

Captación externa

*René van Veenhuizen,
Oficial Profesional Asociado en Suelos, FAO*

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe las técnicas de captación de agua de lluvia generalmente referidas como “Captación Externa”, “Captación de Agua de Rampas Largas” o “Mayores Longitudes en el Área de Captación” o “Captación de Microcuencas”.

En el Tomo I se definió las características principales de los sistemas de Captación Externa:

- ❑ Captación de aguas de escorrentía superficial, laminar y de arroyos.
- ❑ Escorrentía superficial almacenada en el perfil del suelo.
- ❑ Área de captación, generalmente de 30 a 200 metros de largo.
- ❑ Relación área de captación/área de plantas usualmente de 2:1 a 10:1.
- ❑ Vía preparada para aliviadero del exceso de agua.
- ❑ Crecimiento irregular de las plantas a menos que se nivele el terreno.

Los ejemplos típicos descritos en el Tomo I son: “Bordos Trapezoidales” (para cultivos) y “Bordos de Piedra en Contorno” (para cultivos).

El documento del Banco Mundial (1988), describe sistemas de captación de lluvia con una longitud del área de captación de 50 a 150 metros (depende de la precipitación y de otros factores importantes), trata sobre el cálculo de la proporción área de captación/área de plantas y recomienda realizar las obras en laderas con una pendiente menor a 2-3%, para evitar construir bordos demasiado altos. Estos sistemas comúnmente se usan para cultivos. Generalmente necesitan inversiones de mano de obra y de capital en la implementación y en el mantenimiento.

En este capítulo se describe experiencias en Chile, Argentina, Perú y Brasil. Además se incluye la captación de nieblas con experiencias de Chile y Perú. Un caso especial es el que Néstor Cabas describe de una experiencia de Chile sobre la “Derivación temporal de torrentes y sus álveos”, a continuación.

PEQUEÑAS OBRAS PARA CAPTAR AGUA LLUVIA Y UTILIZAR VERTIENTES EN EL SECANO INTERIOR DE LA VII REGIÓN, CHILE

*Néstor Cabas,
INIA Cauquenes, Chile*

Antecedentes históricos

En Chile existen numerosas zonas geográficas en las cuales se han establecido obras de captación de agua desde tiempos inmemoriales. Actualmente algunas de las obras de captación tienen fines industriales de producción de energía eléctrica y otros fines de riego, pero a menudo cuentan con un alto costo de construcción.

El promedio anual de precipitaciones para Cauquenes es de 660,8 mm (**cuadro 9**), concentrada en los meses de mayo a agosto. Estas precipitaciones ocasionan fuertes caudales de escorrentía, con arrastres de ramas, piedras y otros materiales. Los arrastres son los principales limitantes para obras de almacenamiento de agua otorgándoles una escasa vida útil por la acumulación de sedimentos en la hoyo o por la destrucción de su muro debido a los violentos golpes del flujo de agua. La finalidad de las obras que se va a describir es regar superficies promedio de 1 ha, por lo general, con cultivos tradicionales como porotos (*Phaseolus vulgaris* L.), maíz (*Zea mays* L.) y papa (*Solanum tuberosum* L.) etc, de baja rentabilidad por su llegada al mercado en fechas no favorables en precio.

Cuadro 9. Precipitación promedio mensual, anual y valores máximos y mínimos registrados en la estación meteorológica de la subestación experimental de Cauquenes, 1959-1991.

MESES													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Prom.	7,6	4,2	10,3	38,2	117,8	148,7	144,6	83,0	84,0	29,1	16,8	9,5	660,8
Máx.	42,0	60,3	55,2	178,8	380,3	416,9	341,0	231,3	139,3	101,3	71,2	82,4	
Min.	0,0	0,0	0,0	6,4	24,9	27,8	16,3	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	

Aspectos Técnicos

Descripción

La obra de captación de agua diseñada permite captar el agua de la escorrentía inmediata producida por la lluvia del período de primavera y el agua de vertientes durante primavera y verano. Durante el invierno se desarma su muro formado por paneles de metal de 3 mm de espesor, de un metro de ancho por una altura no superior a tres metros, soportados sobre fierros tubulares de 100x100x4 mm de espesor. Así la construcción permite el libre escurrimiento de los caudales invernales mayores, armándose nuevamente la estructura en primavera. Lo anterior asociado con cultivos de rentables trabajados en una superficie no superior a una hectárea que permita trabajar durante todo el año al grupo familiar, genera producción y trabajo para el núcleo familiar. La tecnología de riego empleada se basa en sistemas presurizados de bajo costo que funcionan gravitacionalmente, como es el caso del riego por cintas.

Objetivo

- Captar agua de vertientes y de lluvia, con estructuras de bajo costo y que puedan retirarse cuando ocurren los caudales mayores de invierno, para regar en primavera-verano cultivos rentables en una superficie promedio de una hectárea, con la mano de obra del grupo familiar.
- Asegurar la multiplicación de las obras, a través del sistema de asistencia técnica normal, que tiene el pequeño agricultor en el secano.

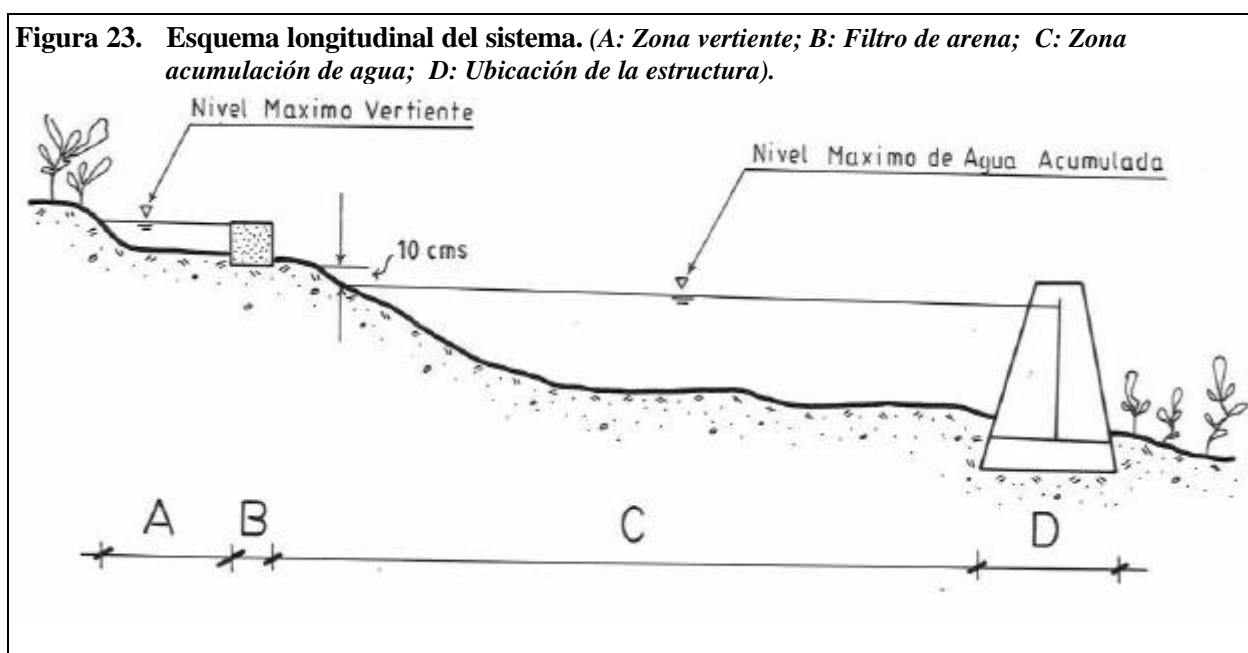
Ubicación

Las obras, al necesitarse, pueden ser ubicadas en pequeñas microcuencas, con pendientes suaves y fuertes, considerando una diferencia de altura entre la ubicación de la obra y el área de riego, para poder utilizar sistemas de riego presurizado que funcionen gravitacionalmente.

Trazo

Se efectúa un levantamiento topográfico del área de la microcuenca que será utilizada, para cuantificar el volumen de agua a almacenar. La altura de la lámina del muro debe ser proporcional a la capacidad de recuperación de la vertiente en un período máximo de 48 horas.

Trazado el nivel de aguas máxima acumulada en la estructura de acumulación, este debe estar ubicado 10 cm. más bajo que el lecho de la vertiente de tal forma de permitir un flujo entre la vertiente y la zona de acumulación de agua, para ubicar entre ambos, una estructura que contenga arena para filtrar el agua de las partículas más gruesas provenientes del área de la vertiente y, en especial, para controlar un alto porcentaje de bacterias que asegure la calidad del agua de riego (**figura 23**).



Construcción

La obra se ubica en sectores del cauce o cárcava, dónde se utiliza la vegetación natural para disminuir las pérdidas por evaporación causadas por la acción del viento y el sol, tratando de no alterar la vegetación existente en torno a la obra y fuente de agua.

Se seleccionan microcuencas que permitan acumular agua de la escorrentía inmediata producida por la lluvia durante la primavera y tengan la capacidad de almacenar el volumen de agua aportada por los álveos de los cauces o vertientes, durante un período máximo de 48 horas de flujo continuo.

El principal aporte de agua para la obra lo constituyen los álveos o las vertientes. El agua de escorrentía se considera en forma secundaria, por la poca capacidad de almacenaje de la obra en el cauce y la baja precipitación en los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero que constituyen el período de riego.

El aprovechamiento de agua de un álveo o vertiente puede ser tan simple que no requiera de una estructura de almacenaje de agua, si se requiere, el diseño de la estructura, debe ser proporcional al caudal de agua que ésta capta así como a la capacidad de almacenamiento del vaso, luego, a un mayor volumen de agua a almacenar, mayor la dimensión de la obra, con una altura de muro máxima de 2,5 metros.

Las estructuras pueden ser de varios tipos, con el principio común de armarse antes del período de riego y desarmarse antes de las lluvias de invierno, para evitar el daño y el azolve o embancamiento que ocasiona el material arrastrado por la escorrentía superficial. Poseen un vertedero comprendido por el espacio entre el límite superior de la lámina y la parte superior del muro de concreto armado, ubicándose muro y vertedero en la misma zona.

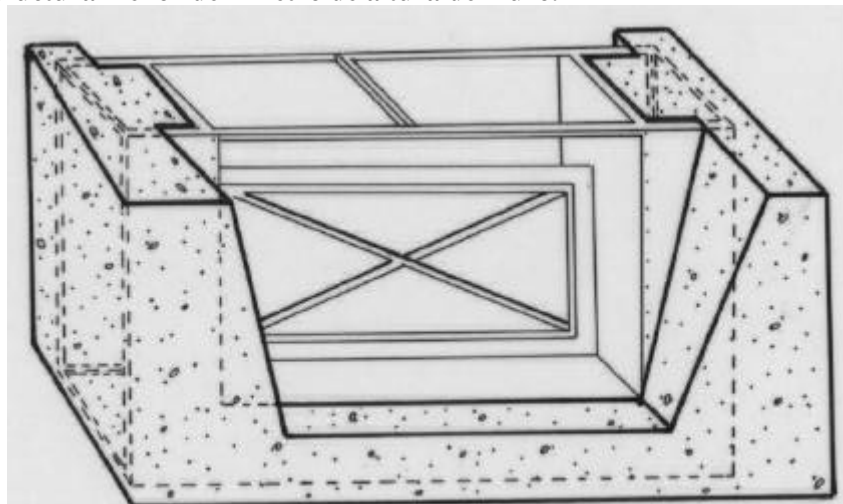
En el diseño de la obra, se plantea una relación mínima de 1,0 metros de base por cada metro de altura de muro, para dar una adecuada resistencia a la estructura ante las eventuales escorrentías de primavera.

Tipos de estructuras

A. Estructura menor a 1 metro de altura de muro

Se instala sobre el concreto armado, el cual va anclado al estrato impermeable del lecho del cauce. Es una estructura simple soportada por pernos sobre el concreto a través de fierro angular 30x30x3 mm, laminado (**figura 24**).

Figura 24. Estructura menor de 1 metro de altura de muro.



B. Estructura de 1 a 2 metros de altura de muro

Es una estructura de mayor complejidad requiere una lámina de hierro de 1,5 - 2,0 mm de espesor y fierro angular de 50x50x3 mm que sustenten las láminas centrales, cimentadas sobre concreto armado (**figuras 25 y 26**).

Figura 25. Estructura para 1 a 2 metros de altura de muro.

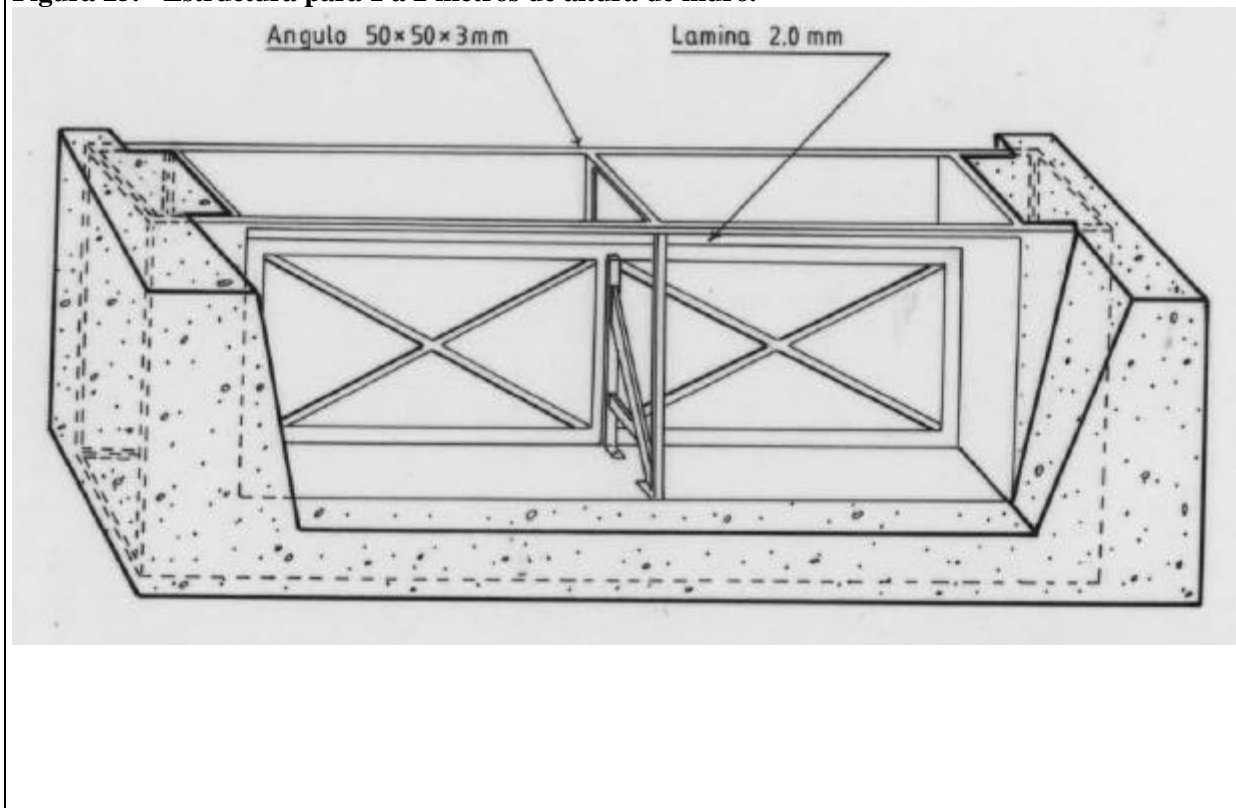
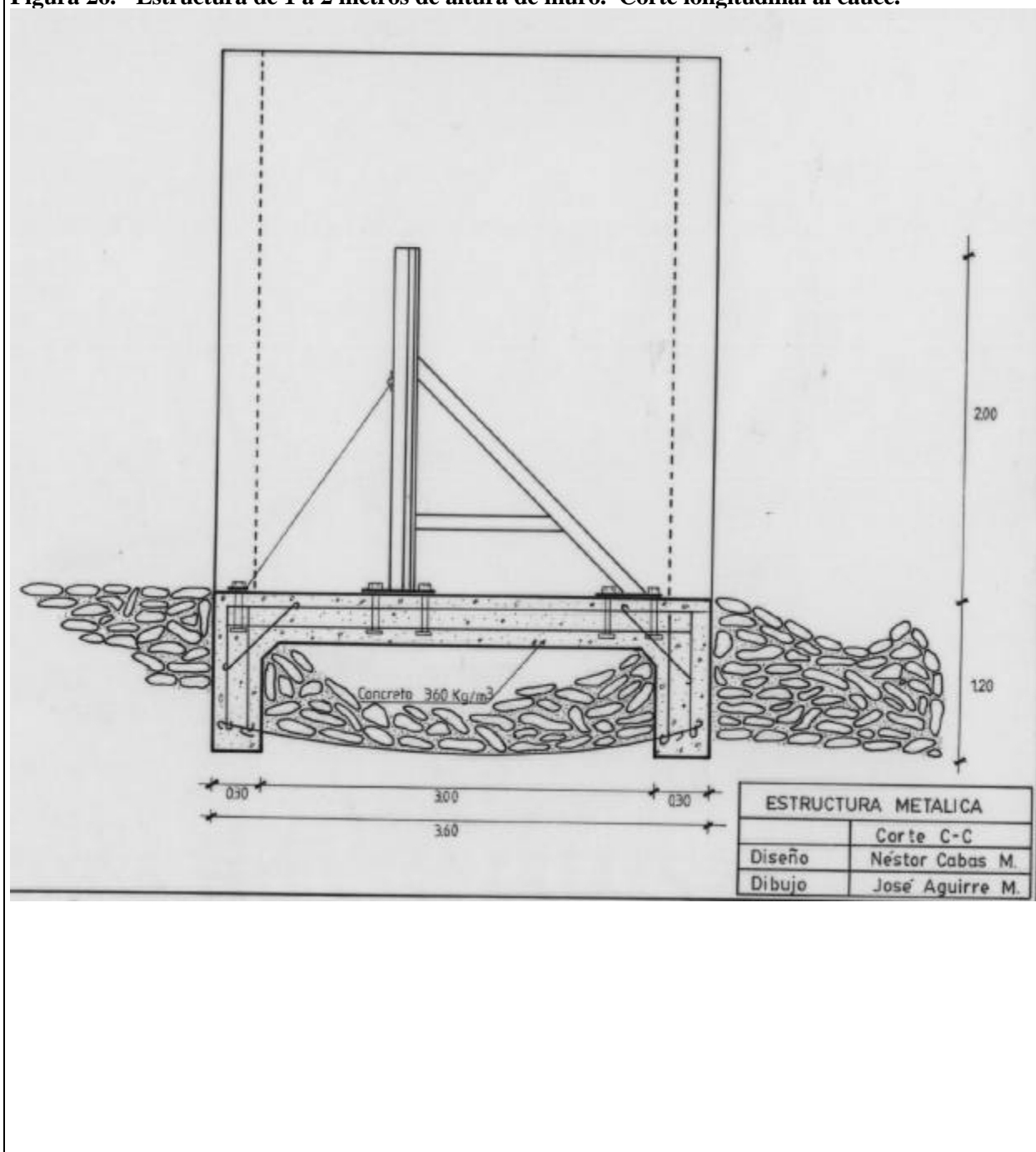


Figura 26. Estructura de 1 a 2 metros de altura de muro. Corte longitudinal al cauce.

C. *Estructura de 2 a 2,5 metros de altura de muro*

Formada por láminas de metal de 2,5 - 3 mm de espesor, con un metro de ancho por 2,5 metros de altura máxima, soportada entre pilares de fierro tubular 100x100x3 mm, anclados por pernos de 3/4 de pulgada sobre el concreto armado (**figura 27 y 28**).

Figura 27. Estructura de 2 a 2,5 metros de altura de muro.

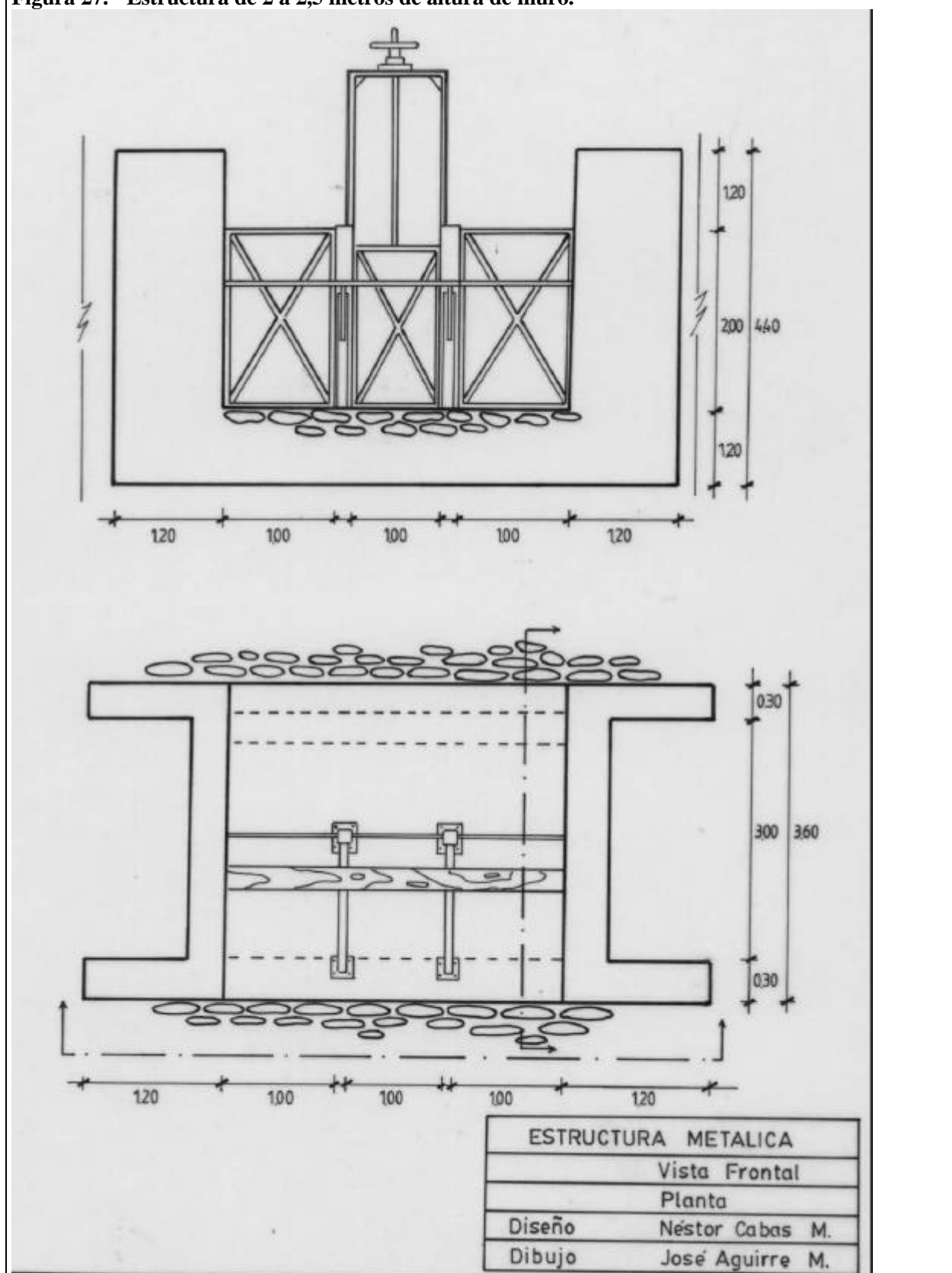
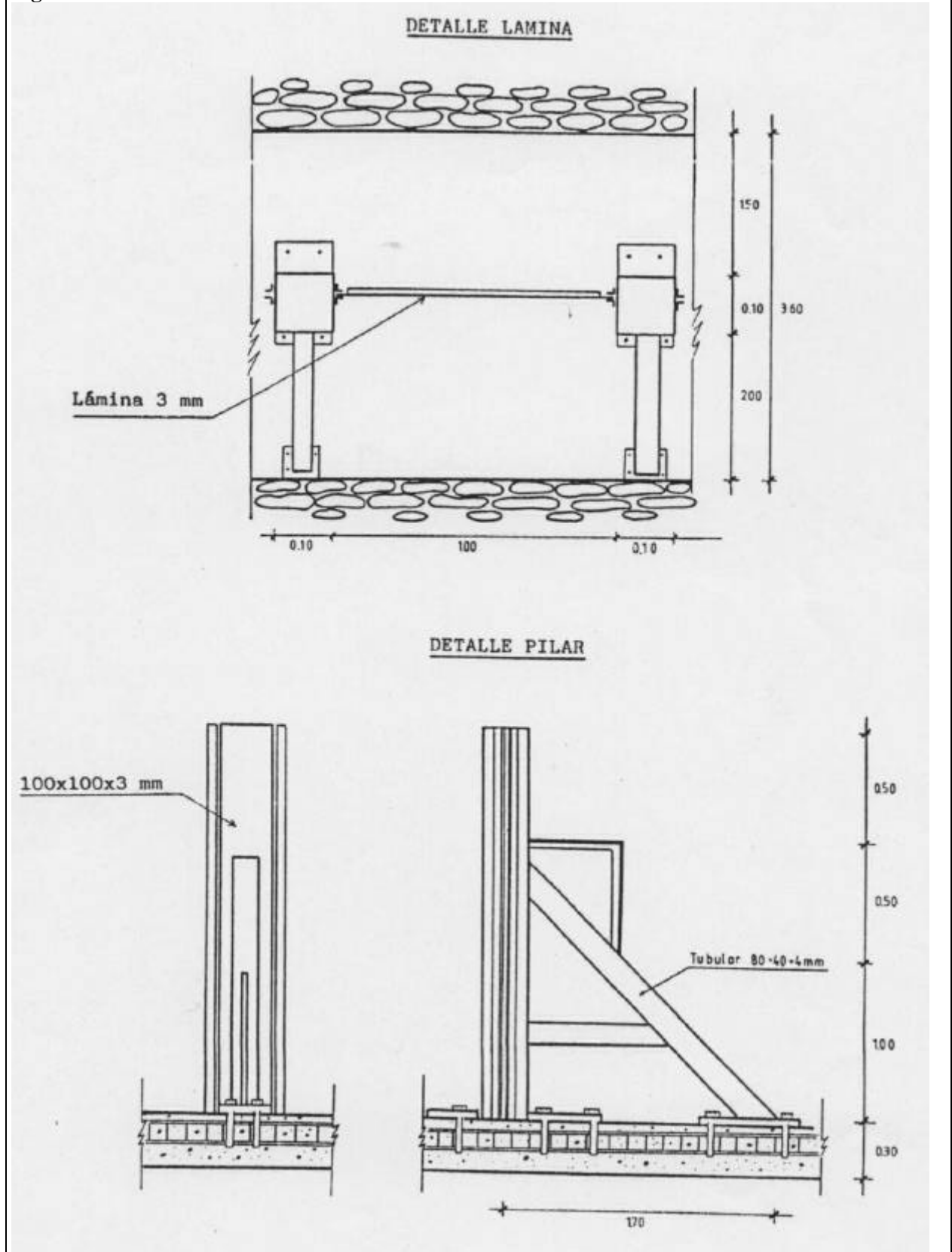


Figura 28. Detalles de la estructura.



D.El ancho de la estructura está determinado por el ancho de la microcuenca, adicionándose los paneles de 1 metro, tantas veces como se requiera (**figuras 29 y 30**).

Figura 29. Vista frontal de una estructura ancha.

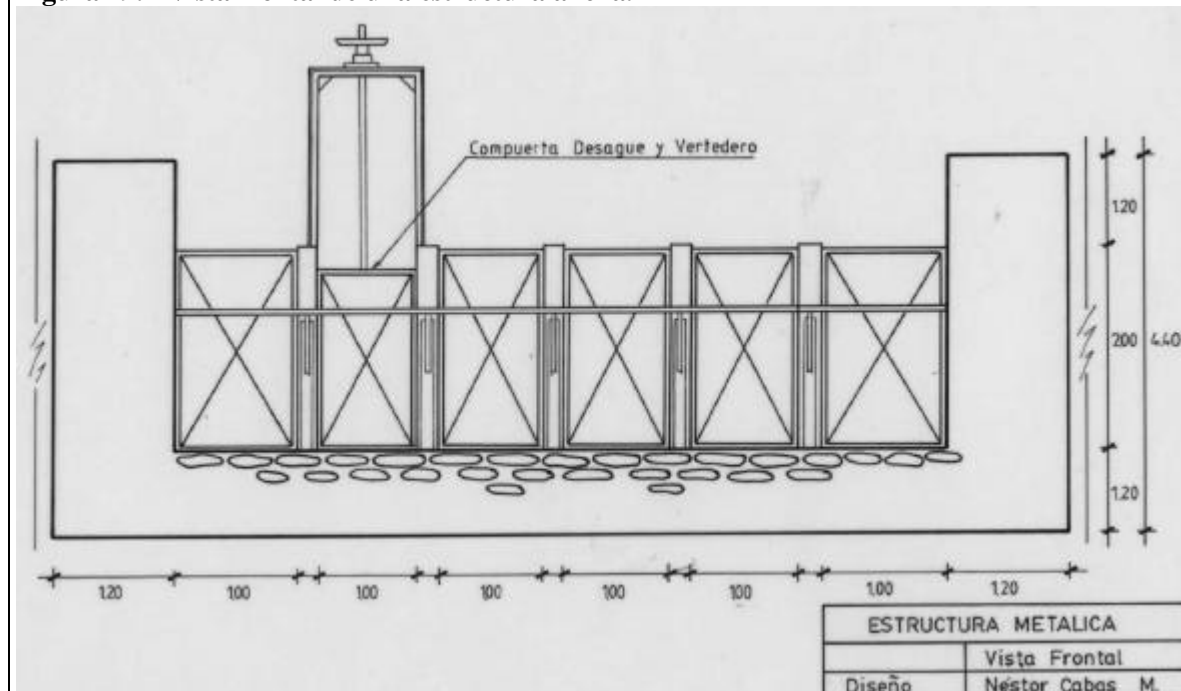
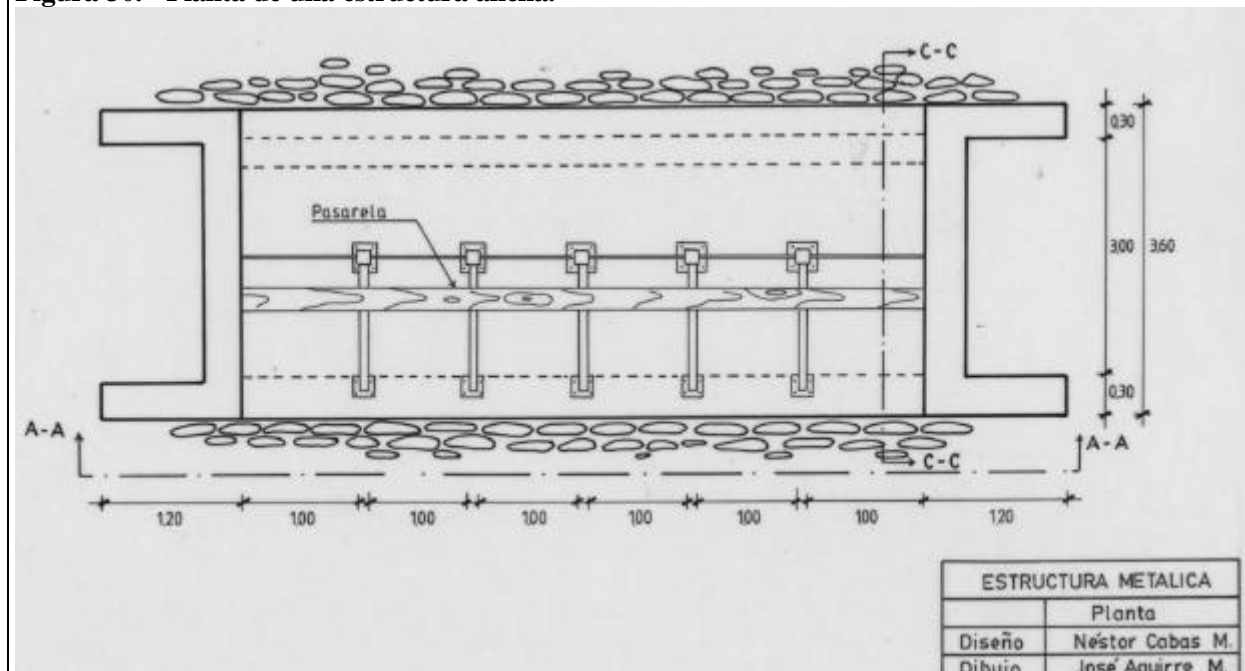
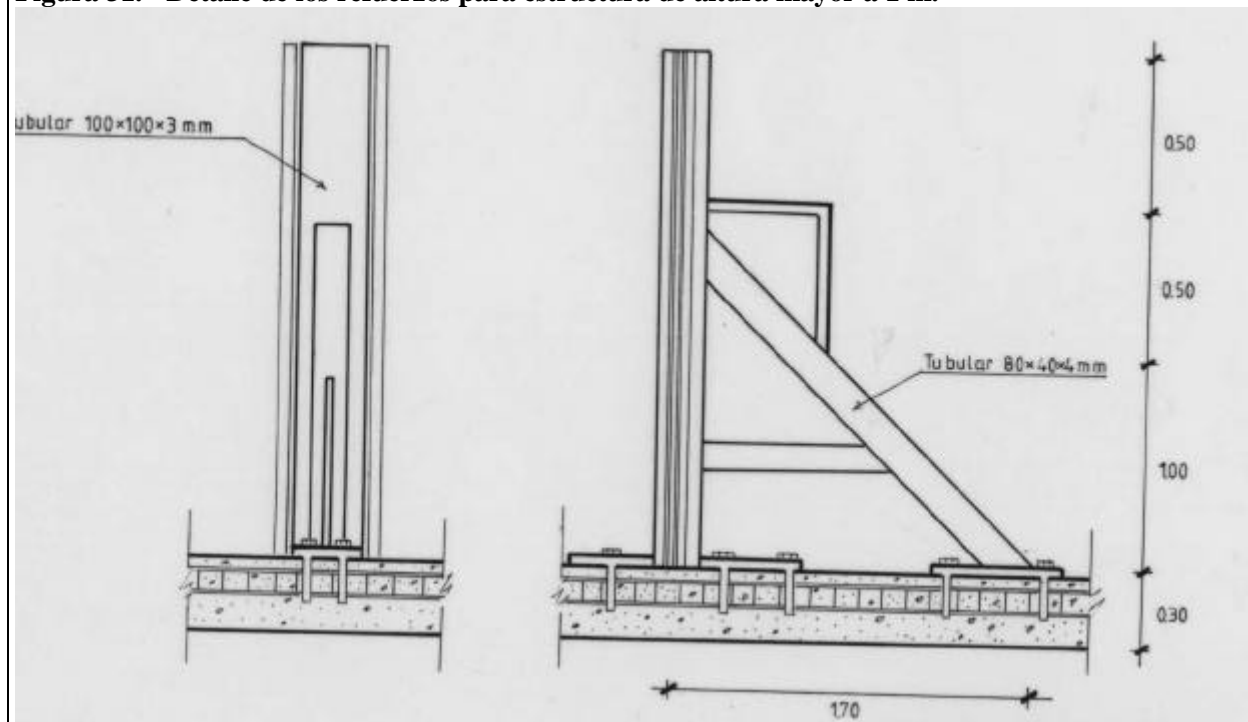


Figura 30. Planta de una estructura ancha.



E. Las estructuras cuando poseen una altura superior a 1 metro, requieren de refuerzos tales como fierro tubular 80x40x4 mm, en forma inclinada como se indica en la **figura 31**.

Figura 31. Detalle de los refuerzos para estructura de altura mayor a 1 m.

Construcción

Se limpia el sector del cauce, donde se instalará la obra, se hacen las excavaciones en la parte frontal y posterior de la obra, rompiendo el estrato impermeable, para anclar en ella la estructura de concreto armado. Los alerones laterales, se incrustan en la pared del talud del cauce efectuando sólo el corte que será llenado con concreto, para evitar espacios vacíos entre el concreto y la tierra que favorezcan la penetración del agua en la estructura, para una mayor estabilidad de ésta.

Consideraciones generales en la construcción:

- Selección adecuada del sector del cauce en función al caudal aportado por la vertiente.
- Disponibilidad del material a utilizar en la zona de construcción.
- Distancia del material a utilizar y el lugar dónde se construirá.
- Instalación oportuna y rápida, para terminar antes del período otoño-invierno.
- Construir en forma conjunta las estructuras de metal y concreto armado.

Mantenimiento

Anualmente, al terminar el período de riego y antes de la llegada de las lluvias, la estructura se desarma y se pinta con pintura antioxidante en las partes dañadas o raspadas y se guarda hasta la próxima temporada. Previo a instalar, se pinta con un color claro que permite detectar en forma visual, cualquier daño que la afecte.

Potencial Productivo

Esta tecnología ha permitido al mediano y pequeño agricultor del secano interior y costero de Chile el aprovechamiento adecuado de sus fuentes de agua para riego con alternativas productivas rentables (**cuadro 10**) destinadas en una primera etapa al autoconsumo y al mercado local, para posteriormente ingresar en forma competitiva al mercado nacional, mediante producción anticipada de productos hortofrutícolas, que obtienen buenos precios.

Cuadro 10. Alternativas productivas trabajadas en una hectárea regada con vertiente, en el secano interior VII Región.

Alternativa	Superficie (ha)
Viña Chardonnay	0,300
Viña Moscatel Rosada	0,10
Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)	1,024
Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	0,024
Flores (<i>Gladiolus sp</i>)	0,024
Frambuesa (<i>Rubus idaus.L</i>)	0,200
Pepino (<i>Cucumis sativus. L</i>)	0,024
Melón (<i>Cucumis melo</i>)	0,024
Sandía (<i>Citrullus vulgaris</i>)	0,024
Total	0,744

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) en la VII Región de Chile (Provincia de Cauquenes), desde el año 1992, está incorporando en el secano interior, tierras con potencial productivo de riego, con el aprovechamiento de agua de vertientes y norias, trabajando con alternativas productivas como, viña, vinífera, viña de mesa, lechugas, tomates, frambuesas y flores, durante los doce meses del año, armonizando el uso del agua y el suelo de acuerdo a los requerimientos de agua y nutrientes de los cultivos mencionados. Se generó de esta forma una rentabilidad por hectárea aproximada de \$EE.UU. 6 200 (cuadro 11).

Esta sustancial diferencia definió la aceptación de la tecnología por parte del Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (INDAP), como solución individual a pequeños agricultores de la VII y VIII Regiones del Secano Interior y Costero, a través de créditos directos y subsidios a obras menores de riego. De igual forma, se han capacitado técnicos y profesionales para facilitar la rápida multiplicación de las acciones. Se espera beneficiar una superficie estimada de 60 000 hectáreas para atender a un número similar de familias, considerando también en ello, comunas de extrema pobreza como Chanco y Curanipe, que en la actualidad ya se están beneficiando con estas obras.

Grado de Complejidad

Requiere mano de obra calificada para su construcción y armado, su sistema de operación, una vez instalada, es sencillo y rápido. El agricultor al introducir las nuevas alternativas productivas, debe ser capacitado adecuadamente.

Limitaciones

No se puede instalar, de no existir vertientes que aporten su caudal en los meses de verano, al ser el área de acumulación de agua muy pequeña para guardar aguas escorrentía, en un volumen que permita satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos trabajados.

Impactos socioeconómico y ambiental

Costo y Retorno

El **cuadro 11** presenta los márgenes brutos al trabajar el sistema de aprovechamiento de agua de vertiente mediante sistemas de riego presurizado. La instalación del sistema considera la construcción de la obra de captación (cuando se requiera), con una vida útil de 40 años y, la renovación del sistema de riego por cinta cada 2 años (vida útil).

Cuadro 11. Margen bruto de alternativas productivas trabajadas en una hectárea regada con vertiente en el secano interior VII Región.

Alternativa	Margen bruto \$EE.UU.	\$EE.UU.	Superficie Trabajada, ha
Viña Chardonnay	7 000	2 100	0,300
Viña Moscatel Rosada	5 000	1 000	0,100
* Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)	---	500	0,024
* Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	---	1 600	0,024
* Flores (<i>Gladiolus sp</i>)	---	400	0,024
* Frambuesa (<i>Rubus idaus.L</i>)	4 000	400	0,200
* Pepino (<i>Cucumis sativus. L</i>)	---	100	0,024
* Melón (<i>Cucumis melo</i>)	---	100	0,024
* Sandía (<i>Citrullus vulgaris</i>)	---	100	0,024
Total		6 200	0,744

Nota: En el cálculo del margen bruto se consideró el costo de riego e invernaderos.

* Bajo plástico superficie (6x20 m)

Generación de Empleos

Requiere en una hectárea 200 días/hombre por año (grupo familiar).

Sostenibilidad

El sistema será sostenible, mientras se mantenga el mercado de los productos a regar, lo que implica un continuo análisis del mercado local y nacional, para seleccionar los rubros a trabajar.

Descripción de Casos

Lugar y Fecha

Esta tecnología se inició en la comuna de Cauquenes, VII Región de Chile, en la temporada agrícola 92-93. Actualmente se está multiplicando a través de las empresas de transferencia de tecnología que trabajan en el secano interior y costero de la VII y VIII Región.

Resultados en la Producción

Los sectores que se han beneficiado comprenden suelos de secano incorporados a riego, lo que significa un incremento de la producción que en el secano era de \$EE.UU. 50 por hectárea a \$EE.UU. 6 200 por hectárea.

Dirección para Consultas

INIA

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

Casilla 165

Cauquenes, Chile

Teléfono: (73) 512260

Fax: (73) 512502

METODOLOGÍA PARA EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL EN MALLINES DE LA PATAGONIA, ARGENTINA

*Raúl Roberto Morales,
INTA, Centro Regional Patagonia
Proyecto de Prevención y Control de la Desertificación en la Patagonia
Argentina*

Antecedentes históricos

En la Región Patagónica en la República Argentina, los mallines (vegas) constituyen los ambientes de mayor potencial para la actividad pecuaria, en consideración a la cantidad y calidad de forraje de las especies vegetales que en esas unidades crecen. Ofrecen además condiciones más benignas por su ubicación con respecto al entorno que los rodea y por sus geoformas brindan mejor protección a la crianza del ganado en general.

Los mallines se distribuyen en las áreas ecológicas de Cordillera, Precordillera, Sierras y Mesetas y Estepa Magallánica. Se estima en el 1,5% la superficie ocupada por estas unidades fisiográficas. En el área ecológica de Sierras y Mesetas este porcentaje sería mayor del orden del 3,0%.

Existen numerosos trabajos que han aportado información sobre estas unidades fisiográficas sobre suelos, vegetación respuestas a fertilizantes y enmiendas, condición del pastizal, productividad, manejo del agua, valor nutritivo de las especies forrajeras, ecología, dieta, y densidad de herbívoros silvestres entre otros aspectos.

Sobre los aspectos hidráulicos planteados no se han encontrado antecedentes, en especial en lo referente a la dinámica de los flujos estacionales, áreas de recarga y descarga, profundidad de acuíferos, conductividad hidráulica y transmisividad, que se consideran esenciales para interpretar y definir la mecánica de flujos que gobiernan a estas unidades.

Aspectos Técnicos

Descripción, del recurso hídrico y la condición mallín

Los mallines deben su condición a la mayor disponibilidad hídrica, lo que determina un régimen ácuico de humedad en el suelo a diferencia del de estepa, que es xérico y hasta arídico.

Estas unidades fisiográficas tienen su origen en el aporte de las aguas provenientes de los acuíferos: artesiano y freático, mediante la recarga ascendente del primero y lateral del acuífero libre, sobre áreas relativamente bajas.

Además de la recarga subterránea los mallines se encuentran sometidos a condiciones hidrológicas de superficie cuyos aportes principales son las nievas y las lluvias, que actúan sobre relieves normales y ligeramente cóncavos originando los cauces de escurrimientos superficiales.

La recarga superficial proveniente de la nieve y de la precipitación por lluvia ocurre en otoño–invierno. Esta condición determina en las unidades un exceso de la disponibilidad hídrica a “destiempo”, cuando la vegetación está en receso.

El anegamiento temporal provoca una disminución en la capacidad productiva de los mallines al restar en forma significativa áreas de pastoreo. Sin embargo, se considera que el aspecto de mayor importancia es la fuga de los caudales que se pierden, sin poder ser almacenados en el suelo para que las especies vegetales lo utilicen en la época de crecimiento.

El reconocimiento y evaluación de los aportes hídricos que fluyen a los mallines subterráneos o superficiales, conforman el aspecto más relevante cuando se quiere maximizar el uso del recurso. Pero un planeamiento en forma conjunta con los recursos suelos y pastizal natural es imprescindible cuando se desea lograr la potencialidad integral de los recursos en juego.

Ubicación

Como regla general podemos decir que en la Región Patagónica la calidad del agua que escurre en mallines es excelente para riego y los valores de conductividad eléctrica oscilan en el orden de los 240 - 300 mmhos/cm.

Es necesario destacar que en las zonas costeras de la Patagonia la formación de los mallines se manifiesta por aportes de agua freática surgente cuya calidad es menor y los valores oscilan entre 960 y 3900 mmhos/cm.

Cuando nos referimos a la calidad del recurso agua con fines de riego necesariamente debemos evaluar la calidad del suelo al someterlo a un cambio de régimen hídrico. Los suelos de la costa patagónica en su formación han sufrido gran influencia por la intrusión de agua de mar dado por el flujo y reflujos de mareas, lo que determina que la condición limitante al riego sea el suelo por el gran contenido de sales solubles que presentan.

Lo expuesto lleva a considerar que para emprender en cualquier regadío, los recursos suelo y agua deben evaluarse en forma conjunta con la finalidad de inferir el proceso evolutivo y, la tendencia, con el objetivo fundamental de mantener la sostenibilidad del sistema.

Existen trabajos en mallines que han presentado condiciones de salinidad y alcalinidad de suelos. Estos casos se han visto en los cursos temporarios, asociados a cambios estacionales, que al aumentar la temperatura y la intensidad de los vientos generan gradientes que favorecen el proceso de capilaridad y en consecuencia la acumulación de sales en la superficie.

Los deshielos de primavera incrementan en principio los caudales erogados en forma casi constante, hasta producirse por variaciones bruscas de temperaturas e intensidad de los vientos las crecidas cuyos derrames se desplazan inundando importantes áreas de los mallines en forma esporádica.

Al avanzar la estación, los caudales disminuyen hasta llegar al mínimo (estiaje). En las condiciones mínimas, sólo se produce flujo superficial en los cauces localizados topográficamente en los sectores más bajos del mallín.

El caudal disponible permite dimensionar la superficie factible de dotar de agua en función de la demanda estacional de los cultivos a implantar.

Es posible diseñar un sistema de riego que permita aumentar en forma eventual la superficie a regar utilizando los caudales de crecidas o aquellos que superen el módulo. En este caso la selección de las especies a regar deberán ajustarse a un régimen hídrico compatible con los excedentes de agua temporarios.

Existen mallines cuyos aportes hídricos no son permanentes, pero que por la magnitud de los caudales de escorrentía en determinada época del año merecen ser considerados y otorgarles las características de los eventuales ajustando las condiciones de diseño y la selección de las especies a regar.

El máximo aprovechamiento del recurso hídrico se logra si es factible la construcción de una pequeña presa que permita el embalse de los excedentes hídricos que escurren anualmente. Para ello es necesario que las condiciones hidrogeológicas del lugar permitan definir el sitio de cierre que reúna las condiciones técnicas para levantar el muro de presa.

Diseño y Construcción

Caracterización hidráulica de los mallines

A partir del reconocimiento preciso de la distribución y ubicación de las áreas con diferente contenido de agua en el suelo y aquellos sectores inundados, se está en condiciones de planificar la redistribución del agua con el objetivo de ampliar la superficie útil del mallín al reducir las zonas inundadas.

En la Estación Experimental Agropecuaria Santa Cruz, Argentina, la Sección de Recursos Hídricos ha elaborado una metodología de trabajo que presenta cierta similitud a la utilizada en los valles irrigados para la obtención de la información que se considera necesaria para diseñar sistemas de riego ajustada a las condiciones de los mallines.

El método incluye la planialtimetría, hidrología superficial, dinámica del acuífero freático (hidrogeología), y planeamiento del sistema de riego tipo “mallín”.

A. Planialtimetría del área

Definida la elección del área de trabajo se procede a construir una grilla (malla) de puntos en ambos sentidos del plano materializados en el terreno con estacas. La dimensión de la cuadrícula se ajusta a las condiciones del relieve y debe ser tal que los puntos relevados reflejen con precisión la topografía del área .

El levantamiento topográfico se realiza con nivel o teodolito tomando lecturas de “suelos y estacas” que en gabinete son transformadas en cotas referidas a un plano visual arbitrario o en el caso de disponer información de la cota natural a ésta.

Con la información obtenida en el campo se procede en gabinete a la confección de las cartas topográficas del área relevada. Las isolíneas se trazan a una equidistancia de 0,10

metros entre sí con la finalidad de que el mapa topográfico refleje las condiciones “reales” del mallín.

La carta topográfica es el plano base al que se agrega información adicional tales como caminos, límites (alambrados), cursos superficiales, puntos fijos, localización de probables sitios para construir obras de arte y otros aspectos que se consideren útiles para el diseño del proyecto de riego.

Con referencia a la escala de mapeo a utilizar se asume como criterio general la condición de semidetalle a detalle y esta decisión está relacionada con la dimensión del área a relevar y los detalles de las obras a construir que integran el proyecto a ejecutar.

B. Hidrología superficial

En la Región Patagónica existe una carencia extrema de información hidrológica a nivel de medianos y pequeños cursos, que son los que interesan al tratar el aprovechamiento de mallines.

En general podemos decir que la Ex-Empresa Agua y Energía, dispone de información sobre los grandes cursos en los cuales se ha definido la posibilidad y en ciertos casos la factibilidad del uso del recurso agua para generar energía eléctrica.

La ausencia de antecedentes hidrométricos continuos determina la necesidad de realizar mediciones esporádicas (aforos), que hacen riesgosa la toma de decisiones cuando se requiere construir pequeñas presas para maximizar el uso del recurso hídrico aplicado al sector agropecuario.

En el caso que nos ocupa prácticamente no existen antecedentes y las referencias se obtienen de los pobladores y de mediciones de caudales estacionales, con la finalidad de lograr una aproximación cierta de los caudales que escurren.

El Servicio Meteorológico Nacional dispone de información sobre pluviometría y nivometría de la Región Patagónica, que es de suma utilidad cuando la microcuenca en la que se localiza el proyecto, está inter-relacionada con las cuenca media y alta.

Delimitado el sitio se inician los reconocimientos para acceder a una visión general del área y detectar el número de cursos que surcan el mallín, apreciar cualitativamente los caudales de escorrentía y reconocer los probables sitios para efectuar los aforos. Estos se realizan mediante aforadores portátiles tipo Cipolletti (trapezoidal) o Thompson (triangular).

Para determinar la calidad del agua se toman muestras que son enviadas al laboratorio para su análisis químico, cuantificando aniones y cationes, pH, conductividad eléctrica y valor RAS (Relación Adsorción de Sodio), que definen su aptitud para riego.

Las determinaciones hidrométricas permiten cuantificar las entradas y salidas de caudales en el mallín. Definen para la estación crítica (máxima demanda) el caudal mínimo disponible que en función del requerimiento del pastizal natural o de cultivos introducidos, y limita la superficie factible de regar en forma permanente.

Los excesos de agua que escurren por el mallín, es decir los caudales que superan el “módulo” pueden ser utilizados con un buen criterio, aumentando la superficie con dominio de agua mediante la construcción de obras de arte y un sistema de distribución del agua. Se acompaña con una selección de cultivares que necesitan un menor requerimiento hídrico.

Es importante, además, cuantificar los aportes provenientes de precipitaciones níveas y pluviales mediante la instalación de instrumental para su medición. Estos aportes son difíciles de cuantificar en el medio patagónico y rara vez se cuenta con la información. Es posible que las estaciones automáticas en el futuro faciliten la tarea.

C. Hidrología subterránea

Los estudios topográficos están dirigidos fundamentalmente a lograr la caracterización de las principales variables que gobiernan el flujo hidrodinámico del acuífero superficial o libre.

Lo expuesto no excluye la posibilidad de explorar los aportes de acuíferos artesianos mediante la instalación de piezómetros.

El acuífero superficial es relevado mediante perforaciones o pozos de observación cuya profundidad sea tal, que asegure en la época de libre de recarga la toma de datos para confeccionar las cartas de isohipsas y red de flujos, de isóbatas y de drenaje natural.

La dimensión de la cuadrícula de perforaciones será aquella que permita mantener la continuidad de las variables para definir con precisión las áreas de recarga y descarga en el acuífero superficial. Cada pozo de observación es acotado mediante estaca colocada en la inmediata vecindad de la perforación.

En el acuífero libre se procede a la determinación de la conductividad hidráulica horizontal por el método del pozo barrenado. En presencia de capas de permeabilidad restringida y posibles aportes de acuíferos artesianos, la conductividad hidráulica vertical de la capa confinante es determinada por el método del piezómetro.

La toma de datos en las perforaciones o pozos de observación se efectúa en época libre de recarga de cualquier tipo y la frecuencia dependerá de las características del material del acuífero.

Los datos procesados dan origen a las cartas de isohipsas y red de flujos, que permiten reconocer las áreas de recarga y descarga del acuífero y dan una visión cualitativa de la homogeneidad del material que conforma el acuífero.

Se obtienen también para cada lectura los planos de isóbatas o de isoprofundidad de la napa freática, que delimitan las subáreas del mallín sometidas a condiciones críticas por exceso de humedad y limitantes para el normal desarrollo del pastizal natural o introducido, por la cercanía del manto freático a la superficie del suelo.

El descenso del manto freático producido entre dos observaciones consecutivas en los pozos que integran la grilla de puntos relevados establece la capacidad natural de drenar, que posee el acuífero.

Al efectuar las perforaciones se extraen muestras de agua freática que son analizadas químicamente para conocer su composición e inferir el comportamiento al modificar sus condiciones hidrológicas.

Para conocer el comportamiento de los suelos en condiciones de regadío y otorgar dimensiones a los espacios entre dos regueras consecutivas trazadas en curvas de nivel, se realizan ensayos por el método de los anillos, que permiten reconocer la velocidad de infiltración, infiltración básica, tiempo de riego y lámina, entre otras variables de interés.

El perfil de los suelos que componen la unidad se reconoce mediante calicatas y sus horizontes son muestreados para su posterior análisis físico-químico y conocer su aptitud.

Criterios ingenieriles del proyecto.

Se sustentan en la interrelación de los estudios señalados y criterios que vinculan íntimamente las variables básicas involucradas, agua, suelo y vegetación cuando se trata de regar terrenos en ambientes de relieves serranos o montañosos.

La planialtimetría juega un rol importante al definir el sitio de toma y derivación de las aguas hacia el área del proyecto. Las pendientes longitudinales y transversales de la zona a irrigar tienen marcada incidencia al trazar los canales y regueras para la distribución y aplicación del agua.

La configuración del mallín y la disposición que adopta el curso principal en el interior de las unidades determinan por sí en muchos casos, el tipo de diseño de riego a adoptar, de canales periféricos o de derivaciones laterales sobre el curso principal que dan origen a las regueras.

La disponibilidad hídrica, su distribución estacional, calidad y la aptitud de los suelos para riego otorgan la dimensión al proyecto.

Potencial de Producción

El sistema de riego descrito en consideración a su difusión en los ambientes señalados se le denomina “sistema de riego mallín”.

Como criterio general, podemos decir que la topografía, la geoforma de los mallines, el caudal disponible, la calidad del agua y del suelo, determinan la potencialidad de producción de éstas unidades cuando existe un planeamiento que permita la optimización del uso de los recursos involucrados.

Es importante conocer la estacionalidad del curso, si es permanente o transitorio y las características del mallín desde el punto de vista topográfico, tanto transversal o longitudinal. El primer aspecto influye en la elección del sistema de distribución del agua, cuando las pendientes transversales superan el 8%. En este caso las regueras de distribución del agua

permiten un riego subsuperficial, dependiendo el distanciamiento entre regueras de las características del perfil del suelo.

Si la unidad presenta una topografía relativamente plana (2-3 por mil) en sentido longitudinal, las regueras se construyen en curvas de nivel y el distanciamiento no supera los 15 a 20 metros entre sí. El riego en este caso se otorga por desborde de las zanjas que se construyen con pendiente “cero”.

Independientemente de la elección impuesta por las condiciones topográficas, ambas variantes tienen por lo general canales periféricos principales en cada margen cuando el curso se desplaza en el interior del mallín. Desde el o los canales principales se originan las regueras.

En el caso de pendientes transversales que superen el 10%, el propio canal principal se comporta como una gran reguera al suministrar el agua en forma subsuperficial. La superficie humedecida en este caso, alcanza una dimensión que dependerá además de la pendiente de las condiciones físicas del suelo.

Desde los canales principales nacen las regueras trazadas en curvas de nivel con pendiente prácticamente a “cero”. La entrada del agua se regula en oportunidades con pequeñas compuertas o simplemente “piqueras” o boquetes.

Finalizada la construcción de las regueras se procede a un emparejamiento que elimina los microrelieves del terreno con una mínima remoción del suelo. Esta operación puede efectuarse con la pala de arrastre o con un bastidor con cuchilla de corte accionado hidráulicamente.

Con las labores de sistematización finalizadas y obras de arte construidas se prueba el sistema con la finalidad de detectar fallas y proceder a su corrección.

Cuando las condiciones del terreno y las climáticas lo permiten se inicia en las áreas preparadas, la siembra con especies de gramíneas y leguminosas.

Complejidad

La metodología que se propone se ajusta a las condiciones del relieve de los ambientes naturales mallinosos de la Región Patagónica, factibles de aumentar su potencial mediante la adopción de una tecnología de uso del agua que requiere mínima remoción del suelo y la utilización de máquinas simples.

Las obras de arte que comprenden el proyecto, utilizan en su construcción en muchos casos, materiales locales lo que disminuye las inversiones.

Limitaciones

En diferentes reconocimientos se ha podido detectar en estos ambientes problemas de salinización, erosión hídrica, eólica e hidromorfismo que determinan una disminución de la receptividad ganadera por la desaparición de especies vegetales deseables por su alto valor nutritivo.

Por otro lado, existen áreas desérticas con alta disponibilidad hídrica superficial, factibles de ser transformadas en “mallines” mediante la aplicación controlada de láminas de agua. La rapidez del proceso de “enmallinamiento” depende en gran medida de las especies vegetales naturales o introducidas, de la temperatura, del tipo de suelo y de la frecuencia de los riegos. Esta última condición está ligada a la disponibilidad hídrica y sostenibilidad del ecosistema creado y a la calidad de los recursos empleados.

Sin embargo, a nivel general de la comunidad agropecuaria se observa falta de concientización sobre el rol que los mallines pueden aportar al proceso de producción si se los utiliza racionalmente.

Impactos socioeconómicos y ambientales

En los establecimientos destinados a la crianza de ganado lanar en la Patagonia argentina se carece de la tradición de riego. De allí la dificultad que en ciertas oportunidades se presenta para contar con personal idóneo en el manejo y distribución del agua.

Sin embargo, el uso del agua en forma extensiva en sistemas de regadío por enmallinamiento como el que se propone, es una de las alternativas que el productor vislumbra para detener el grave proceso de deterioro del pastizal natural. Al contar con áreas con alta receptividad forrajera, le permite disminuir la presión de pastoreo en áreas donde el pastizal natural está muy deteriorado.

Con respecto a la maquinaria empleada para llevar a cabo este tipo de proyectos es simple y el equipo “mínimo” para realizar las labores está compuesto por tractor con una potencia de 80-90 HP, zanjadora para enganche en los tres puntos (regueras) y de tiro con regulador de profundidad con posibilidades de variar el ángulo lateral y de ataque (canales principales). Se completa con una pala de arrastre accionada hidráulicamente con capacidad de trasladar 3 metros cúbicos. Este implemento es utilizado en la construcción de terraplenes en los canales principales y para eliminar el microrelieve en las fajas de terreno a sembrar.

Es necesario citar que en la Patagonia argentina, la oferta de servicios para realizar este tipo de proyectos es escasa. En principio se considera que son varios los factores que se asocian, entre estos: la dimensión territorial, la crisis por la que atraviesa el sector agropecuario en general debido a los bajos precios de la lana, la escasa posibilidad de acceder a créditos con tasas bajas y la escasa adopción de tecnologías conservacionistas tendientes a preservar y conservar los recursos naturales y por lo tanto la sostenibilidad de los sistemas de producción extensivos.

Descripción de casos

La lámina y la frecuencia de riego está definida por el requerimiento del pastizal natural y las especies exóticas introducidas. En la zona de Esperanza, centro sur de la provincia de Santa Cruz, en el área piloto 3 de Mayo durante 1991/92 (noviembre-marzo), la frecuencia fue mensual y la lámina de agua de 70 milímetros por riego, totalizando 350 mm en la temporada .

Para mayor información

Raúl Roberto Morales
INTA, Chubut

Trelew
Argentina