILIZACION (**)	
(Ton MS/ha) FORRAJE	4,8	10,2	5,4
%	100 %	213 %	113 %
(Kg/ha) CARNE	283	533	250
%	100 %	188 %	88 %

FUENTE : Elaborado de Goic, siebald y Torres, 1987 y 1991, Remehue-INIA.
(*) : Datos promedios, extraídos de Unidad Experimental N°1.
(**) : Datos extraídos de Unidad Experimental N°2, correspondientes al promedio de los tratamientos I, II y III.

En los datos del Cuadro 14, se observa una alta respuesta al drenaje, fertilización, y cambio de especies, que corresponde a un incremento de un 113% en producción de forraje y a un 88% en producción de carne, lo cual ilustra clara y categóricamente el alto potencial de respuesta del Ñadi Frutillar a estas tecnologías.

Si bien en años anteriores no existían evaluaciones como las presentadas, el conocimiento empírico de la zona siempre ha indicado muy claramente la importancia del drenaje para el mejoramiento productivo de los Ñadis, lo cual se ilustra con la siguiente cita de un estudio de Diaz Vial y colaboradores, en 1958, quienes señalan: "El drenaje es la clave para el futuro de la agricultura en esta zona. Solucionando el problema de exceso de agua en los suelos, se podrán incorporar en forma permanente al cultivo un gran número de hectáreas que hoy sólo tienen utilización temporal".

4.2 EFECTO DEL DRENAJE Y LA FERTILIZACIÓN EN PRADERAS NATURALES, EN SUELOS ÑADIS SERIE CAULÍN-CALONJE, COMUNA DE ANCUD.

Esta experiencia corresponde a un ensayo realizado en el Programa "Aplicación de Tecnología de Drenaje en las Regiones IX y X", financiado por la CNR y ejecutado por INIA-Remehue.

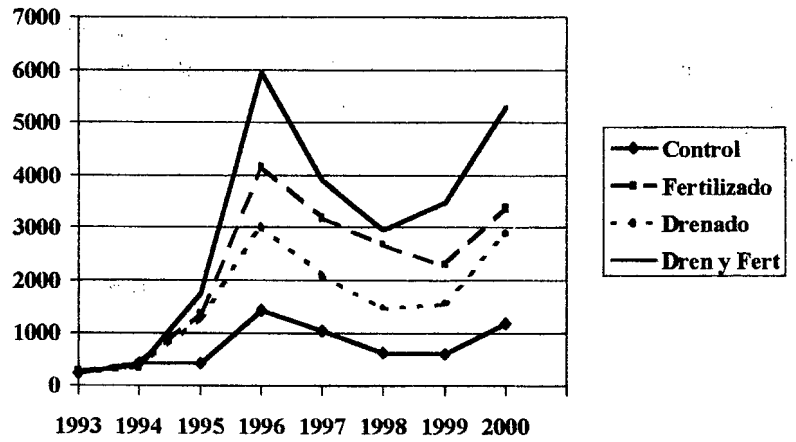
En este ensayo, los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

T1 : Control (Sin drenaje y Sin fertilización).
T2 : Sólo Fertilización.
T3 : Sólo Drenaje.
T4 : Drenaje y fertilización.

El tratamiento de drenaje consistió en un sistema zanja - dren topo. Los drenes topo se construyeron en forma perpendicular a la zanja, a 50 cm de profundidad y espaciados cada 2 m, utilizando un arado topo. Se realizó utilización con pastoreo, y la fertilización se aplicó en primavera.

En la Figura 1 se muestra la evolución que experimentó la producción de forraje en los cuatro tratamientos, en las diferentes temporadas, correspondiendo los datos sólo a gramíneas y leguminosas con valor forrajero, es decir, se han excluído especies no consumibles como chauras, junquillos y helechos.

Figura 1. Efecto del drenaje y la fertilización en la producción de pasto miel, chépica y leguminosas en Chiloé



La primera temporada no presenta diferencias en producción de forraje, pero los tratamientos evidencian sus efectos en la medida que transcurre el tiempo, observándose claramente el gran impacto que tiene el drenaje y la fertilización. Durante la temporada 97-98, disminuyeron los rendimientos producto de la ocurrencia de una severa sequía.

No obstante, es importante señalar que aún en los mejores años, la producción es baja debido a que son praderas naturales y las dosis de fertilización anual se determinaron con un criterio conservador, para disminuir el costo al productor. Posiblemente, con mayores fertilizaciones en un suelo drenado, los resultados se obtengan antes y con mayor magnitud.

4.3 EFECTO DEL DRENAJE Y EL ENCALADO EN PRADERAS SEMBRADAS, EN SUELOS ÑADIS SERIE PIRUQUINA, COMUNA DE CASTRO.

Esta experiencia corresponde a un ensayo realizado en el Programa "Aplicación de Tecnología de Drenaje en las Regiones IX y X", financiado por la CNR y ejecutado por INIA-Remehue.

En este ensayo, los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

T1 : Sin drenaje, 0 Ton Cal / ha
T2 : Sin drenaje, 3,5 Ton Cal / ha
T3 : Sin drenaje, 7 Ton Cal / ha
T4 : Con drenaje, 0 Ton Cal / ha.
T5 : Con drenaje, 3,5 Ton Cal / ha.
T6 : Con drenaje, 7 Ton Cal / ha.

El tratamiento de drenaje consistió en un sistema zanja - dren topo. Los drenes topo se construyeron en forma perpendicular a la zanja, a 50 cm de profundidad y espaciados cada 2 m, utilizando un arado topo. Se realizó un precultivo de avena, y posteriormente se estableció una pradera permanente de trébol blanco y ballica. Esta pradera se maneja utilizando ganado bovino de carne para su pastoreo.

En el Cuadro 15, se presenta un resumen de los rendimientos de forraje obtenidos entre los años 1997 y 1999.

Cuadro 15. Producción de forraje de la pradera permanente establecida (Kg ms/ha/año), en suelo ñadi Serie Piruquina.

AÑO	Sin Drenaje			Con Drenaje		
	0 Ton Cal/ha	3,5 Ton Cal/ha	7 Ton Cal/ha	0 Ton Cal/ha	3,5 Ton Cal/ha	7 Ton Cal/ha
1997	7.114	8.102	8.099	6.864	6.574	8.851
1998	8.882	11.114	11.504	10.353	11.878	13.140
1999	7.676	11.672	14.023	10.782	13.538	13.726
Promedio	**7.891**	**10.296**	**11.209**	**9.333**	**10.663**	**11.906**

Además de una mayor producción de forraje obtenida en los tratamientos con drenaje, fue posible realizar una buena utilización, mediante pastoreo con animales. Por el contrario, en los tratamientos sin drenaje, durante largos períodos del otoño-invierno, se producía una destrucción de la pradera mediante el pisoteo y un desperdicio de forraje. Debido a que la evaluación de la producción de forraje se realizó mediante corte previo al pastoreo, la cosecha de él era sobre un 80 ó 90 %, sin embargo, en la realidad y bajo condición de pastoreo era mucho menor; por lo que los resultados de los tratamientos sin drenaje pueden estar sobre valorados.

4.4 EFECTO DEL DRENAJE, FERTILIZACIÓN Y MANEJO EN PRADERAS SEMBRADAS Y PRODUCCIÓN DE CARNE, EN SUELOS ÑADIS SERIE FRUTILLAR, COMUNA DE FRUTILLAR.

Esta experiencia corresponde a un módulo de validación de 6,3 ha, realizado en el Programa "Aplicación de Tecnología de Drenaje en las Regiones IX y X", financiado por la CNR y ejecutado por INIA-Remehue, donde se instaló un sistema de producción de carne, sobre una pradera mixta permanente sembrada, fertilizada de acuerdo a sus requerimientos óptimos, y drenada mediante el sistema zanja-dren topo.

El objetivo fue determinar el potencial productivo de forraje y carne bovina, en praderas permanentes mixtas sembradas, en suelos ñadi Serie Frutillar, en condiciones mejoradas de drenaje, fertilidad y especies forrajeras, a escala de un productor empresarial mediano.

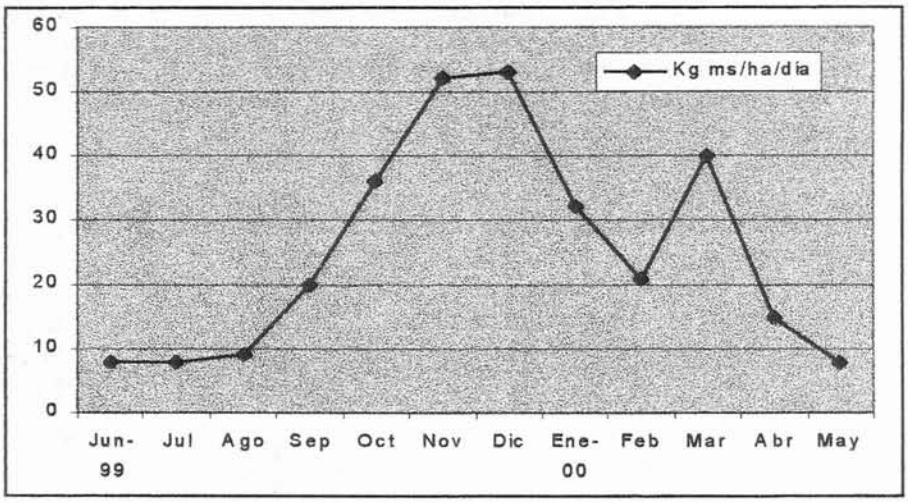
Se estableció un precultivo de ballica anual, para asegurar buen establecimiento de praderas mixtas de trébol blanco y ballica. El pastoreo se realiza en forma rotativa con uso de cerco eléctrico.

Producción de Forraje.

Durante la temporada 1997-98 la pradera se utilizó exclusivamente con animales en pastoreo rotativo, registrándose un 76% de utilización del forraje. Durante la temporada 1999-2000 se realizaron mediciones de la pradera, obteniéndose una producción de 9.204 kg MS / ha.

En la Figura 2, se observa la evolución de las tasas de crecimiento de la pradera, donde se refleja el problema de regulación de la carga animal debido a las fluctuaciones estacionales en la producción de pasto.

Figura 2. Curva de distribución de forraje de una pradera mixta sembrada, en suelo ñadi Serie Frutillar drenado y fertilizado.



Producción Animal en la Temporada 1997-1998.

Se utilizaron animales en fase de crecimiento y desarrollo con pesos de ingresos entre 180 y 430 kg y pesos de salida entre 220 y 465 kg. Los novillos provienen del rebaño de lechería del predio.

Antes de entrar a pastoreo, se evaluó la cantidad de forraje disponible en los potreros y se calculó el número de animales que entran a pastorear, registrándose la fecha, número de animales, su peso individual y el total de kilos que entran y salen del sistema.

La producción de carne incremental en el sector de 6,3 hectáreas durante el período de 12 meses considerado fue de 8.087 kg. Esto resulta en una producción de 1.281 kg. de carne por hectárea, con una eficiencia de conversión de forraje a carne de 5,5 kg. de MS/kg de Peso Vivo. Ambos parámetros son superiores al promedio encontrado en la zona.

Sin embargo, se debe señalar que en este módulo hay una optimización en el manejo de los animales ya que se aumenta o disminuye la carga en base a la disponibilidad de forraje. Este tipo de manejo es difícil implementarlo en un predio completo. El otro factor que influye es que se trabaja con animal en etapas de alto crecimiento y son retirados antes del proceso de engorda, que es más demandante en nutrientes , energía y tiempo.

Producción Animal en la Temporada 1998-1999.

En la temporada 1998-1999, se trabajó con un grupo de 18 animales que **siempre** se mantienen en los potreros. Si sobra forraje, se incorporan animales extras o se conserva como ensilaje para suplementar en épocas críticas. De esta forma, el sistema se parece más a lo que un productor realiza, sacando los animales con peso de mercado. Las ganancias de peso durante esta temporada fueron similares a las obtenidas anteriormente, con 1.200 Kg/ha. La gran diferencia es que ahora los animales prácticamente llegan a peso de sacrificio en este sistema, haciéndolo más aplicado condiciones de predio comercial.

Las producciones de carne obtenidas demuestran el alto potencial que tienen estos suelos cuando se les corrige sus deficiencias, en este caso drenaje, fertilidad de suelo y especies forrajeras.

5. COSTOS, INVERSIONES Y RENTABILIDAD DEL DRENAJE.

5.1 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE PROYECTO DRENAJE SUPERFICIAL INTRAPREDIAL SISTEMA ZANJA - DREN TOPO EN SUELOS ÑADIS.

En el Cuadro 16, se presentan los costos de construcción de un sistema zanja-dren topo en un suelo ñadi, serie Frutillar, en condiciones de suelo limpio, sin restos de troncos ni matorrales. El trabajo se realizó en una superficie de 30.55 has. El espaciamiento entre drenes fue de 2 m, construcción manual de las zanjas y los drenes topo se construyeron con un implemento accionado por tractor. De dicho cuadro se desprende que el costo de este tipo de obra es de UF 14,41 por hectárea.

Cuadro 16. Costos totales de construcción de un sistema de drenaje superficial tipo zanja - dren topo para suelos ñadis.

Item	Unidad	Costo Unitario (UF)	Cantidad	Costo Total (UF)
Topografía	Ha	0,87	30,55	26,58
Excavación zanja				
Tierra	m^3	0,03	862,20	25,87
Ripio	m^3	0,14	934,05	130,77
Picotas	Km	0,70	2,40	1,68
Palas	Km	3,05	2,4	7,32
Limpieza zanja				
Deterioro severo	m	0,03	645,00	19,35
Deterioro regular	m	0,02	680,00	13,60
Confección drenes topo	Km	0,42	152,75	64,16
Movimiento material de bordes				
Tierra	m^3	0,04	862,20	34,49
Ripio	m^3	0,09	934,05	84,06
Cercado de zanjas				
Polines	Km	4,43	4,79	21,22
Alambre	Km	1,24	4,79	5,94
Mano de obra	Km	1,09	4,79	5,22
			TOTAL	**440,26**
			UF/ha	**14,41**

Fuente: Ortega, 1996.

5.2 PRESUPUESTO DRENAJE SUPERFICIAL MACRORED EXTRAPREDIAL SUELOS ÑADI.

En este capítulo se presenta un presupuesto de un caso real, en que la obra proyectada corresponde a una macrored de drenaje extrapredial en suelos ñadis de la serie Frutillar, ubicada en la Comuna de Frutillar, Provincia de LLanquihue, Décima Región, siendo la superficie de influencia directa del proyecto de 1.595 ha.

En el área del proyecto se presenta una situación generalizada de mal drenaje durante gran parte del año. El origen de la recarga es lluvia directa sobre el área del proyecto, y la escorrentía superficial generada en las áreas adyacentes.

La obra proyectada corresponde a una macrored extrapredial de Drenaje, que consiste en una red de zanjas colectoras que reciben las aguas de drenaje prediales y las descargan en los cauces naturales existentes. Se contempla la construcción de un total de 10.984 m de zanjas colectoras y la limpieza y ampliación de un total de 19.555 m de cauces naturales.

Se especifican las inversiones y costos que son necesarios para la materialización de las obras propuestas. Los valores se expresan en pesos de marzo de 1998, en valores netos, sin incluir el IVA. Tanto

los estándares técnicos como los precios utilizados, corresponden a valores locales, obtenidos de proyectos similares realizados en la región.

En el Cuadro 17, se presentan los estándares de rendimiento y construcción de las obras proyectadas.

Cuadro 17. Estándares de rendimiento y construcción obras macrored extrapredial suelos ñadi, serie Frutillar

ACTIVIDAD		FORMA DE CONSTRUCCION		
IDENTIFICACION	UNIDAD	IDENTIFICACION	UNIDAD	RDTO.
AMPLIACION CAUCE				
Limpieza Condición Favorable	m^2	Excavadora	hr	585 m^2/hr
Limpieza Condición Normal	m^2	Excavadora	hr	450 m^2/hr
Limpieza Condición Severa	m^2	Excavadora	hr	315 m^2/hr
Excavación	m^3	Excavadora	hr	36 m^3/hr
CONSTRUCCION COLECTORES				
Construcción faja	km	Camión tolva	hr	0,1 km/hr
		Mano de obra	J	0,1 km/J
Excavación suelo	m^3	Excavadora	hr	70 m^3/hr
Excavación ripio	m^3	Excavadora	hr	40 m^3/hr
Repase y Terminación Sección	m^3	Mano de Obra	J	5 m^3/J
Retiro del suelo excavado	m^3	Camión tolva	hr	38 m^3/hr
Retiro del ripio excavado	m^3	Camión tolva	hr	32 m^3/hr
Esparcimiento suelo y ripio	m^3	Buldozer	hr	75 m^3/hr
Cercado	Km	Mano de Obra	J	0,01 km/J

Conociendo los estándares técnicos y los precios de mercado, se determina el precio unitario de las diferentes partidas del presupuesto.

En los Cuadros 18 al 22, se presentan los precios unitarios de las siguientes partidas del presupuesto, respectivamente:

- Ampliación de cauces naturales
- Roce, despeje y limpieza de faja.
- Excavación de colectores.
- Retiro del material excavado.
- Cercado de zanjas.

Cuadro 18. Precio unitario ampliación cauces naturales ($ marzo 1998, sin IVA).

PARTIDA : Ampliación cauces naturales.
UNIDAD : m^2 (limpieza) ; m^3 (excavación) .
CANTIDAD : 1

DESIGNACION ITEM / Sub – ítem	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNIT ($)	PRECIO TOTAL ($)	
				Sub-Item	ITEM
LIMPIEZA CATEGORÍA FAVORABLE	hr excavad.	0,00171	22.000		38
LIMPIEZA CATEGORÍA NORMAL	hr excavad.	0,00222	22.000		49
LIMPIEZA CATEGORÍA SEVERA	hr excavad.	0,00317	22.000		70
EXCAVACIÓN	hr excavad.	0,02778	22.000		611

Cuadro 19. Precio unitario roce, despeje y limpieza de faja ($ marzo 1998, sin IVA).

PARTIDA : Roce, despeje y limpieza de faja.
UNIDAD : Km.
CANTIDAD : 1

DESIGNACION ITEM / Sub – ítem	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNIT ($)	PRECIO TOTAL ($)	
				Sub-Item	ITEM
MANO DE OBRA					89.100
Jornalero	Jornada	10	5.500	55.000	
Desgaste de herramientas	%	5		2.750	
Leyes sociales	%	57		31.350	
MAQUINARIA					80.000
Camión tolva de 7 m^3	Hr	10	8.000	80.000	
TOTAL COSTO DIRECTO					169.100

Cuadro 20. Precio unitario excavación colectores ($ marzo 1998, sin IVA).

PARTIDA : Excavación colectores.
UNIDAD : m^3
CANTIDAD : 1

DESIGNACION ITEM / Sub – ítem	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNIT ($)	PRECIO TOTAL ($)	
				Sub-Item	ITEM
EXCAVACION EN ESTRATA DE SUELO	hr excavad.	0,01429	22.000		314
EXCAVACION EN ESTRATA DE RIPIO	hr excavad.	0,02500	22.000		550
MANO DE OBRA					1.782
Jornalero	Jornada	0,2	5.500	55.000	
Desgaste de herramientas	%	5		2.750	
Leyes sociales	%	57		31.350	

Cuadro 21. Precio unitario retiro del material excavado ($ marzo 1998, sin IVA).

PARTIDA : Retiro del material excavado.
UNIDAD : m^3
CANTIDAD : 1

DESIGNACION ITEM / Sub – ítem	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNIT ($)	PRECIO TOTAL ($)	
				Sub-Item	ITEM
RETIRO DEL SUELO EXCAVADO	hr. camión tolva	0,02632	8.000		211
RETIRO DEL RIPIO EXCAVADO	hr. Camión tolva	0,03125	8.000		250
ESPARCIMIENTO SUELO Y RIPIO	hr. Buldozer	0,01333	18.000		240

Cuadro 22. Precio unitario cercado de zanjas ($ marzo 1998, sin IVA).

PARTIDA : Cercado de zanjas.
UNIDAD : Km.
CANTIDAD : 1

DESIGNACION ITEM / Sub – ítem	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNIT ($)	PRECIO TOTAL ($)	
				Sub-Item	ITEM
MATERIALES					1.301.296
Estacones	u	800	1.200	960.000	
Alambre púa	rollo 500 m	16	15.000	240.000	
Grampas 1 ½ "	kg	27	550	14.850	
Pérdida de materiales	%	3		36.446	
Transporte de materiales	gl			50.000	
MANO DE OBRA					1.134.000
Maestro semicalificado	Jornada	100	7.000	700.000	
Desgaste de Herramientas	%	5		35.000	
Leyes Sociales	%	57		399.000	
TOTAL COSTO DIRECTO					2.435.296

Finalmente, conociendo los precios unitarios y la cubicación del proyecto, se realiza el cálculo del presupuesto total de construcción, que se presenta en el Cuadro 23.

Cuadro 23. Presupuesto Total Construcción Proyecto Macrored de Drenaje para 1.595 ha de Suelos Ñadi ($ Marzo 1998, Sin IVA).

DESIGNACION ITEM / Sub – item	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNIT ($)	PRECIO TOTAL ($) Sub-Item	ITEM
INSTALACION DE FAENAS	gl				500.000
AMPLIACION CAUCES NATURALES					88.247.293
Replanteo (1 topógrafo)	Gl				
Limpieza categoría favorable	M^2		1.500.000	1.500.000	
Limpieza categoría normal	M^2	2.670	38	101.460	
Limpieza categoría severa	M^2	137.044	49	6.715.156	
Excavación	M^3	105.026	70	7.351.820	
		118.787	611	72.578.857	
CONSTRUCCIÓN COLECTORES					69.577.202
Replanteo (1 topógrafo)	Gl				
Roce, despeje y limpieza de faja	Km		1.500.000	1.500.000	
Excavación estrata de suelo	M^3	10,984	169.100	1.857.394	
Excavación estrata de ripio	M^3	15.064	314	4.730.096	
Jornalero para repase y terminación de la Sección	M^3	19.389	550	10.663.950	
Retiro del suelo excavado	M^3	861	1.782	1.534.881	
Retiro del ripio excavado	M^3	22.596	211	4.767.756	
Esparcimiento del material excavado	M^3	25.206	250	6.301.425	
Cercado	Km	47.802	240	11.472.408	
		10,984	2.435.296	26.749.291	
SUB – TOTAL					158.324.495
GASTOS GENERALES E IMPREVISTOS	gl				2.000.000
UTILIDADES	gl				15.000.000
HONORARIOS ELABORACIÓN PROYECTO	gl				8.000.000
HONORARIOS SUPERVISIÓN OBRAS	gl				2.000.000
C O S T O D E L P R O Y E C T O (valor de la U.F. al 05 de Marzo de 1998=$14.199,77)				**TOTAL $** **TOTAL UF** **UF / ha**	**185.324.495** **13.051,23** **8,18**

5.3 EVALUACION ECONOMICA DE DRENAJE EN PRADERAS SUELO ÑADI SERIE FRUTILLAR.

En este capítulo se presenta una evaluación económica privada de la inversión en drenaje y del paquete agronómico asociado de mejoramiento de praderas, para un suelo ñadi Serie Frutillar, de acuerdo a la información obtenida en un módulo de validación del Convenio entre INIA y la CNR.

5.3.1 Metodología.

La evaluación económica es de tipo incremental, es decir, se realizará en base a los costos e ingresos incrementales del proyecto, obtenidos de la comparación entre la situación actual sin proyecto y la situación futura con proyecto.

Se calcularon los costos e inversiones del proyecto, luego se definieron los ingresos, para finalmente calcular los indicadores de rentabilidad mediante un flujo de caja.

Los antecedentes sobre los costos involucrados en la construcción del sistema de drenaje y el establecimiento de praderas, se basaron en la investigación desarrollada en diferentes módulos de validación del Convenio entre el INIA y la CNR, considerando todas las labores realizadas e insumos aplicados.

Para el cálculo de los costos de construcción del sistema de drenaje, se utilizaron estándares técnicos de construcción determinados por INIA Remehue.

Todos los precios utilizados para la estimación de costos e ingresos se encuentran a valores locales de mercado, expresados en pesos ($) de Agosto de 1997. Los precios no incluyen el impuesto al valor agregado (IVA) y para el caso de maquinaria se consideró su valor de arriendo.

La evaluación privada del proyecto se realizó en un horizonte de 20 años, y se utilizó una tasa de descuento del 12%, calculándose los flujos netos de caja a partir del valor de los ingresos y costos determinados previamente.

Los valores de la inversión en drenaje predial y extrapredial utilizados en los flujos de caja, fueron exactamente los determinados en el módulo de validación de Frutillar, por considerarse muy representativo de una condición real de un productor,.

Los ingresos incrementales de los flujos de caja se calcularon con respecto a una condición de pradera natural, considerando ciertos valores para las producciones del precultivo y pradera mejorada, además de parámetros de eficiencia de pastoreo, eficiencia de conversión de materia seca a leche, y precio del litro de leche.

Se calcularon los Flujos Netos de Caja para la construcción del sistema de drenaje y mejoramiento de praderas, para los casos de inversión en drenaje sin subsidio y con un subsidio de un 75 % para las obras de drenaje, con el propósito de visualizar económicamente la gravitación de este instrumento dentro del contexto del proceso integral de desarrollo productivo.

Los indicadores calculados fueron el Valor Actual de los Flujos Netos (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), y el Período de Recuperación del Capital (PRC).

Finalmente, se realizó un análisis de sensibilidad según tres precios para el litro de leche (50, 75 y 100 $/lt , como rango que cubre los extremos máximos y mínimos), con sus correspondientes indicadores de evaluación económica, en condiciones con y sin subsidio.

5.3.2 Costos.

El sitio corresponde a un suelo ñadi de la serie Frutillar, comuna de Frutillar, provincia de Llanquihue. El módulo posee una superficie de 6.32 ha, en las cuales se realizaron labores de drenaje. Se estableció un precultivo de ballica tama, con el objeto de mejorar las condiciones de control de malezas, fertilidad, estructura y laboreo de suelo, otorgando condiciones óptimas para un buen establecimiento del cultivo siguiente, que correspondió a una pradera mixta ballica-trébol blanco.

En el Cuadro 24, se presentan los costos de construcción del sistema de drenaje en condiciones de suelo limpio, sin restos de troncos ni matorrales. Dentro de las labores de drenaje se confeccionaron drenes topo en la totalidad de la superficie y se excavaron 520 m de zanja. Primeramente, los valores se calcularon para el total del módulo de 6,33 ha, y luego se expresaron en valores unitarios en $/ha.

Cuadro 24. Costos de construccion Sistema Drenaje Zanja-Dren Topo en Módulo Drenaje Frutillar.

ITEM Sub-item	Unidad	Cant.	Costo Unitario ($)	Costo Total ($)		Porc. (%)	
				Sub-item	ITEM	Sub-item	ITEM
Topografía	gl	6,33	11.892		**75.276**		**9**
Excavación zanjas					**269.406**		**33**
Tierra	m3	182	670	121.852		15	
Ripio	m3	54,6	2.215	120.964		15	
Picotas	km	0,52	9.514	4.947		1	
Palas	km	0,52	41.622	21.643		2	
Confección drenes topo	km	31	5.751		**178.279**		**22**
Traslado material excavado					**200.330**		**24**
Tierra	m3	182	551	100.208		12	
Ripio	m3	54,6	1.834	100.122		12	
Cercado de zanjas					**95.807**		**12**
Polines	km	1,04	60.411	62.827		8	
Alambre	km	1,04	16.847	17.521		2	
Mano obra	km	1,04	14.865	15.459		2	
TOTAL MODULO 6,33 ha					**819.098**		**100**
TOTAL $/HA					**129.604**		

Los costos directos fueron 129.604 $/ha, siendo el ítem de mayor costo la excavación de zanjas, con un 33% de los costos; seguido de los ítems de confección de drenes topo y movimiento de material con un 22% y 24%, respectivamente.

En el Cuadro 25 se presenta el costo de mantención anual del sistema de drenaje zanja-dren topo. Para el cálculo de la mantención de las zanjas prediales, se asumió un deterioro regular de éstas, considerando el estándar de limpia de zanjas con deterioro regular de 17 m/día y un costo de jornal equivalente a 5.000 $/día, lo que resulta en un costo unitario de 294 $/m. Para el cálculo de la mantención de los drenes topo, se asumió que anualmente se reconstruye el 10% de éstos, considerando una vida útil de 10 años.

Cuadro 25. Costos de mantencion anual Sistema Drenaje Zanja-Dren Topo en Módulo Drenaje Frutillar.

ITEM	Unidad	Cantidad	Costo Unitario ($)	Costo Total ($)
Limpieza zanjas	m	520	294	**152.880**
Repaso drenes topo	km	3,1	5.721	**17.735**
TOTAL MODULO 6,33 ha				**170.615**
TOTAL $/HA				**26.953**

En el Cuadro 26, se presenta el costo de establecimiento del precultivo, que alcanzó un valor de 261.193 $/ha. El ítem de preparación de suelo representó el 37% del total de los costos y el ítem insumos el 63%, siendo el componente fertilizantes el de mayor incidencia en los costos (53%).

Cuadro 26. Costos de establecimiento pre-cultivo Ballica Tama ($/Ha) en Módulo Drenaje Frutillar.

ITEM	Unidad	Cant.	Costo Unitario	Costo Total ($/HA)		Porc. (%)	
Sub-item			$/Ha	Sub-Item	ITEM	Sub-item	ITEM
Preparación Suelo					**96.500**		**37**
Pulverización (barb. Quím.)	labor/ha	1	3.000	3.000		1	
Rastra off-set	labor/ha	2	10.000	20.000		8	
Rotovator	labor/ha	2	8.000	16.000		6	
Arado Disco	labor/ha	1	15.000	15.000		6	
Aplicación cal	labor/ha	1	4.500	4.500		2	
Rastra off-set	labor/ha	1	10.000	10.000		4	
Marco Nivelador	labor/ha	1	2.000	2.000		1	
Rastra off-set	labor/ha	1	10.000	10.000		4	
Marco Nivelador	labor/ha	1	2.000	2.000		1	
Palo nivelador	labor/ha	1	2.000	2.000		1	
Siembra	labor/ha	1	12.000	12.000		5	
SUB-TOTAL					**96.500**		**37**
Insumos							
Herbicida					**7.840**		**3**
Roundap (glifosato)	lt/ha	2,8	2.800	7.840		3	
Fertilizantes					**138.193**		**53**
Carbonato cal	ton/ha	1,9	30.400	57.760		22	
Mezcla 790 SQMCH (NPK)	ton/ha	0,614	130.998	80.433		31	
Semilla					**18.660**		**7**
Ballica Tama	kg/ha	20	933	18.660		7	
SUB-TOTAL					**164.693**		**63**
COSTO TOTAL					**261.193**		**100**

En el Cuadro 27, se presentan los costos de fertilización de mantención y control de malezas del precultivo, que alcanzaron un valor de 239.935 $/ha, siendo el componente fertilizantes el de mayor incidencia en los costos (96%).

Cuadro 27. Costos de fertilización de mantención y control de malezas del pre-cultivo Ballica Tama ($/Ha) en Módulo Drenaje Frutillar.

ITEM Sub-item	Unidad	Cantidad	Costo Unitario ($/ha)	Costo Total ($/Ha)		Porc (%)	
				Sub-item	ITEM	Sub-item	ITEM
Costo Aplicación					**5.000**		**2**
Herbicidas	labor/ha	1	3.000	3.000		1	
Fertilizantes	labor/ha	1	2.000	2.000		1	
Herbicida					**6.012**		**2**
Hedonal M-750	lt/ha	1	3.014	3.014		1	
Banvel D	lt/ha	0,25	11.990	2.998		1	
Fertilizantes					**228.923**		**96**
Nitromag	kg/ha	600	106	63.675		27	
SFT	kg/ha	1200	118	141.840		59	
Muriato de Potasio	kg/ha	240	98	23.408		10	
COSTO TOTAL					**239.935**		**100**

En el Cuadro 28 se presentan los costos de establecimiento de la pradera mixta, obteniéndose un valor de 223.024 $/ha. En la preparación de suelo se incluyó nuevamente el uso de arado topo, lo cual elevó los costos de este ítem, representando el 40% del total de éstos. El componente fertilizantes sigue siendo uno de los de mayor incidencia en los costos, constituyendo el 37% de los costos.

Cuadro 28. Costos de establecimiento pradera permanente ($/Ha) en Módulo Drenaje Frutillar.

ITEM Sub-item	Unidad	Cant.	Costo Unitario ($/ha)	Costo Total ($/Ha)		Porc (%)	
				Sub-item	ITEM	Sub-item	ITEM
Preparación Suelo					**91.500**		**40**
Rototiller	labor/ha	2	8.000	16.000		7	
Arado vertedera	labor/ha	1	15.000	15.000		7	
rodillo compactador	labor/ha	1	3.500	3.500		2	
Arado topo	labor/ha	1	30.000	30.000		13	
Vibrocultivador	labor/ha	2	6.000	12.000		5	
Siembra	labor/ha	1	12.000	12.000		5	
Aplicación herbicida	labor/ha	1	3.000	3.000		1	
SUB-TOTAL					**91.500**		**40**
Insumos							
Semillas					**42.190**		**19**
Trébol Blanco Pitau	kg/ha	2	2.411	4.822		2	
Trébol Blanco Kopu	kg/ha	2	5.124	10.248		5	
Ballica Nui	kg/ha	10	984	9.840		4	
Ballica Revital 100	kg/ha	10	1.728	17.280		8	
Fertilizantes					**81.506**		**37**
Sulpomag	kg/ha	134	102	13.664		6	
Nitroplus	kg/ha	90	98	8.794		4	
SFT	kg/ha	332	118	39.242		18	
Muriato Potasio	kg/ha	201	99	19.805		9	
Herbicidas					**7.828**		**4**
CampoGrand	lt/ha	2	3.563	7.126		3	
Cittoweed	lt/ha	0,2	3.510	702		1	
SUB-TOTAL					**131.524**		**60**
COSTO TOTAL					**223.024**		**100**

En el Cuadro 29, se presenta el costo de fertilización de mantención de la pradera permanente, que alcanzó un valor de 43.063 $/ha

Cuadro 29: Costos de fertilización de mantención de pradera permanente ($/Ha) en Módulo Drenaje Frutillar.

ITEM Sub-item	Unidad	Cant.	Costo Unitario ($/ha)	Costo Total ($/Ha)		Porc (%)	
				Sub-item	ITEM	Sub-item	ITEM
Costo Aplicación					**2.000**		**5**
Fertilizantes	labor/ha	1	2.000	2.000		5	
							95
Fertilizantes					**41.063**		
Sulpomag	kg/ha	31	104	3.224		7	
Nitroplus	kg/ha	24	121	2.904		7	
Nitromag	kg/ha	111	160	17.760		41	
SFT	kg/ha	95	125	11.875		28	
Muriato de Potasio	kg/ha	53	100	5.300		12	
COSTO TOTAL					**43.063**		**100**

5.3.3 Flujos Netos de Caja.

Finalmente, se realizaron los Flujos Netos de Caja del proyecto de construcción del sistema de drenaje y mejoramiento de praderas en el módulo Frutillar, para los casos de inversión en drenaje sin subsidio y con un subsidio de un 75 % para las obras de drenaje, respectivamente.

En ambos casos, los ingresos incrementales se calcularon con respecto a una condición de pradera natural, considerando ciertos valores para las producciones del precultivo y pradera mejorada, además de parámetros de eficiencia de pastoreo, eficiencia de conversión de materia seca a leche , y precio del litro de leche.

Estos valores asumidos fueron los siguientes :

Producción pradera natural	:	2.500 kg materia seca / ha / año
Producción precultivo	:	9.200 kg materia seca / ha / año
Producción pradera mixta año 1	:	5.000 kg materia seca / ha / año
Producción pradera mixta año 2	:	8.000 kg materia seca / ha / año
Producción pradera mixta año 3	:	9.000 kg materia seca / ha / año
Producción pradera mixta año 4 al 20	:	11.000 kg materia seca/ha/año
Eficiencia de pastoreo	:	60 %
Conversión materia seca a leche	:	1,15 kg materia seca / lt leche
Precio de leche	:	75 $ /lt

5.3.4 Análisis de sensibilidad e indicadores.

En el siguiente Cuadro, se presenta el análisis de sensibilidad según tres precios para el litro de leche, con sus correspondientes indicadores de evaluación económica, en condiciones con y sin subsidio.

Cuadro 30. Análisis de sensibilidad e indicadores económicos para drenaje y mejoramiento de praderas, en Módulo Drenaje Frutillar, para condiciones sin y con subsidio para el drenaje.

SUBSIDIO AL DRENAJE	Precio Leche ($ / lt)	INDICADORES		
		VAN (12 %) ($ / ha)	TIR (%)	PRC (años)
0 %	50	-388.099	4,5	> 20
	75	312.250	17,3	11
	100	1.012.601	28,6	6
75 %	50	- 189.501	7,4	> 20
	75	510.848	23,5	8
	100	1.211.199	40,5	5

En este Cuadro, se puede observar que un precio de leche de 50 $/lt no es rentable, y que en condiciones con subsidio, los indicadores de rentabilidad son superiores, pero en una proporción no muy alta, debido a los altos costos del paquete tecnológico de praderas.

5.3.5 Discusión de los resultados económicos.

Un precio de 50 $/lt de leche no es rentable en condiciones con o sin subsidio a las obras de drenaje. En cambio, un precio de 100 $/lt es claramente rentable.

Para un precio de 75 $/lt, considerado un valor promedio en función de la variación de este parámetro de acuerdo a época del año y estratos de productores, se observa que existe una aceptable rentabilidad, tanto para condiciones con o sin subsidio al drenaje.

En el caso analizado, el costo del paquete tecnológico de mejoramiento de praderas, consistente en el establecimiento y fertilización del precultivo y pradera permanente, es demasiado alto, y si además se considera que se realiza al año 1 (precultivo) y al año 2 (pradera permanente), encarece excesivamente la inversión, afectando la rentabilidad.

Por lo tanto, desde el punto de vista económico, se recomienda que el proceso de mejoramiento de praderas y corrección de la fertilidad, sea concebido en un programa a mayor plazo, parcializando en más años las inversiones en fertilización y en lo posible, iniciar el precultivo con un nivel de fertilidad ya mejorado, de tal forma de disminuir la incidencia de los costos de fertilización derante los primeros años, para así mejorar la rentabilidad.

6. CAPACITACION Y DESARROLLO DE COMUNIDADES DE DRENAJE.

Los suelos de la Región de los Lagos presentan problemas de drenaje de tipo superficial, y de un total de 1.714.484 hectáreas con aptitud agropecuaria, **existen 554.675 hectáreas (32,4%) afectadas por esta limitante**, lo cual restringe severamente el uso del suelo y el desarrollo de las raíces de las plantas, produciéndose pérdidas económicas de tal magnitud, que constituyen un freno para el desarrollo regional.

Debido a la altísima superficie afectada, este tema desborda lo netamente agropecuario y tecnológico, y se ha consolidado el concepto de que **la solución de este problema constituye una poderosa palanca de desarrollo socio-económico para la Región de los Lagos**.

En consecuencia, diversas instituciones públicas (INIA, CNR, SEREMI de Agricultura, INDAP, SAG y DOH-MOP) y agrupaciones de productores han realizado acciones concretas para solucionar este problema, concentrando los esfuerzos en el desarrollo de tecnologías de drenaje y en la construcción de proyectos.

En forma paralela al desarrollo de tecnologías, el INIA y la CNR han impulsado y apoyado decididamente la formulación de proyectos de drenaje para ser presentados a la ley 18.450, mediante la generación de estándares técnicos y la difusión de la Ley 18.450 entre los productores. También, cabe destacar el rol desempeñado por el Programa de Riego y Drenaje Campesino de INDAP, que en los últimos años ha financiado un gran número de estudios presentados a los Concursos de la Ley 18.450, que se han materializado en una importante cantidad de proyectos construídos con bonificación.

Las obras de drenaje construídas mediante la Ley de Fomento en la Xa. Región, corresponden en su mayoría a una Macrored de Zanjas Colectoras y constituyen la primera etapa de un Proceso de Recuperación de Suelos con problemas de drenaje, siendo su objetivo evacuar el agua superficial acumulada y ofrecer una conección para la descarga de las redes intraprediales. No obstante, esta Macrored no constituye la solución total del problema de drenaje a nivel de las raíces de las plantas en el interior de los potreros, ya que por sí sola es imposible que cumpla este objetivo.

Para lograr las adecuadas condiciones de aireación de las raíces se requiere la construcción de una red intrapredial de drenaje, que considere la construcción de colectores intraprediales y de drenes topo en el interior de los potreros. Para lograr lo anterior, se requiere de una capacitación y asesoría técnica a los productores en técnicas de drenaje intraprediales, lo cual en este momento no está siendo implementado en las distintas Comunidades de Drenaje que han construído Macroredes.

Los **objetivos específicos** de ese programa de Capacitación y Desarrollo deben ser:

- Fortalecimiento de las Comunidades de Drenantes, para la Administración y Mantención de las Obras construídas.
- Capacitación y asesoría técnica a agricultores en tecnologías de drenaje intrapredial y en manejo de sistemas productivos en condiciones de drenaje.
- Capacitación de extensionistas en el diagnóstico y reconocimiento de proyectos de drenaje y en el diseño y construcción de obras tipo.

Las **actividades** más relevantes de este Programa deberían ser:

- Diseño de una Estructura Orgánica y Formulación de un marco legal (Estatutos, Reglamento, etc.) para la Administración de la Obra, de acuerdo al nivel cultural y a las necesidades reales de los agricultores, pero concordante en su justa medida con el ordenamiento legal vigente.
- Propuesta de un sistema de financiamiento para la administración, mantención y desarrollo de las obras, en consideración a criterios sociales, económicos y técnicos de las unidades prediales.
- Donación de un arado topo para cada Comunidad de Drenaje.

- Planificación de jornadas talleres para capacitación en tecnologías intraprediales de drenaje a nivel grupal.

- Asesoría Técnica y Capacitación para la construcción de obras intraprediales de drenaje, complementarias con las existentes, en función del interés y la demanda de los agricultores.

- Asesoría Técnica y Capacitación para mantención de las obras existentes.

- Propuesta de un paquete tecnológico de mejoramiento de praderas y cultivos para suelos drenados, de acuerdo a las posibilidades financieras, expectativas de mercado y de implementación de infraestructura y maquinaria de los agricultores.

- Evaluación del Impacto Económico producto del mejoramiento de indicadores productivos.

- Realización de dos Giras Tecnológicas a nivel regional con grupos de agricultores de las Comunidades, para conocer experiencias de otros agricultores de las cuales puedan extraer información útil.

- Realización de una Gira Tecnológica Internacional con los representantes de las Comunidades de Drenaje, a un país de condiciones agroecológicas y productivas de interés, como Nueva Zelandia u otro(s).

7. INVESTIGACION Y DESARROLLO DE TECNOLOGIAS DE DRENAJE.

En general, la investigación y desarrollo en un tema como es el drenaje, es aún muy escasa en Chile, y los esfuerzosen los últimos años se han desplegado a través de Convenios de Investigación y Ttransferencia Tecnológica ejecutados por INIA-Remehue con el financiamiento de la CNR, los cuales se iniciaron el año 1992 con un módulo demostrativo de drenaje en Ancud, Provincia de Chiloé, llegando a una cobertura total de 6 sitios de Investigación y demostración de tecnologías de drenaje, desde Río Bueno hasta Castro. Paralelamente, se ha desarrollado un vasto programa de actividades de extensión y capacitación, como Días de Campo y Cursos, además de la generación de un set de cuatro Manuales Técnicos, un Diaporama y dos Videos.

En estos momentos, se están concentrando los esfuerzos en la capacitación de las Comunidades de Drenaje que han construído obras a través del Susidio de la Ley 18.450 y en la capacitación técnica de los extensionistas que trabajan directamente con los productores, de tal manera de potenciar el impacto de la información generada en los trabajos de investigación, y que en definitiva, este conocimiento quede en el campo.

Un hito marcado en este sentido, ha sido la **generación de un prototipo mejorado del "arado topo"**, implemento que se usa para construir galerías subterráneas por donde se drena el agua de exceso del suelo. Recientemente ha sido entregado como donación a algunas comunidades de drenaje y se fabricará en convenio con una empresa metalmecánica regional.

En forma paralela al desarrollo de tecnologías, el INIA ha impulsado y apoyado decididamente la formulación de proyectos de drenaje para ser presentados a la ley 18.450, mediante la generación de estándares técnicos y la difusión de la Ley 18.450 entre los productores.

También, cabe destacar el rol desempeñado por el Programa de Riego y Drenaje Campesino de INDAP, que en los últimos años ha financiado un gran número de estudios presentados a los Concursos de la Ley 18.450, que se han materializado en una importante cantidad de proyectos construídos con bonificación.

No obstante este esfuerzo realizado fundamentalmente en el ámbito del Desarrollo del Drenaje, es preocupante la escasa actividad de investigación en el tema, lo que puede constituir una importante limitante al desarrollo futuro, sobre todo si se sigue incursionando con proyectos a mayor escala.

Al respecto, se considera de prioridad, impulsar las siguientes Lúineas de Investigación en el tema.

Validación de las relaciones Precipitación-Escorrentía para Diseño de Sistemas de Drenaje Superficial en la Xa. Región.

Se requiere establecer metodologías para el cálculo de la Escorrentía para las condiciones regionales de suelo, topografía y precipitaciones, ya que los métodos clásicos no dan resultados confiables y existe gran disparidad de resultados entre métodos alternativos. Además, las actuales Bases Técnicas de la Ley 18.450 sólo consideran el cálculo de la recarga para condiciones de drenaje subsuperficial, que no es el caso de la Xa. Región. No puede ser que la información clave en que se sustenta el diseño, cálculo, cubicación, presupuesto y funcionamiento de las obras de toda una región no esté suficientemente definida.

Desarrollo de Tecnología de Control de Sistemas de Drenaje Superficial en la Zona Sur.

Con respecto a la situación sin proyecto, las Obras de Drenaje transforman la condición hídrica estival en normal, observándose este fenómeno como una "desventaja" por parte de los productores. Se deben generar normas técnicas para el diseño, construcción y operación de sistemas de Control de los caudales de Drenaje, lo que puede ser a la forma de compuertas u otras estructuras, e incluso sistemas de recirculación de bajo costo de estas aguas, y en lo posible que estas tecnologías puedan ser incorporadas y financiadas en los Proyectos de la ley 18.450.

Efectos Ambientales del Drenaje en la Zona Sur.

El drenaje superficial provoca un cambio espacial y temporal en el régimen de Escorrentias, traducido principalmente en una disminución del tiempo de concentración de la cuenca y en un aumenro de los *Caudales Máximos* de la crecida. Se desconoce actualmente el efecto de estos cambios en el transporte de nutrientes y sólidos de las aguas y en las propiedades físicas, químicas y biológicas del sistema suelo-cobertura, y sus eventuales medidas de mitigación o control. Esto es un problema de escala, ya que con algunas miles de ha intervenidas no se nota, pero si vemos el futuro con cientos de has. drenadas, la cosa no es tan simple.

8. POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES DE PROYECTOS DE DRENAJE.

El presente Capítulo tiene como objetivo entregar algunos elementos de juicio, para tener en consideración en la evaluación ambiental de los proyectos de drenaje para las diferentes etapas de ejecución (etapa de construcción, operación y abandono), es decir, se han identificado algunos potenciales impactos ambientales que se podrían presentar en proyectos de este tipo.

El efecto ambiental de la construcción, operación y abandono de un proyecto de drenaje puede ser muy variado y dependerá entre otros, de la magnitud del proyecto y de la fragilidad del ecosistema donde éste tenga lugar.

Para evaluar el impacto ambiental de los potenciales efectos que genera la instalación de un sistema de drenaje se deben considerar los impactos aguas arriba, los impactos aguas abajo y en el lugar mismo donde se localiza el proyecto (Ritzema y Braun (1993) citados por Salgado (1999)).

8.1 EFECTOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO.

8.1.1 Pérdidas de terrenos húmedos.

Se pierden terrenos que por su condición de humedad sustentan comunidades específicas de plantas y animales. Estos terrenos pueden ser de gran valor para la vida silvestre, recreacional e incluso como áreas de recarga de los acuíferos.

8.1.2 Erosión.

La erosión es inducida por el hombre al realizar aciones de corta de vegetación, enderezamiento de cauces, excavación del lecho del río, excavación de zanjas, evacuación de excedentes, construcción de obras, emparejamiento de suelos, entre otros. Los efectos se manifiestan por el arrastre de partículas hacia los cauces, zanjas y drenes de tubo depositándolos en su interior. El enturbiamiento de las aguas impide el paso de la luz solar con consecuencias sobre la vida de las especies animales y vegetales dulceacuícolas.

8.1.3 Salinización

El efecto de salinización se refiere a la acumulación de sales solubles en superficie o en el perfil del suelo afectando especies vegetales y animales. Eventualmente el drenaje de un suelo puede ser una fuente adicional de sales. El caso se produce cuando al bajar el nivel freático en un sector se induce el movimiento de aguas con alto contenido de sales desde otro sector o cuando el flujo de agua subterránea moviliza sales desde mayores profundidades del suelo. En ambos casos se aumenta la salinidad del efluente el cual a su vez puede tener efectos ambientales aguas abajo de la zona del proyecto.

8.1.4 Disminución del nivel freático

Si bien es cierto este es el objetivo principal del drenaje subsuperficial, la sistemática y permanente disminución de la profundidad del nivel freático podría tener efectos en la conservación de las especies vegetales.

8.1.5 Subsidencia.

Es el descenso del nivel del suelo como producto de la eliminación del agua en terrenos que contienen alto contenido de materia orgánica, lo que ocurre como consecuencia del drenaje, posterior compactación y agrietamiento. Especialmente grave es la subsidencia irreversible que se produce en suelos de turba como resultado de un violento y acelerado proceso de oxidación el cual tiene graves efectos en el medio ambiente, especialmente en la biología y en la química del suelo.

8.1.6 Filtraciones

El abatimiento del nivel freático dentro del área del proyecto puede aumentar las filtraciones desde el área contigua debido a un aumento de la carga hidráulica. Si el agua que se filtra es dulce, el único efecto que ocasiona es el aumento del caudal de agua que tiene que eliminar el sistema. Si el agua es salobre o definitivamente salina, existe el riesgo de introducir sales hacia el interior del área drenada y, por lo tanto aumenta el riesgo de salinización el que a su vez salinizará aguas abajo del área del proyecto.

8.1.7 Lixiviación de nutrientes pesticidas y otros

Al construirse un sistema de drenaje se provee de un sistema de descarga de las agua superficiales y sub superficiales, las cuales actúan como vehículo para toda clase de elementos solubles que son o están almacenados en el suelo. Estos elementos (nutrientes, herbicidas, pesticidas, materia orgánica, sales, y algunos otros elementos tóxicos) pueden ser lixiviados del suelo y contaminar el agua de drenaje.

El transporte de nitrógeno y fósforo es considerablemente mayor en condiciones de drenaje convencional que controlado. Así mismo, el transporte de Nitrógeno es mayor en los sistemas de drenaje subsuperficial y el de fósforo en drenaje los de superficial, lo cual está en íntima relación con la solubilidad y forma de transporte de ambos elementos. (Evans y colaboradores, 1995)

8.2 EFECTOS AGUAS ABAJO DEL ÁREA DEL PROYECTO.

Los efectos observados aguas abajo de un sistema de drenaje se relacionan con la calidad del agua eliminada en el efluente y con las filtraciones de los drenes.

8.2.1 Eliminación de los efluentes.

La eliminación de los efluentes puede ocasionar problemas que varían de acuerdo a la situación climática dependiendo de si éste es húmedo, árido o semiárido.

En climas húmedos la eliminación de los efluentes no ocasiona problemas por cuanto existe una extensa red de drenaje natural que facilita la descarga, en este caso, el problema fundamental esta asociado a la cantidad de fertilizantes, pesticidas, insecticidas y todo tipo de sustancias tóxicas que puede transportar el agua y que se juntan a aguas superficiales o subsuperficiales más limpias. Esta última, dependiendo de las variaciones de caudales en el efluente puede ocasionar considerables efectos negativos en la salud de las personas y el ecosistema, dependiendo de la sensibilidad del mismo.

En zonas áridas y semiáridas el objetivo fundamental del drenaje es eliminar el exceso de sales que se han acumulado en el perfil del suelo, debido al desbalance entre precipitación y evapotranspiración. Esta situación natural se ve acelerada cuando estos suelos son regados puesto que es posible que se desarrollen concentraciones peligrosas de sales en la zona radicular que pueden dañar a los cultivos y crear salinización de la superficie por efecto del ascenso capilar. El manejo del riego en suelos salinos requiere de la aplicación de grandes volúmenes de agua, superiores a los requerimientos de agua de las plantas con el propósito de provocar el descenso de las sales en el perfil del suelo, pero la consecuencia directa es que el agua que se drena contiene altas concentraciones de sales solubles. Si esta agua se evacua a través de un sistema de drenaje, la concentración de sales puede ser eventualmente muy elevada y afectar seriamente el hábitat y las condiciones de vida de los organismos acuáticos y, además, deteriorar la calidad del agua de los cauces.

8.2.2 Filtraciones desde drenes.

Cuando los drenes colectores y principales de un sistema son zanjas abiertas y deben transportar grandes caudales de agua de drenaje y cuando la cota del agua dentro de éstos está por encima de la cota del suelo adyacente, es posible esperar filtraciones a lo largo de su recorrido. Como consecuencia se pueden crear nuevos problemas de drenaje y además, problema de salinidad si el agua que transportan tiene alto contenido de sales.

Este problema se presenta durante la fase de operación del proyecto.

8.3 EFECTOS AGUAS ARRIBA DEL ÁREA DE ESTUDIO

La disminución del nivel freático en el área del proyecto generalmente provoca una mayor filtración hacia esa área y como consecuencia de esto una disminución del nivel freático aguas arriba de la misma. De ello se concluye que, indirectamente, es posible beneficiar áreas cercanas al proyecto; sin embargo se debe tener presente que este efecto puede ser indeseable pues podría alterar o modificar la productividad de este sector.

Esto podría suceder por ejemplo al instalarse un sistema de drenaje cercano a un acumulador o paralelo a un canal de riego. Al aumentarse la diferencia de carga hidráulica entre los drenes y el acumulador de agua o el canal, se favorece el movimiento de agua hacia los drenes. Si el suelo fuera muy permeable el daño podrá ser importante.

8.4 IMPACTOS SOBRE LA FLORA Y FAUNA.

Por corta de vegetación y modificación de hábitat para la habilitación de terrenos para ganadería o agricultura.

Debido a que la disminución del nivel freático en el área del proyecto generalmente crea un gradiente hidráulico y por lo tanto, una mayor filtración hacia esa área y como consecuencia de esto una disminución del nivel de las aguas, aguas arriba de la misma. Esto deja al descubierto los bordes de los ríos o cuerpos de agua dulce, haciendo que la flora de la orilla se extinga, con lo cual se pierde una zona de corredor o de nidificación de la fauna acuática que hace sus madrigueras en las orillas. La magnitud del daño dependerá de la extensión de la zona desecada. Este fenómeno ha sido observado en el caso del "huillín" en la IX Región; Centrar en bofedales y cursos receptores, IX, X, XI XII

Por habilitación de cauce receptor mediante limpieza y corta de vegetación: la vegetación en las riveras de los ríos y arroyos sirve para impedir los daños de las repentinas inundaciones, evitar la radiación solar directa, controlar la temperatura del cuerpo de agua, influyendo así en el oxígeno disuelto, formar diferentes microhábitats sobre toda la extensión del cauce, y puede servir como marcas de referencia dentro del comportamiento territorial de peces (White 1973, Campos 1977, Hicks y Reeves 1994). La vegetación en las riberas también es utilizada como corredor natural para la fauna silvestre y como refugio para madrigueras de especies acuáticas. Estas modificaciones de hábitat pueden significar una reducción de la capacidad de carga y una simplificación de la cadena alimenticia, que dan por resultado comunidades dominadas por una especie, poblaciones pobres de peces y crustáceos, y pérdida de la riqueza de especies vegetales. Es decir el lecho y cauce natural de un río o arroyo en conjunto con la vegetación de sus riberas conforman una diversidad de hábitats que influye en la estructura, abundancia, diversidad y composición de la comunidad acuática y de fauna silvestre asociada.

8.5 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación se proponen en la etapa de diseño del proyecto y es una manera de prevenir, reparar o compensar los probables daños que ocasionará el sistema de drenaje.

8.5.1 Para mitigar efectos dentro del área del proyecto.

8.5.1.1 EN LA PÉRDIDA DE TERRENOS HÚMEDOS.

Algunas medidas son a) Realizar una adecuada planificación para disminuir el área afectada, reservando lugares en su condición original. b) Controlar los volúmenes de agua extraída.

8.5.1.2 EROSIÓN

Se recomienda las siguientes medidas: a) Evitar velocidad excesiva del agua tanto en drenes de tubo como de zanjas a través de un adecuado diseño del Sistema de Drenaje b) Revegetar y/o sembrar praderas permanentes en aquellos lugares en que se ha alterado la cubierta vegetal existente quedando el suelo expuesto a la erosión. c) Sembrar con praderas los taludes de las zanjar y drenes en V .

8.5.1.3 SALINIZACIÓN

Se debe considerar el lavado de los suelos cada cierto tiempo y por lo tanto el sistema de drenaje debe tener la capacidad para eliminar los excedentes de agua provenientes del lavado.

8.5.1.4 DESCENSO EL NIVEL FREÁTICO

Algunas medidas pueden ser a) Instalar un sistema de drenaje controlando a través de compuertas la altura del nivel freático. b) Aplicar agua de riego para subir artificialmente el nivel freático en períodos críticos.

8.5.1.5 SUBSIDENCIA

Algunas medidas para mantener el sistema de drenaje controlado, es mediante estructuras y/o aducción de agua y b) Evitar la sobre explotación de agua mediante la autorización o inscripción de pozos para bombeo de agua.

8.5.1.6 FILTRACIONES

Algunas medidas para minimizar este efecto pueden ser a) Evitar el drenaje mediante pozos en áreas cercanas a la costa. b) Construir drenes interceptores para impedir el acceso de las filtraciones al área del proyecto.

8.5.1.7 LIXIVIACIÓN DE NUTRIENTES, PESTICIDAS Y OTROS.

Hacer aplicaciones controladas de nitratos, fosfatos, pesticidas, herbicidas, entre otros, de modo de minimizar los excedentes que queden en el suelo. b) Reutilizar para riego tales aguas con el propósito de dar la oportunidad para que las plantas puedan utilizar parte de los excedentes que éstas contienen.

8.5.2 Efectos aguas abajo del área del proyecto.

8.5.2.1 ELIMINACIÓN DE LOS EFLUENTES.

Para reducir el impacto se recomienda a) desalinizar el agua de drenaje, para su reutilización o evacuación; b) descargar preferentemente en aguas superficiales si las condiciones lo permiten; c) para prevenir se debe mejorar la eficiencia del riego y mejorar la eficiencia del drenaje manejando la profundidad del nivel freático durante una parte del año.

8.5.2.2 FILTRACIONES DESDE DRENES

Para prevenir los daños es factible tomar las siguientes medidas: a) impermeabilizar las paredes y fondos de los drenes zanja, y b) utilizar drenes colectores entubados.

8.5.3 Efectos aguas arriba del área de estudio

Para prevenir los efectos indeseables, como el descenso del nivel freático en pozos de agua para consumo humano, el sistema de drenaje deberá instalarse a una distancia adecuada del predio vecino.

9. ANALISIS DE LA INSTUCIONALIDAD RELACIONADA.

9.1 INSTRUMENTOS DE FOMENTO A CONSULTORÍA (PREINVERSIÓN).

En este ámbito, destaca la importancia del instrumento FAT de CORFO, el que debería ser fortalecido con mayores recursos.

También destaca el financiamiento propio que entrega INDAP para la realización de estudios para la Ley 18.450, fundamental e imprescindible para los pequeños agricultores y que debería también contar con mayores recursos.

9.2 INSTRUMENTOS DE FOMENTO A LA INVERSIÓN.

Sin duda el instrumento más importante es la Ley 18.450, seguido de los instrumentos propios que posee el INDAP, como el Bono de Riego Campesino y el Proyecto Asociativo.

Se considera que lo más relevante para optimizar la aplicación y aprovechamiento de la Ley de Fomento para Proyectos de drenaje es realizar cambios sustanciales en las Bases Técnicas para Proyectos de Drenaje Superficial, específicamente insertando un Capítulo independiente para Cálculo de Caudal de Diseño y simplificando en muchos aspectos el Estudio Agrológico solicitado.

Específicamente, se recomienda instruir el uso del Método Curva Número para el cálculo de Escorrentía en Proyectos de Drenaje Superficial, adaptado por Rojas (1984).

Con respecto al Estudio Agrológico, para proyectos de drenaje superficial se sugiere eliminar la exigencia de los siguientes parámetros: salinidad, conductividad hidráulica, permeabilidad, clases de profundidad y humedad del suelo, sodicidad, constantes hídricas (PMP, CC y Da) y características químicas.

Se recomienda que el estudio agrológico solicitado para proyectos de drenaje superficial deba contener sólo lo siguiente: Definición de Series y fases de suelo presentes, clasificación interpretativa de clases, subclases y unidades de capacidad de uso actuales y potenciales con drenaje, clases de drenaje de las unidades cartográficas, textura, Mapa de de Capacidad de Uso actual y futura y Mapa de suelos y Clases de Drenaje.

9.3 INSTRUMENTOS DE CRÉDITO A PROYECTOS SELECCIONADOS.

El BECH posee una línea de Créditos especiales que aceptan el certificado de Bonificación como garantía, pero en la práctica resulta bastante engorrosa la gestión, y en general, la banca privada es reticente a entregar recursos, fundamentalmente porque depende además del agricultor, de la calidad del trabajo de instalación por parte del contratista, y de la agilidad de los funcionarios públicos que reciben la obra.

Ante esto, es imprescindible fortalecer estos mecanismos de Crédito.

9.4 LEGISLACIÓN COMPLEMENTARIA.

En algunos casos, es pertinente que los Proyectos de Drenaje ingresen al SEIA, pero en la práctica esto ha ocasionado una marcada reticencia de parte de los privados, y ha ocasionado una importante merma en la presentación de Proyectos.

Se ha detectado que la rapidez de resolución por parte de CONAMA es muy lenta y no guarda relación con los plazos de la Ley 18.450 y tampoco con la agilidad intrínseca del sector privado.

Se sugiere que se establezcan áreas territoriales en que se declaren exentos de ingresos el SEIA a los Proyectos de Drenaje, o buscar mecanismos que permitan minimizar el tiempo y recursos gastados en este proceso, evitando la incertidumbre y las molestias que en la práctica ocasiona.

9.5 ESTRUCTURA OPERATIVA.

La mayor deficiencia detectada corresponde a la disponibilidad de recursos y personal para enfrentar un aumento de la cantidad de Proyectos en la Xª Región, los que deben ser evaluados, fiscalizados, recepcionados y tramitados por las Comisiones Regionales de Riego, que en estos momentos requieren ser reforzados para cumplir esta labor.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El análisis de la situación actual y la experiencia acumulada indica que los grandes temas que se deberán abordar en relación al desarrollo futuro del drenaje son:

- Enfrentar decididamente un Gran Programa de Construcción de Obras Mayores de Drenaje.
- Fortalecimiento de las Comunidades de Drenantes, para la Administración y Mantención de las Obras construídas.
- Validar Metodologías de Cálculo de Escorrentía para las condiciones de la Xa. Región.
- Capacitación y asesoría técnica a agricultores en tecnologías de drenaje intrapredial y en manejo de sistemas productivos en condiciones de drenaje.
- Capacitación de extensionistas en el diagnóstico y reconocimiento de proyectos de drenaje y en el diseño y construcción de obras tipo.
- Fortalecimiento de la calidad y cantidad de los proyectos presentados a la Ley 18.450, así como de la capacidad y calificación de los profesionales consultores.
- Establecimiento de un sistema de crédito de enlace para la construcción del proyecto, ya que la bonificación es entregada una vez recibida la obra, y los costos durante la construcción misma, deben ser prefinanciados por los beneficiados.
- Establecimiento de una Red de Empresas Contratistas, para la construcción y mantención de las obras.
- Perfeccionamiento de las Bases Técnicas de los Concursos de Drenaje de la Ley 18.450, de tal manera de reducir los costos y hacer lo más simple posible los estudios necesarios.
- Aumento de las obras de drenaje del tipo Macroredes, en lo posible incorporando superficies a nivel de cuencas hidrográficas.
- Aclarar, simplificar y hacer lo más expedito posible el cumplimiento de las disposiciones legales medioambientales.

Finalmente, se podría señalar que en los años recientes se ha logrado un notorio desarrollo en el mejoramiento tecnológico y en la cantidad de proyectos construídos, pero es evidente que a la luz de las cifras de superficie afectada, aún queda pendiente una tarea de inmensa envergadura, que debería ser abordada mediante un esfuerzo conjunto entre el Estado y el Sector Privado, mediante gran Programa para la Construcción de obras de Drenaje.

11. BIBLIOGRAFIA.

1) ALCAYAGA C., SERGIO. 1964. Características generales de los suelos de Ñadis. En: Mesa redonda de Suelos Volcánicos. Sociedad Agronómica de Chile. Valdivia, Chile. pp. 1-13.

2) ALCAYAGA C., SERGIO. 1966. Carta Agrológica de los suelos de Ñadis de la Provincia de Osorno. CORFO, Publicación Técnica N° 1. Stgo., Chile.

3) AYALA Y CABRERA Y ASOCIADOS. 2000. Diagnóstico actual del Riego y Drenaje en Chile y su proyección. Segunda Etapa. Informe Técnico N°3. Diagnóstico Riego y Drenaje Riegiones VIII, IX y X. Comisión Nacional de Riego.

4) AYALA Y CABRERA Y ASOCIADOS. 1998. Programa de Recuperación y Rehabilitación de tierras con riego y drenaje en las Regiones IX y X. Informe Final. Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas.

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

6) DIAZ V., CARLOS Y COLABORADORES. 1958. Estudio sobre habilitación de los Ñadis, o suelos húmedos, del Departamento de Puerto Varas. Agricultura Técnica, Año XVIII, N° 2. Stgo., Chile. pp. 412-486.

7) GOIC M., LJUBO; SIEBALD SCH., ENRIQUE; TORRES B., ALFREDO. 1988,1989, 1990 Y 1991. Tres sistemas de manejo para vacas de cría en suelos de Ñadi. Informes Técnicos del Programa Carne y del Programa Praderas (documentos de circulación interna). Estación Experimental Remehue (INIA). Osorno, Chile.

8) MELLA L., ARNOLDO; KUNHE G., ALBERTO. 1985. Sistemática y Descripción de las Familias, Asociaciones y Series de suelos derivados de materiales piroclásticos de la Zona Central-Sur de Chile. En: Suelos Volcánicos de Chile. Capítulo 8. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. Stgo., Chile.

9) MEYER, W. 1982. Diccionario Geográfico-Entomológico indígena de las provincias de Valdivia, Osorno y Llanquihue. Editorial Universitaria, 306 p.

10) NARBONA G., MANUEL. 1964. Asociación Ñadi Frutillar. En: Mesa redonda de Suelos Volcánicos. Sociedad Agronómica de Chile. Valdivia, Chile. pp. 37-42.

11) ORTEGA C., LEOPOLDO. 1988. Diagnóstico del Drenaje de la Décima Región. Boletín Técnico N° 127, Estación Experimental Remehue (INIA). Osorno, Chile.

12) ORTEGA C., LEOPOLDO. 1989. Drenaje de Suelos Ñadis. En: Investigación y Progreso Agropecuario Remehue N° 10, pp. 3-7, Estación Experimental Remehue (INIA). Osorno, Chile.

13) ORTEGA C., LEOPOLDO; CASTRO M., M.; ACUÑA L.,M. 1993. Perfil Técnico-Económico Proyecto Macrored de drenaje Ñadi Frutillar Xa. Región. Secretaría Regional Ministerial de Agricultura Xa. Región (documento interno de circulación restringida). Pto. Montt. 77 p.

14) ORTEGA, C.L. 1996. Drenaje de suelos ñadis. INIA-Remehue; Comisión Nacional de Riego. Cartilla divulgativa.

15) ORTEGA C., LEOPOLDO. 1997. Normas técnicas para la construcción de obras de drenaje superficial. Cartilla Divulgativa N°3 Proyecto INIA/CNR "Estudio de Investigación y Validación de Tecnología de Drenaje en las IX, X y XI Regiones". Centro Regional de Investigación Remehue-INIA. Osorno, Chile. 37 p.

16) ORTEGA C., LEOPOLDO. 1998. Proyecto Drenaje Frutillar-Pellines. Proyecto seleccionado en Concurso 133 de la Ley 18.450.

17) ORTEGA C., LEOPOLDO. 2000. Informe Final Estudio "Programa de Aplicación de Tecnología de Drenaje en las Regiones IX y X". (INIA/CNR). Centro Regional de Investigación Remehue-INIA. Osorno, Chile.

18) ROJAS, RAFAEL M. 1984. Drenaje superficial en tierras agrícolas. Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras CIDIAT. Serie Riego y Drenaje RD-21. Mérida, Venezuela. 96 p.

19) ROJAS, RAFAEL M. 1984. Estimación del tiempo de drenaje. Material de enseñanza. Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras CIDIAT. Mérida, Venezuela.

20) ROJAS, RAFAEL M. 1991. Diseño de drenaje superficial. En: Drenaje de tierras agrícolas. Capítulo 14. Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras CIDIAT. Serie Riego y Drenaje RD-39. Mérida, Venezuela.

21) SALGADO S., LUIS. 2000. Manual de Estándares Técnicos y Económicos para Obras de Drenaje. Comisión Nacional de Riego. Chillán 314 p.

22) SIEBALD SCH., ENRIQUE; GOIC M., LJUBO; NAVARRO D., HUMBERTO; MATZNER K., MARIO. 1987. Sistemas de cría en suelos Ñadi de la Xa. Región. Boletín Técnico N° 112, Estación Experimental Remehue (INIA). Osorno, Chile.

23) TEUBER K., NOLBERTO. 1988. La pradera en los suelos Ñadi de la X Región. En: Praderas para Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. Stgo., Chile. pp. 493-504.

24) TORO, JULIA. 2000. Evaluación Ambiental. En : Curso "Formulación de Proyectos de Drenaje para la Ley 18.450". Proyecto Capacitación FDI/CNR/INIA/U. de Concep.

25) WRIGHT, C. 1965. The volcanic ash soils of Chile. Report to the Government of Chile. FAO (Rome), Rep. N° 2017. 201 p.