



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE Y AGUA

¡La vida nos inspira!

Manual de asistencia técnica para la puesta en marcha de sistemas de riego



MI RIEGO 
Más Inversión para Riego



Manual de asistencia técnica para la puesta en marcha de sistemas de riego



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE Y AGUA

¡La vida nos inspira!

MI RIEGO 
Más Inversión para Riego 

Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA)
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)
Unidad de Coordinación y Ejecución del Programa (UCEP-MI RIEGO)
Programa Más Inversión para Riego "MI RIEGO"

Financiado por:

Banco Interamericano de Desarrollo

Elaborado por:

CB3 Consultora Boliviana Beccar Bottega Ltda.

Edición y diseño:

Molina & Asociados

Fotografías:

Personal UCEP - MI RIEGO

Archivo digital

Septiembre 2016

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	9
1 INTRODUCCIÓN	11
2 LA ASISTENCIA TÉCNICA EN PROYECTOS DE RIEGO	17
2.1 Enfoques y temáticas en la historia reciente	19
2.2 Los campos de la asistencia técnica y sus temáticas particulares	20
2.3 Los campos de asistencia técnica en las distintas fases de un proyecto de riego	21
2.4 Particularidades de la asistencia técnica en el Altiplano, Valles y Llanos	24
3 CONSOLIDACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DE USUARIOS PARA LA AUTOGESTIÓN	27
3.1 Alcance de las tareas	29
3.2 Conceptualización de la consolidación de la organización de regantes	29
3.3 Sugerencias para la asistencia técnica en la consolidación de la organización de regantes	31
3.3.1 Consolidación de la estructura organizativa y aplicación de sus normativas:	31
3.3.2 Movilización de recursos propios de forma sostenible en el tiempo	34
3.3.3 Aplicación de la normativa y documentos jurídicos de la organización	35
3.3.4 Ampliación o reforzamiento de capacidades y competencias.	37
3.4 Particularidades del Altiplano, Valles y Llanos	17
4 PUESTA EN PRÁCTICA DEL PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y PLAN DE OPERACIÓN	41
4.1 Alcance de las tareas	43
4.2 El esquema de distribución como base para el funcionamiento de un sistema de riego	44
4.2.1 La tarea: elaborar un esquema de distribución de agua detallado	44
4.2.2 Factores que influyen en el esquema de distribución	45
4.2.3 Sobre los intervalos de riego	47
4.2.4 Esquemas de distribución básicos	48

4.2.5 Esquemas de distribución en el contexto de embalses	50
4.2.6 Turnos de riego y esquema de largadas	57
4.2.7 Reordenamiento de la distribución de agua	59
4.3 Sugerencias para la asistencia técnica en el esquema de distribución	60
4.3.1 Conocimiento y creatividad	60
4.3.2 Métodos participativos en el diseño del esquema de distribución	61
4.4 El plan de operación como plan ejecutivo del esquema de distribución	62
4.4.1 El plan de operación debe poner en práctica el esquema de distribución	62
4.4.2 Tareas principales del plan de operación	63
4.4.3 Responsables de la operación	65
4.4.4 Plan de operación de presas	66
4.5 Sugerencias para la asistencia técnica en la implementación del plan de operación	70
4.5.1 Inventario consciente de las actividades de operación	70
4.5.2 Capacitación en operación de la infraestructura	70
4.5.3 Capacitación en la medición de caudales	71
4.5.4 Sesiones de cálculo público de volumen de agua en el embalse	71
4.5.5 Revisión del Manual de operación y mantenimiento	72
4.5.6 Producto de la asistencia técnica en el plan de operación	73
4.6 Particularidades del Altiplano, Valles y Llanos	73
5 MANTENIMIENTO Y RECONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO	75
5.1 Alcance de las tareas	77
5.2 Conceptualización del mantenimiento y reconstrucción de la infraestructura	77
5.2.1 Objetivo del mantenimiento y reconstrucción de la infraestructura	78
5.2.2 Tipos de mantenimiento	78
5.3 Planificación del mantenimiento	79
5.3.1 Diagnóstico y priorización de necesidades de mantenimiento	80
5.3.2 Dimensionamiento y cuantificación de recursos por tipo de obra	80
5.3.3 Organización para el mantenimiento de la infraestructura de riego	84

5.4	Sugerencias para la asistencia técnica en el mantenimiento y reconstrucción de la infraestructura	86
5.4.1	Diagnóstico de necesidades de mantenimiento (identificación de problemas)	86
5.4.2	Obras de almacenamiento y regulación: presas	87
5.4.3	Obras de captación: tomas o bocatomas	90
5.4.4	Obra de protección y control: desarenadores	91
5.4.5	Canales de conducción y distribución de agua	92
5.4.6	Tuberías de conducción y distribución de agua	94
5.4.7	Obras de arte y estructuras metálicas: acueductos, sifones invertidos y compuertas	95
5.4.8	Recomendaciones para el mantenimiento de vías de acceso	97
5.4.9	Productos de la asistencia técnica en la implementación del plan de mantenimiento	98
5.5	Particularidades del Altiplano, Valles y Llanos	98
6	PROMOCIÓN DE LA MEJORA DE RIEGO PARCELARIO PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA	101
6.1	Alcance de las tareas	103
6.2	Conceptualización de la mejora de riego parcelario	104
6.2.1	El objetivo del riego	104
6.2.2	Mejorando la aplicación de agua en la parcela	105
6.2.3	Condiciones que incluyen en la planificación del riego parcelario	106
6.2.4	Métodos de riego tecnificado	112
6.3	Sugerencias para la asistencia técnica en la mejora del riego parcelario	112
6.3.1	La necesidad de un diagnóstico del riego parcelario	112
6.3.2	Medidas recomendadas para mejorar el riego parcelario antes o después de las siembras	113
6.3.3	Medidas para mejorar la capacidad de infiltración y retención de humedad del suelo	115
6.3.4	Requerimiento diferenciado de riego de los cultivos y momentos de aplicación oportuna	116
6.3.5	Visitas de intercambio de experiencias relacionada con riego parcelario	116
6.4	Particularidades del Altiplano, Valles y Llanos	118
7	PROMOCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA CON RIEGO	121
7.1	Alcance de las tareas	123
7.2	Conceptualización de la promoción de la propuesta de producción	124
7.3	Proceso de definición del plan de producción agrícola	124

7.3.1 Condiciones agro-climáticas, ecológicas y edafológicas	125
7.3.2 Objetivos de la producción	126
7.3.3 Características del sistema de producción	126
7.3.4 Contexto tecnológico y de innovación	128
7.3.5 Mano de obra e instrumentos de producción	128
7.3.6 Disponibilidad y acceso a recursos económicos de los agricultores	129
7.3.7 Presupuesto y costos de producción	130
7.3.8 Mercado y comercialización	130
7.4 Sugerencias para la asistencia técnica en la promoción de la propuesta de producción	131
7.4.1 Definición del plan de producción agrícola	132
7.4.2 Definición de cultivos, calendario y áreas de producción	133
7.4.3 Análisis de mercado y posibilidades de comercialización	136
7.4.4 Promover eventos de “Intercambio de experiencias” o “Campesino a campesino”	139
7.4.5 Establecer alianzas estratégicas	140
7.4.6 Implementar parcelas demostrativas	141
7.5 Particularidades del Altiplano, Valles y Llanos	146
8 APOYO A LA SOSTENIBILIDAD DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE LA CUENCA Y LA FUENTE DE AGUA	147
8.1 Alcance de las tareas	149
8.2 Conceptualización de la sostenibilidad de las medidas de protección de la cuenca	149
8.3 Sugerencias para la asistencia técnica en sostenibilidad de las medidas de protección de la cuenca	150

PRESENTACIÓN

El Estado Plurinacional de Bolivia, en el marco de la Agenda Patriótica del Bicentenario promulgó la Ley de la Década del Riego 2015-2025 “Hacia el Millón de Hectáreas”, que establece la implementación de inversiones en el sector a través del Programa Más Inversión para Riego MI RIEGO.

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua, desde la gestión 2014, implementa el Programa MI RIEGO, con el objetivo de incrementar el ingreso agropecuario de los hogares rurales beneficiados de una manera sustentable a través de la ampliación de la superficie agrícola bajo riego y de un mejoramiento de la eficiencia en el uso y distribución del agua para fines agropecuarios.

El Programa MI RIEGO se desarrolla a través del Componente I: Inversiones para la construcción de Infraestructura de Riego con enfoque de cuenca y el Componente II: Asistencia Técnica para generar la Sostenibilidad y Autogestión de los sistemas de riego.

En este marco, la Unidad de Coordinación y Ejecución del Programa MI RIEGO, entidad desconcentrada del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego y responsable de la ejecución del Componente II, promueve el desarrollo de capacidades de Asistencia Técnica en Riego, mediante capacitación a técnicos de Gobernaciones y Municipios para contar con capacidades de servicio, así también a técnicos independientes que puedan ofrecer este servicio de forma puntual.

Para desarrollar este proceso se elaboraron instrumentos técnicos integrados en el “Manual de Asistencia Técnica para la puesta en marcha de sistemas de riego” y los textos: “Enfo-

que de Género en Proyectos de Riego”, “Enfoque de Cuenca para asistentes técnicos en riego”, “Enfoque de Mercado con relación a la agricultura con riego”, “Modalidad de capacitación Campesino a Campesino” y “Modalidad de capacitación Intercambio de experiencias para agricultores regantes”.

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua pone a disposición de los profesionales que desarrollaran el proceso de Asistencia Técnica y Capacitación en Gestión de Riego y Producción bajo riego estos instrumentos, a objeto de generar sostenibilidad en el manejo y operación de los sistemas de riego en beneficio de los pequeños y medianos agricultores.

Carlos Ortuño Yáñez
VICEMINISTRO
DE RECURSOS HÍDRICOS Y RIEGO

INTRODUCCIÓN



1

INTRODUCCIÓN



El presente “Manual de Asistencia Técnica en la puesta en marcha de sistemas de riego” es un texto de orientación para todo profesional relacionado con proyectos de riego y agricultura regada. Describe las principales actividades que deben desarrollar los profesionales en su trabajo cotidiano, cualquiera que sea su relación o responsabilidad en la implementación de un proyecto.

Según su nombre, el Manual enfatiza las tareas de Asistencia Técnica en la **fase de puesta en marcha de sistemas de riego**.

Esta fase inicia después de concluirse la construcción de las obras. Se supone que aparte de las obras, en la fase de construcción también se logró formalizar y fortalecer la organización de riego, establecer la lista definitiva de usuarios (con el detalle de sus derechos de agua y obligaciones) y definir una primera propuesta del plan productivo por implementarse bajo riego y una propuesta de manual de operación y mantenimiento.

Al iniciarse la puesta en marcha, el Asistente Técnico tiene que verificar si se lograron estos resultados, porque en su defecto tiene que ayudar a completar lo que aún no se logró.

Según la Guía para la Asistencia técnica, en la fase de puesta en marcha, la asistencia técnica en riego tiene que enfocarse en las siguientes temáticas:

- Apoyar a consolidar la organización de usuarios para que pueda asumir la autogestión del sistema de riego.
- Asesorar para poner en práctica el plan de operación, distribución de agua y mantenimiento.
- Promover la mejora del riego parcelario para el uso eficiente del agua.
- Promover la implementación de la propuesta de producción agrícola con riego.
- Ayudar a la organización de regantes en la implementación y mantenimiento de las medidas de protección de la cuenca y la fuente de agua.

En la Tabla 1 se resumen las tareas en cada temática, dentro del contexto del ciclo del proyecto.

Tabla 1
Actividades de Asistencia Técnica por fases y temas

Fase	Tema	Actividades de la Asistencia Técnica en Riego
Estudio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Explicación y preparación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Creación del comité impulsor (antecesor de la organización de riego) ▪ Explicación de tipo de obras y funcionamiento del futuro sistema ▪ Preparación para cumplimiento de responsabilidad de beneficiarios en la fase de construcción
Construcción de obras	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aportes en construcción 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Control social durante la construcción ▪ Aporte local en la construcción de obras
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestión de riego 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fortalecimiento de capacidades para la gestión del sistema de riego ▪ Tramitación de personería jurídica y registro colectivo de usufructo de agua
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Previsión de plan productivo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificación de alternativas productivas y comercialización
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manejo de cuenca 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificación y apoyo en implementación de medidas de protección de cuenca y fuente de agua

Fase	Tema	Actividades de la Asistencia Técnica en Riego
Puesta en marcha	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consolidación de la organización de regantes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Validación y aplicación de Estatutos y Reglamentos ▪ Capacitación y formación en temas normativos, operativos y administrativos
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definición del plan de producción 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Selección de cultivos priorizados con riego ▪ Elaboración de cédula de cultivos y calendario de riego
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Programación de riego 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Validación del plan de producción agrícola con riego ▪ Establecimiento de plan de riego y esquema de distribución
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Actividades de la gestión de riego 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Operación del sistema y distribución del agua ▪ Mantenimiento y reconstrucción de obras ▪ Resolución de conflictos ▪ Movilización y administración de recursos
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Riego parcelario 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Preparación de terreno para el riego ▪ Métodos de riego parcelario / aplicación de prácticas de riego
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asistencia básica a la producción agrícola con riego 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recolección de demandas para Asistencia Técnica en Producción agrícola ▪ Consolidación de alianzas estratégicas
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manejo de cuencas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promoción de actividades MIC para proteger fuente de agua y obras ▪ Consolidación de responsabilidades para sostenibilidad de las medidas de protección de la cuenca y la fuente de agua

LA ASISTENCIA TÉCNICA EN PROYECTOS DE RIEGO



2

LA ASISTENCIA TÉCNICA EN PROYECTOS DE RIEGO



2.1 Enfoques y temáticas en la historia reciente

En Bolivia existe una rica historia de distintas formas y momentos de asistencia técnica relacionada con proyectos de riego. En primera instancia, la asistencia técnica se circunscribía al enfoque de extensión agrícola, con énfasis en instrucciones para la producción agrícola de una cédula definida por agrónomos profesionales. Después de una serie de desencuentros con la realidad de los sistemas de riego y los sistemas de producción existentes, el contenido de la asistencia giró unos 180 grados y en vez de enfocar la producción agrícola se concentró en el acompañamiento a las familias beneficiarias durante la fase de construcción de obras de los proyectos de riego, con el objetivo de ayudarles a generar las condiciones necesarias para asumir la autogestión del sistema nuevo o mejorado. Este tipo de acompañamiento se extendió además a la fase del diseño, para cumplir con algunas tareas organizativas y jurídicas que deben cumplirse antes del inicio de la construcción. En este cambio de enfoque, la asistencia técnica empezó a dirigirse casi exclusivamente a temas relacionados con la gestión de riego, como complemento a la construcción de infraestructura física, descuidando en buena parte los asuntos relacionados con el riego parcelario (eficiencia de uso de agua) y la producción agrícola.

Recién hace una década, después de constatar que infraestructura y gestión no son suficientes para garantizar una eficiente producción agrícola con riego, se empezó a introducir como nuevas áreas de atención de la asistencia técnica al riego parcelario (en específico la posibilidad de introducir riego tecnificado) y

la promoción de la producción agrícola con riego. Después de la ampliación de áreas de trabajo, el servicio de asistencia recibió el nombre de asistencia técnica integral y debería prolongarse hasta por lo menos una campaña productiva después de la entrega de las obras. En la práctica, esta condición casi nunca se cumplió.

En los últimos años, se añadió a esta lista de temáticas el enfoque de cuencas, usualmente interpretado en términos de protección de obras hidráulicas y protección de fuentes de agua.

2.2 Los campos de la Asistencia técnica y sus temáticas particulares

Sobre la base de las experiencias vividas en los últimos 25 años se tiene ahora una idea bastante clara sobre las demandas de asistencia técnica de parte de los agricultores regantes en las diferentes fases del desarrollo de un proyecto de riego. Y por ende, de las temáticas que la asistencia técnica debe cubrir en cada fase.

Las demandas de asistencia técnica se dividen en dos campos grandes: 1) el campo de riego y 2) el campo de la producción agrícola.

En el **campo de riego** se incluyen todos los temas relacionados con la gestión de riego, el manejo del agua en la parcela y actividades relacionadas con el manejo integral de la cuenca. Comprende asuntos como definir derechos de agua, operar las estructuras hidráulicas, realizar la distribución del agua, compatibilizar el esquema de distribución con el tipo y calendario de cultivos, establecer calendarios de mantenimiento de la infraestructura, proteger la fuente de agua, aplicar normas para el funcionamiento de la organización, establecer acuerdos, controlar el cumplimiento de aportes, definir mecanismos de sanción, resolver conflictos, etc. Las temáticas detalladas se describen en los Capítulos 3 y 4.



Es evidente que la relevancia e importancia de los temas relacionados con el riego varían con el avance de la ejecución de un proyecto. Durante los estudios y construcción de obras, el énfasis estará en el fortalecimiento de la organización para poder asumir las futuras actividades de la gestión de riego. Durante la puesta en marcha se moverá hacia temas como la definición de la cédula de cultivos, el establecimiento del rol de riego, el manejo de agua en parcela y la puesta en práctica de actividades de operación y mantenimiento.

En el **campo de la producción agrícola** se encuentran todo tipo de demandas relacionadas con el ciclo productivo de los cultivos con riego. Comprende asuntos como selección de semilla, preparación del terreno, siembra, labores culturales, manejo integral de plagas y enfermedades, gestión de fertilidad de suelo, cosecha, actividades post-cosecha y comercialización. Las temáticas detalladas de este campo se describen en el Capítulo 5.

En general, los temas por tratarse en el campo de la producción agrícola también varían según la fase de la implementación de los proyecto. Obviamente, los temas productivos se tratan de forma más intensiva en la fase de la puesta en marcha del proyecto. Pero hay que considerar que en muchos sistemas existentes sujetos a mejoramiento se puede adelantar actividades de promoción productiva en la fase de construcción de obras, lo que permite desarrollar un seguimiento más prolongado e intensivo a la producción y ofrecer una asistencia técnica mejor orientada a las demandas de los agricultores.

2.3 Los campos de asistencia técnica en las distintas fases de un proyecto de riego

La asistencia técnica a agricultores regantes debe organizarse según los dos grandes campos señalados.

- **Acompañamiento.** Asistencia técnica durante la construcción.
- **Asistencia técnica en riego.** Durante la fase de puesta en marcha.
- **Asistencia técnica en producción agrícola con riego.**

En la tabla siguiente, de forma esquemática se tipifican los principales temas de asistencia técnica por fase y campo, los que serán detallados en los siguientes capítulos.

Tabla 2
Temas de Asistencia Técnica por fases y campos

Fases de un proyecto de riego	Campos de Asistencia Técnica	
	Asistencia Técnica en Riego	Asistencia Técnica en Producción agrícola
Estudios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Creación del comité impulsor (antecesor de la organización de riego) ▪ Preparación para cumplimiento de responsabilidad de beneficiarios en la fase de construcción 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planificación de cédula de cultivos con riego
Construcción de obras	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Control social durante la construcción ▪ Aporte local en la construcción de obras ▪ Fortalecimiento de capacidades para la gestión del sistema de riego ▪ Tramitación de personería jurídica y registro colectivo de usufructo de agua ▪ Identificación de alternativas productivas y comercialización ▪ Identificación y apoyo en implementación de medidas de protección de cuenca y fuente de agua 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ En general: ▪ Identificación de alternativas de producción y comercialización ▪ En áreas que ya cuentan con riego: ▪ Instalación de los cultivos elegidos ▪ Manejo de los cultivos ▪ Aplicación de prácticas de riego ▪ Cosecha y post cosecha ▪ Comercialización

Fases de un proyecto de riego	Campos de Asistencia Técnica	
	Asistencia Técnica en Riego	Asistencia Técnica en Producción agrícola
Puesta en marcha	<ul style="list-style-type: none"> Consolidación de la organización de regantes 	
	<ul style="list-style-type: none"> Validación del plan de producción agrícola con riego 	
	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento de plan de riego y esquema de distribución Operación del sistema y distribución del agua Mantenimiento y reconstrucción de obras Resolución de conflictos Movilización y administración de recursos 	
	<ul style="list-style-type: none"> Recolección de demandas para asistencia técnica 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de los cultivos elegidos Manejo de los cultivos
	<ul style="list-style-type: none"> Métodos de riego parcelario / aplicación de prácticas de riego Consolidación de alianzas estratégicas 	
	<ul style="list-style-type: none"> Promoción de actividades MIC 	<ul style="list-style-type: none"> Cosecha y post cosecha Comercialización Tratamiento de la parcela post cosecha

En la tabla hay tres actividades que tocan a los dos campos de asistencia técnica: 1) definición del plan de producción agrícola con riego, 2) métodos de riego parcelario / aplicación de prácticas de riego y 3) consolidación de alianzas estratégicas. En principio, estas actividades deben ser desarrolladas por la asistencia técnica en riego, pero a lo mejor en coordinación con algún profesional responsable de asistencia técnica en producción.

En general se aplica la idea de que en las actividades relacionadas con la producción agrícola, la intervención del asistente técnico llega hasta el nivel de la planificación (cédula y calendario de cultivos), sin profundizar en las temáticas productivas particulares de cada cultivo (variedad, semilla, manejo de plagas, exigencias de calidad para el mercado, etc.). La asistencia técnica también tie-

ne la responsabilidad de identificar los principales problemas relacionados con la producción e intentar movilizar soluciones de instituciones o profesionales expertos al respecto. El objetivo es que lo último se institucionalice mediante alianzas estratégicas.

Por esta razón, no es la idea que el profesional responsable de la asistencia técnica sea especialista en todos los cultivos. Más bien, en los temas productivos juega principalmente un papel de facilitador y relacionador entre los agricultores regantes y las instituciones oferentes de asistencia técnica especializada. Obviamente, sin menospreciar todos los consejos acertados que él o ella pueda dar a los agricultores regantes.

La programación de las actividades de asistencia técnica en riego y en producción agrícola en el tiempo se visualiza en la siguiente figura, según el avance de las distintas fases del proyecto:

Figura 1
Asistencia Técnica en el ciclo de proyectos



Cabe señalar que el contenido detallado y la intensidad de la asistencia técnica dependen mucho del tipo de proyecto y sus condiciones particulares. En un proyecto de mejoramiento usualmente hay menos necesidad de fortalecimiento de la organización o de capacitación en la elaboración de roles de riego. En sistemas nuevos, a cambio, casi todos los temas mencionados deben ser tratados con los regantes nuevos.

2.4 Particularidades de la asistencia técnica en el Altiplano, Valles y Llanos

Los temas grandes de la asistencia técnica en riego son iguales para todos los sistemas de riego y son los que se presentan en este Manual. Pero el contenido detallado que uno tiene que dar al trabajo en un sistema específico depende de las particularidades de la zona en la que se desenvuelve. Por ejemplo, depende

del tipo de agricultores, su producción agrícola, la organización territorial y la historia en riego y producción.

Una parte de las particularidades está relacionada con la agro-ecoregión en la que el sistema está ubicado. Con relación al riego se suele reconocer tres agro-ecoregiones: Altiplano, Valles y Llanos. En cada región rigen algunas condiciones específicas que las diferencian entre ellas.

A manera de ejemplo: la región del Altiplano es una zona de agricultura campesina, con condiciones climáticas adversas que limitan la época de producción y la gama de productos que se puede cultivar. En muchas partes, el riego invernal es para la producción de forraje únicamente. En el Altiplano, las fuentes de agua escasean. Las fuentes que hay suelen tener caudales menores. La organización social es generalmente fuerte, entre comunidades campesinas y organizaciones originarias (por ejemplo ayllus). En muchas zonas hay un fuerte arraigo de sistemas solidarios de acceso a los recursos naturales, pero con tendencia a una mayor individualización de la producción.

La región de los valles tiene mejores condiciones productivas, principalmente un clima más suave y mayor número de fuentes de agua, con caudales más abundantes. Históricamente estas condiciones más favorables generaron una mayor concentración de población y sucesivamente una mayor división de los



terrenos cultivables. El minifundismo es uno de los factores limitantes para la agricultura en general y para el riego en específico.

En la agro-ecoregión de los Llanos, en general, los suelos son más fértiles y las propiedades mayores. El clima es más caluroso y con precipitaciones más intensas. Las condiciones climáticas permiten cultivar una gran gama de productos, de hortalizas y frutales hasta arroz y caña de azúcar. De acuerdo con la ubicación, se cuenta con fuentes de agua más abundantes (por ubicarse en la parte más baja de las cuencas), o más bien son zonas muy secas (ejemplo el Chaco). En general, las poblaciones son más recientes, resultado de migraciones más o menos cercanas, por lo que hay menos tradición de organización alrededor del agua. La producción agrícola suele estar más dirigida hacia el mercado, con excepción de la producción de pueblos originarios como los guaraní, quienes cultivan casi exclusivamente para su seguridad alimentaria. En muchas partes, la producción agrícola es combinada con la producción pecuaria y en no pocos sistemas de riego, el agua se destina en buena parte a la producción de pastos.

CONSOLIDACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DE USUARIOS PARA LA AUTOGESTIÓN



3

CONSOLIDACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DE USUARIOS PARA LA AUTOGESTIÓN



3.1 Alcance de las tareas

Según la Guía el asistente técnico debe cumplir con el siguiente alcance:

- Apoyar en la validación y aplicación del Estatuto y Reglamento de la organización de usuarios.
- Apoyar en el trámite para la obtención de la Personería Jurídica de la organización de usuarios y Registro Colectivo de derechos de agua.
- Apoyar en el proceso de transferencia de la infraestructura para su usufructo, operación y mantenimiento.
- Promover la formación y capacitación de las autoridades de riego sobre temas normativos, operativos y administrativos.

3.2 Conceptualización de la consolidación de la organización de regantes

Se entiende por organización de regantes a la agrupación de usuarios legítimamente conformada que tienen derechos constituidos para acceder al agua y al uso de la infraestructura instalada para riego. Los usuarios, encabezados por sus autoridades elegidas, procuran lograr el funcionamiento continuo de su sistema de riego, mediante el uso de conocimientos y experiencias propias, con el empleo de recursos y tiempo acorde a su estructura organizativa y normas propias, y en interacción con su entorno local y/o regional.

El objetivo es lograr y asegurar que la organización tenga suficiente capacidad para asumir y cumplir de forma oportuna y con recursos propios todas las actividades administrativas, tareas operativas, responsabilidades y obligaciones para una gestión efectiva de su sistema de riego mejorado o nuevo.

En los hechos el fortalecimiento de la organización de regantes implica que los directivos y los usuarios de base tengan mayores capacidades para asumir sus tareas y obligaciones de gestión de riego, para cumplir y hacer cumplir sus normas y todas las tareas previstas de manera que aseguren el funcionamiento adecuado de su sistema de riego. El desarrollo y ampliación de capacidades comprende varias actividades, entre las más sobresalientes están:

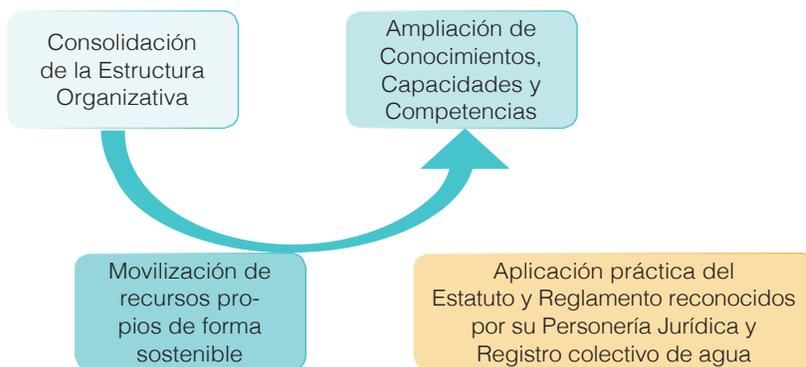
- **Actividades de operación y mantenimiento del sistema:** implica mejorar capacidades para optimizar la distribución de agua, ajustes en la repartición y en los trabajos de mantenimiento. También implica mejorar o hacer ajustes en las reglas y tareas de los responsables de la operación, distribución y mantenimiento del sistema.
- **Actividades de la organización interna;** renovación y lección de los directivos, dirección de las reuniones o asambleas, mejoramiento de los niveles de coordinación y espacios de relacionamiento entre los distintos niveles de la organización y mayor participación en la toma de decisiones (con atención especial a la participación de mujeres).
- **Actividades constitutivas:** actualización de reglamentos y listas de usuarios en cada gestión o renovación de las Directivas, perfeccionamiento de procedimientos de elección de autoridades de riego, mecanismos de control y/o reactualización de derechos de agua cuando corresponda.
- **Actividades de la preservación y/o protección de las fuentes de agua;** como una actividad continua tanto al interior del sistema como con sus vecinos u otros sistemas de riego que comparten las fuentes de agua.



- **Actividades de movilización y administración de recursos**, implica generar mayores capacidades en la administración de los recursos económicos, formas de recaudación y rendición de cuentas, conocimiento de contabilidad básica para realizar un manejo ordenado y transparente de los ingresos y egresos de fondos de la organización. Planificación de aportes de la mano de obra, empleo de recursos materiales locales y otros.
- **Actividades de relacionamiento externo**: con las entidades u organizaciones locales, por ejemplo fortalecer capacidades para que los Directivos tengan conocimiento y habilidad para entablar relaciones institucionales para gestionar nuevos proyectos de interés de la organización.

3.3 Sugerencias para la asistencia técnica en la consolidación de la organización de regantes

La puesta en funcionamiento de la organización de regantes para la operación plena del sistema de riego debe considerar los siguientes elementos claves que ayudarán a fortalecer y/o consolidar su desempeño. El siguiente esquema muestra los elementos claves para el fortalecimiento de la organización:



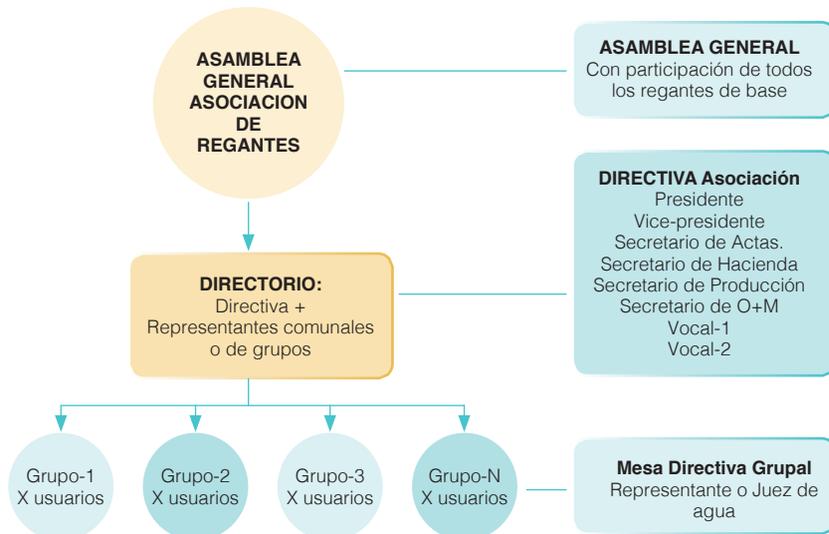
3.3.1 Consolidación de la estructura organizativa y aplicación de sus normativas

En la tarea de consolidación de la estructura organizativa, el Asistente Técnico debe prestar especial atención a los siguientes puntos:

- La Asamblea como máxima instancia de toma de decisiones donde participan todos los regantes o usuarios de base.
- Un Directorio conformado por una Directiva elegida por la Asamblea general (desde arriba) y representantes comunales o jueces de agua, elegidos por los grupos de riego o comunidades (desde abajo), todos con derecho a voz y voto.
- Los grupos de riego o comunidades, de funcionamiento independiente, que aglutinan a los agricultores regantes con su propia estructura organizativa, normas propias y con derecho de acceso al agua como grupo de riego.

Esta es una estructura en la que todos los grupos y los usuarios, a través de los elegidos del grupo, son representados en la estructura mayor de la organización y por ende se genera un equilibrio en todos los aspectos. Aun cuando una comunidad o grupo no esté representado por un cargo directivo, en el Directorio cuenta con un representante elegido por ellos para defender o reclamar los derechos e intereses del grupo, igualmente importante, para garantizar el enlace y la comunicación entre el Directorio y cada grupo de riego.

Este tipo de estructura, con sus variaciones locales, funciona adecuadamente en muchas organizaciones de regantes. El fortalecimiento y la consolidación de una estructura organizativa bien diseñada, conformada y consensuada es una tarea importante en cualquier organización de regantes durante la puesta en marcha de la operación de un sistema de riego.



3.3.2 Movilización de recursos propios de forma sostenible en el tiempo

Un tema crítico en muchas organizaciones de regantes es el manejo de los aportes, en mano de obra y particularmente en dinero. Por ello, el Asistente Técnico debe ayudar a la organización de regantes en las siguientes tareas básicas:

- Realizar ajustes o consolidación del presupuesto aprobados para gastos de administración y operación del sistema de riego.
- Explicar el objetivo de los aportes para cubrir todos los requerimientos de la organización, además de generar ahorros propios para tareas de emergencia o eventos imprevistos.
- Ampliar a mayor número de usuarios interesados en la formación y capacitación sobre el manejo, administración, en aspectos de contabilidad básica y uso de recibos o comprobantes.
- Implementar y dar seguimiento a mecanismos de recaudación fluidos, sencillos y claros.
- Realizar un manejo transparente de los recursos o gastos con comprobantes visibles o de conocimiento de todos.
- Realizar rendiciones de cuentas en forma periódica y documentada.
- Crear una caja de ahorro en una entidad financiera cercana en caso que la organización maneje dinero en cantidad.

Por recursos propios entendemos los aportes en dinero, materiales locales que usan para reparaciones, aportes en mano de obra y otros.

Una vez puesta en marcha un sistema de riego, el flujo de la movilización de los recursos dependerá mucho de la utilidad y del servicio que prestarán las obras construidas para facilitar las actividades de riego. Un funcionamiento adecuado de las obras de riego también repercute en la apropiación y empoderamiento gradual de las obras y por ende de la asunción de las tareas administrativas y operativas con sus propios recursos.

Una buena estructura organizativa también facilita el cumplimiento y la movilización de recursos para el funcionamiento del sistema. De acuerdo con la estructura también se crean mecanismos de recaudaciones y mecanismos de sanciones en caso de incumplimientos. Por lo general las tareas de recaudaciones son delegadas a los responsables o tesoreros o jueces de agua de los grupos de riego.

3.3.3 Aplicación de la normativa y documentos jurídicos de la organización

Durante la etapa de funcionamiento de los sistemas de riego, es común observar que los estatutos y reglamentos no son habitualmente utilizados o aplicados en sus reuniones o en asambleas. Pero sí se recurre a ellos cuando emergen conflictos internos.

El reforzamiento durante la puesta en marcha de un sistema de riego debe enfatizar en los aspectos de atribuciones y competencias de los directivos y de cada uno de sus miembros de la Directiva. En especial aquellas autoridades que han sido elegidas por los grupos de riego donde juegan un papel de portavoces de sus bases.

Cuando se cuenta con una organización de regantes con su personería jurídica y registro de agua, existe mayor confianza y plena autoridad para el desempeño de sus funciones y también puede dar mayor fuerza en la interrelación con otras organizaciones o entidades locales.



Lo propio acontece con la transferencia de obras construidas formalmente realizadas mediante actas de transferencia o documentos de compromiso firmado por las autoridades de las entidades ejecutoras de obras o proyectos. Otorga mayor compromiso para tareas de operación y mantenimiento de los regantes. Esto es un acto formal de compromiso importante que muchas veces se ignora o no se da debida importancia. En muchos proyectos, la entidad ejecutora solamente firma actas con las autoridades municipales, pero a menudo el compromiso formalmente establecido no llega hasta la organización de riego o a los regantes de base.

En este contexto el Asistente Técnico debe apoyar a la organización de regantes en las siguientes tareas principales:

- La aplicación de las normativas aprobadas para el cumplimiento obligatorio de todos.
- Poner en práctica el Estatuto y Reglamento en cada reunión o asamblea para familiarizar su aplicación habitual.
- La difusión e interpretación justa e imparcial del Estatuto y Reglamento, especialmente en lo que se refiere a derechos, obligaciones y sanciones.
- Generar confianza en la aplicación de la norma por sus autoridades y/o Jueces de agua con la suficiente fuerza y seriedad en sus mecanismos coercitivos.
- Desempeñar en sus cargos conforme lo estipulado en su reglamento interno.
- En su caso, concluir el trámite de la personería jurídica y de registro colectivo de agua (cuando corresponda).
- Formalizar la transferencia de las obras construidas a responsabilidad de la organización de regantes.



3.3.4 Ampliación o reforzamiento de capacidades y competencias

Una tarea importante durante la puesta en marcha del sistema de riego es dar continuidad con actividades de formación, reforzamiento de capacidades o competencias de los líderes y/o autoridades de riego.

Por el hecho de que los cargos que ocupan los líderes o autoridades de riego son rotativos y ad honorem, a menudo cambian cada año o cada dos años, la cual exige realizar una formación y capacitación como proceso continuo de formación de nuevos líderes y/o reforzamiento con información actualizada de las que ya fueron autoridades.

La generación de capacidades y ampliación de competencias de los líderes, y/o ex autoridades de la organización de regantes, le da mayores chances para promover, gestionar, reclamar o tramitar ante sus autoridades locales nuevos proyectos de riego o proyectos de promoción productiva con riego.

Por tanto, el trabajo del Asistente Técnico debe enfocarse en:

- Realizar eventos, talleres o cursos de capacitación para ampliar conocimientos y capacidades de los responsables de la operación, de los miembros directivos de la organización y también de los usuarios de base.
- Promover eventos de intercambio de experiencias o eventos de capacitación de regante a regante.
- Generar y documentar información relevante de consulta y uso para distintas actividades de la organización.
- Ayudar a promocionar las potencialidades del sistema de riego y habilidades o experticias de los regantes emprendedores.
- Apoyar en su relacionamiento y gestión administrativa con entidades locales o municipales.

3.4 Particularidades del Altiplano, Valles y Llanos

Altiplano

- En todas las zonas, pero principalmente en el Altiplano y Valles, es importante que todo trabajo de fortalecimiento organizativo se circunscribe dentro de las costumbres organizativas de la zona. Por tanto,

para poder ayudar en el fortalecimiento de la organización es importante conocer las particularidades organizativas de cada zona.

- En muchas partes del Altiplano, la organización de riego es parte de una organización mayor (comunitaria). En este contexto rara vez es importante formalizar la organización de riego. Hasta para la firma de documentos de compromisos formales, es suficiente la personería de la OTB a la que pertenece el sistema de riego.
- En el Altiplano es frecuente que en las organizaciones de riego los cargos roten entre todos los socios. Cumplir un cargo es visto como una responsabilidad y obligación social. Muchas veces no es una función personal sino una responsabilidad de la familia.
- En comunidades originarias, suelen existir connotaciones menos conocidas sobre derechos de agua y la distribución de agua en la práctica. Hay ayllus donde el agua se asigna más a la parcela que a las personas y se considera que no se puede privar el agua a los cultivos. Esta concepción requiere una capacidad colectiva para medir la superficie que cada uno y la colectividad siembran, con miras a tener el agua suficiente para su riego.
- En el Altiplano hay muchos sistemas de riego en los que se mezcla la cultura de riego con aspectos rituales. Un Asistente Técnico tiene que estar consciente de la importancia de los rituales locales para el buen funcionamiento del sistema y la organización. En reuniones hay que observar la importancia de cumplir ciertas costumbres para lograr buenos resultados.
- Un problema en el Altiplano son los flujos migratorios. Para el fortalecimiento es complejo que muchos socios están ausentes durante una buena parte del año o a veces durante varios años.

Valles

- En la zona de los Valles la mayoría de las comunidades se organizan en sindicatos agrarios, a su vez agrupadas en subcentrales y centrales. La historia de la organización sindical en el campo ha generado un gran capital social para organizar asuntos colectivos. Existe una cultura organizativa omnipresente con gente entrenada para ir a reuniones y con una costumbre de asumir cargos.
- En casi todos los sistemas de riego, los usuarios copian la estructura sindical en su organización de riego, con un presidente, vice-

presidente, secretario de actas, tesorero y algunos vocales. Uno de los vocales suele ser el Juez de agua o responsable de Operación y Mantenimiento.

- En sistemas de riego pequeños las tareas del riego pueden ser asumidos por la organización comunitaria. En ese caso, durante las reuniones de la comunidad se discuten también los temas específicos del riego, aun cuando no les concierne a la totalidad de los miembros de la comunidad.
- Los sistemas de riego mayores suelen requerir una organización específica supracomunitaria. En el directorio de las organizaciones supracomunitarias se suele buscar un equilibrio en la representación de las distintas zonas o comunidades. Por ejemplo, si el presidente es de la zona alta, el vicepresidente debe ser de la zona baja. Este equilibrio es importante en términos representativos, pero a la vez tiene una enorme ventaja en los flujos de información, porque los dirigentes son responsables de divulgar las decisiones tomadas en el Directorio.
- En las organizaciones mayores suele contarse con Directorios elegidos, por uno o varios años. Se observa que muchas de estas organizaciones son más formales y que para su buen funcionamiento requieren Estatutos y Reglamentos, porque no son extensiones naturales de la organización comunitaria.

Llanos

- En la ecoregión de los Llanos, la población también tiene experiencia de organización, pero en general se observa menor arraigo de costumbres organizativas. Por ello, las organizaciones de riego son más funcionales en sí, como también lo es una organización de padres de familia para el funcionamiento de una escuela. El efecto es que las organizaciones de riego pueden ser más formales, dirigidas únicamente a resolver los temas específicos del riego y con una cultura organizativa más formal y estricta.
- Parece que en esta agro-ecoregión los liderazgos de las organizaciones son menos rotativos y existe más una cultura de larga permanencia en un cargo, si no se presentan problemas en su ejecución.

PUESTA EN PRÁCTICA DEL PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y PLAN DE OPERACIÓN



4

4

PUESTA EN PRÁCTICA DEL PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y PLAN DE OPERACIÓN



4.1 Alcance de las tareas

- Validar la propuesta de distribución de agua e implementar los ajustes requeridos.
- En caso de presas, definir el uso y distribución de agua en el tiempo, con base en volumen o cupo productivo por usuario o grupo de riego, modalidad de entrega (caudal continuo o discontinuo, número de largadas), periodo de operación, etc.
- Apoyar en la elaboración del calendario de riego y turnos de entrega de agua según sectores de riego o canales, especificando caudales de circulación, frecuencia y duración del turno (semana, día, hará).
- Apoyar en la definición de puntos de entrega, control y medición de caudales para facilitar la vigilancia y monitoreo del flujo.
- Elaborar un mapa o croquis de la red de distribución y ubicación espacial de las unidades o sectores de riego, según el criterio de entrega de agua definido.
- Asesorar en la elaboración e implementación de un plan anual de operación de la infraestructura.
- Apoyar en la elaboración del manual de operación.
- Capacitar al personal responsable de la distribución de agua y operación de la infraestructura en el uso de instrumentos de control y me-

dición (aforadores, estaciones pluviométricas, etc.), interpretación de registros, curva altura-volumen de agua embalsada y uso del manual de operación.

- Asesorar en el control y monitoreo del área del embalse: registro de flujos de agua de entrada y salida, registros de nivel de agua, cálculo de volumen almacenado, control de volúmenes de salida, etc.
- Asesorar en el control del buen estado de las obras principales: en presas control de filtraciones del dren basal.
- Asesorar en la operación para el control de crecidas: válvulas de regulación (presas), compuertas en bocatomas (ríos), etc.
- Apoyar en la elaboración de presupuesto para la operación de la infraestructura, instrumentos de medición y dispositivos instalados.

4.2 El esquema de distribución como base para el funcionamiento de un sistema de riego

Un plan de operación de un sistema de riego es el conjunto de acciones programadas que se debe realizar para que el agua fluya de acuerdo con el esquema de distribución de agua definido. La base del plan de operación es el esquema o plan de distribución del agua. Por esta razón, primero se explica qué es y cómo se define el esquema de distribución, para después explicar los detalles del plan de operación y su puesta en marcha.

4.2.1 La tarea: elaborar un esquema de distribución de agua detallado

En el momento del inicio de la fase de puesta en marcha, se supone que ya existe alguna propuesta de distribución del agua, aunque sea preliminar. En efecto, ya debe haber una propuesta de distribución en el momento del diseño, porque las dimensiones de la infraestructura se ajustan a la idea de distribución planteada. Más adelante veremos cómo esto es de mucha mayor relevancia en el caso del riego tecnificado.



Durante la fase de puesta en marcha, la asistencia técnica debe trabajar en validar la propuesta de distribución predefinida y convertirla en un esquema de distribución concreto y detallado, que permite llevar de manera ordenada el agua a los terrenos de los socios del sistema. Este trabajo se tiene que hacer en coordinación con los usuarios, porque ellos y ellas deben estar de acuerdo con el resultado y poder aplicarlo en la práctica de la puesta en operación de su sistema.

4.2.2 Factores que influyen en el esquema de distribución

El esquema de distribución de agua se puede definir como “la programación del reparto del agua en tiempo y espacio”. En concreto, el esquema de distribución define quién riega, después de quién, cuánto tiempo y dónde. En la práctica de muchos sistemas de riego, el esquema de distribución es conocido como el “rol de riego”.

En la elaboración de los esquemas de distribución hay que tomar en cuenta múltiples factores que influyen en ello. En los sistemas de riego campesino deberían basarse en tres tipos de características:

- Los derechos de agua.
- Los factores agronómicos (cultivos, suelos, clima) que definen los requerimientos de riego.
- Preferencias de operación y control.

En principio, los **derechos de agua** de los usuarios del sistema y la proporcionalidad entre ellos son una de las condiciones básicas para la definición del esquema de distribución. En el esquema de distribución esta proporcionalidad se expresa en el rol de aplicaciones asignadas a cada usuario.

Por otra parte, el esquema de distribución tiene que basarse en los **factores agronómicos**, entre ellos principalmente las características de los suelos (principalmente su profundidad y capacidad de retención de humedad) y la demanda de agua de los cultivos (su requerimiento de riego). Estos datos se introducen en el diseño agronómico, con el que se calcula los intervalos máximos entre dos aplicaciones sin que los cultivos sufran de marchitez y las láminas por aplicarse. Estos datos dan buenos indicadores básicos para empezar a definir un esquema de distribución responsable.

En la distribución de agua de muchos sistemas, la parte agronómica tiene un peso mínimo en la definición del rol de riego. Es común que los intervalos entre aplicaciones solo se definen en base al número de usuarios y un tiempo fijo de aplicación por usuario (por ejemplo un día). Con este principio suelen definirse intervalos demasiado largos para el buen riego (hay intervalos de 20 hasta 45 días).

Si bien pudo representar un buen principio de distribución en algún momento, con el incremento del número de socios en el tiempo, el intervalo se vuelve inadecuado para una producción beneficiosa.

Adicionalmente a los derechos y los datos agronómicos, la definición del esquema de distribución depende de ciertas **preferencias de operación y de control**. En general se tiene que decidir acerca de los siguientes factores:

- Si se quiere regar con un solo flujo o con multiflujo (repartiendo el caudal total del sistema en varios hilos).
- El caudal con el que se quiere regar.
- Si se quiere regar según una secuencia fija o con una cierta alternancia (día y noche) o flexibilidad.
- El intervalo cómodo que se quiere tener entre las aplicaciones de riego.

Estas preferencias se refieren a las principales variables que se tienen que definir a la hora de fijar el esquema de distribución. En sistemas de embalse se adicionan a ellas la época de riego, el número de turnos (o largadas) y, eventualmente, los horarios de riego.



Tabla 3
Variables por definirse en un esquema de distribución

Todos los sistemas	Sistemas de embalse	Sistema de reservorio de regulación
Intervalo	Intervalo	Intervalo
Caudal	Caudal	Caudal
Tiempo por derecho	Tiempo por derecho	Tiempo por derecho
Secuencia espacial	Secuencia espacial	Secuencia espacial
	Época de riego	
	Número de turnos	
	Horario de riego	Horario de riego

Obviamente, el Asistente Técnico no puede definir estas variables o características por su cuenta. Tiene que escuchar la opinión de los regantes del sistema en el que trabaja para conocer sus preferencias. Por su parte, puede dar sugerencias en cuanto a la conveniencia o inconveniencias de las distintas alternativas.

El objetivo de la definición del esquema de distribución es lograr una “programación del reparto del agua que permite regar bien los cultivos implantados y que es sencilla de entender, operar y controlar por parte de todos los usuarios del sistema”.

Un esquema de distribución adecuado y sencillo es una sólida base para la autogestión del sistema.

4.2.3 Sobre los intervalos de riego

Con relación a lo “sencillo de entender, operar y controlar” se puede hacer algunos comentarios prácticos sobre los intervalos de riego:

- Del cálculo teórico de la demanda de agua, puede salir como duración del intervalo 8,3 días, que equivale a ocho días, siete horas y 12 minutos. Es poco práctico aplicar este intervalo como la base del esquema de distribución. Es mucho más sencillo definir como intervalo ocho días enteros, o en su defecto siete días. Hay que comprender que se puede elegir cualquier duración de intervalo menor que la máxima teórica.

- Hay que pensar que en la mayoría de los casos, los intervalos se aplican a toda la campaña de riego. El cálculo de la demanda máxima da el límite teórico de la duración del intervalo para la época más exigente, pero tal vez solo se aplique a una o dos semanas y es más cómodo trabajar con un intervalo ligeramente mayor (en el ejemplo nueve o 10 días, aceptando un cierto grado de estrés en el periodo pico).
- Usualmente se calcula el intervalo de riego para los cultivos más exigentes. Aplicando ese intervalo, todos los demás cultivos pueden regarse bien. Los menos exigentes recibirán una mayor dotación que la que requieren, lo que no perjudica pero puede generar un sobre-riego que puede resolverse con una ligera ampliación de la superficie.
- Es posible que en primera instancia se calcule el esquema de distribución para cultivos tradicionales, pero que una vez operando el sistema los agricultores regantes cambien a cultivos más exigentes en riego. En el diseño del esquema de distribución se tiene que prever esta situación.

Vislumbra que el diseño del esquema de distribución es un trabajo en dos direcciones: en primera instancia se tiene que calcular el intervalo óptimo y en segunda definir con criterio de sencillez y practicidad el intervalo práctico.

4.2.4 Esquemas de distribución básicos

Para dar una idea más clara del significado de los esquemas de distribución, aquí algunos ejemplos de distintos tipos de esquemas básicos:

- Riego libre; es la situación en la que no existe un esquema propiamente dicho: todos los usuarios pueden tomar agua cuando les apetezca. Solo ocurre en situaciones de superávit de agua. Por eso es común en muchos sistemas de toma directa inmediatamente después de la época de lluvia.
- Riego por anote o a demanda: es la situación en la que los usuarios tienen que solicitar agua. La secuencia entre los socios no es fija / predeterminada, sino depende de la orden de llegada para anotarse. Ocurre mucho en sistemas de relativa abundancia de agua o en sistemas de pozo con un precio relativamente fuerte para el agua.
- Riego por turnos: es el sistema más conocido en el país. Usualmente los turnos están bastante bien definidos, con posibilidad de algunas variaciones entre las vueltas o ciclos entre todos los usuarios.

En Bolivia, los sistemas de turnos más frecuentes son los de monoflujo, en los que el caudal total de la fuente va de un usuario a otro. Cada regante riega durante un periodo de tiempo equivalente a su derecho de agua. La suma de los tiempos de todos los usuarios hace al intervalo de riego. Después de que todos rieguen el agua vuelve al usuario primero, eventualmente con algún arreglo de saltos para evitar que los mismos usuarios siempre rieguen de noche o de día.

¿Por qué los sistemas de turnos fijos con monoflujo son tan comunes? Principalmente porque es el esquema de distribución de más fácil control. El agua va a un solo usuario a la vez y por un tiempo definido. Todos los demás pueden controlar que ningún otro usuario haga uso indebido.

Es posible aplicarlo porque muchos sistemas operan con caudales reducidos, lo que permite que uno controle el caudal entero en su parcela.



4.2.5 Esquemas de distribución en el contexto de embalses

En el caso de sistemas de embalses, hay más grados de libertad en la definición del esquema de distribución que en sistemas que trabajan con un caudal determinado. En sistemas de embalse se puede determinar hasta el periodo de riego y jugar con los caudales de las largadas. Esta mayor flexibilidad en la operación permite que los esquemas de distribución de los embalses pueden establecerse casi exactamente de acorde con los requerimientos de riego de los cultivos.

En la práctica, sin embargo, la mayoría de los sistemas de embalse no aprovechan esa flexibilidad. La mayoría de los sistemas funcionan con una distribución que solo es sencilla y fácil de controlar, pero que queda lejos de aprovisionar agua suficiente y oportuna a los cultivos. Hay muchos casos en el país, donde por contar con esquemas de distribución inadecuados, se pierden oportunidades de cultivos más rentables, por ejemplo, porque los intervalos de reparto son más largos que los nuevos cultivos requieren (con un intervalo de 21 días, no se puede cultivar hortalizas porque su zona de raíces es bastante reducida y no puede almacenar agua para 21 días de crecimiento).

¿Cómo se define un buen esquema de distribución de un embalse? En las siguientes secciones se describe como elaborar la propuesta de entrega de agua a nivel del sistema (4.2.5.2) y dentro de los sectores (4.5.2.3). En un próximo paso, la propuesta de entrega se convierte en el esquema de distribución y de largadas (4.5.2.4). Antes de entrar en estas descripciones se explica que para una distribución productiva del agua, hay que asegurar que cada familia tenga un volumen suficiente para poder cultivar una superficie interesante, lo que se viene llamando el “cupo productivo” (4.5.2.1).

La propuesta de entrega de agua define de forma general la distribución de agua a los beneficiarios de un sistema. En el esquema de distribución se especifican los caudales, la duración de los turnos, la frecuencia entre turnos y la secuencia general entre sectores.



- La propuesta de entrega se basa en:
- Los objetivos del riego.
- Los requerimientos de riego de los cultivos en el tiempo.
- Se considera un sistema de cultivo promedio, sin fijarse en los detalles de cultivos de cada agricultor, su demanda de agua y la presencia de agua de otras fuentes (lluvia, otras fuentes de riego).
- Los derechos de agua y los cupos productivos.

La propuesta de entrega considera dos niveles:

- La entrega de agua a nivel del sistema, incluyendo el reparto entre sectores.
- La entrega de agua dentro de los sectores.

Sobre los cupos productivos

Para que los sistemas de embalse generen condiciones adecuadas para la producción agrícola, hay que asegurar que cada familia cuente con un volumen mínimo interesante para dar un salto en su producción agrícola. Ese volumen mínimo se llama el “cupo productivo”.

El cupo productivo es “un determinado volumen de agua, que entregada de forma adecuada, permite a un agricultor producir un cierto cultivo en una superficie suficiente como para generar ingresos o alimentos de relevancia”. Si en el embalse participan demasiadas familias y el volumen de agua por familia está por debajo del cupo productivo, el impacto productivo del proyecto será mínimo.

El cupo productivo se basa en una propuesta de productividad del agua, que se relaciona con el tipo de cultivos, el área por cultivarse por unidad productiva (mínima / adecuada), los períodos de producción, los requerimientos de agua, el calendario de aplicación y la existencia de otras fuentes de agua.

La definición de los cupos productivos es un instrumento para delimitar el número máximo de socios que pueden participar en un sistema de embalse. Sobrepasar el número de socios generaría volúmenes de agua demasiado reducidos para tener un impacto productivo de importancia.

En general, el cupo productivo expresa un volumen promedio de agua productiva, elaborado sobre la base de una rotación promedio de cultivos. En la

definición de los cupos, es aconsejable partir de volúmenes algo exagerados, en vista de que en los procesos posteriores tienden a fraccionarse. En sistemas con especialización en la producción agrícola, pueden definirse cupos productivos por tipo de cultivo, tal como ocurre en otros países (asignación de volúmenes por tipo de cultivo).

Una vez definidos los cupos productivos estos se convierten en porciones de participación en el embalse, los que se convertirán en derechos de usufructo reconocidos por el grupo de beneficiarios. En la entrega del agua, los cupos productivos no prescriben el tipo de cultivo por regarse, sino garantizan condiciones relativamente óptimas para la producción.

La entrega a nivel del sistema y reparto entre sectores

Los temas principales por definirse al nivel del sistema y para la distribución a los sectores son:

- El caudal de distribución
 - El caudal de distribución es el caudal básico de entrega de agua a los beneficiarios.
 - El caudal básico se define tomando en cuenta condiciones topográficas del terreno, tipos de suelo, experiencias de riego.
 - Se recomienda fijar un caudal de distribución único para todo el sistema y toda la época de riego, porque beneficia la transparencia en el manejo del sistema.
 - A un sector o canal puede entregarse un múltiplo del caudal de distribución.
- El punto de entrega del caudal de distribución
 - El caudal de distribución puede entregarse en la toma, un punto de reparto principal o a la entrada de canal parcelario.
 - Las dos propuestas varían en la responsabilidad de las pérdidas de conducción: el sistema más solidario entrega el caudal de distribución más cerca del usuario.
 - El caudal de salida de la presa es igual a la suma de los caudales de distribución más sus pérdidas de conducción.

- El horario del riego
 - Para la gestión de los sistemas de embalse puede optarse por operar sólo de día (12 a 18 horas), o por operar día y noche. Además, pueden definirse días específicos para el riego (por ejemplo excluyendo los días del fin de semana).
 - La operación solo de día genera un aumento exponencial de las manipulaciones de la presa (apertura y cierre diarios) y una repetida pérdida de agua a causa del llenado de los canales. Las desventajas del riego de noche deben compararse con el aumento de la complejidad de la operación del riego exclusivamente diurno.
- El grado de unificación en la distribución
 - Si existen varios sectores puede optarse por una entrega unificada entre los sectores (todos los sectores en el mismo periodo con la misma frecuencia) o una entrega diferenciada (cada sector define su periodo y frecuencia óptima).
 - La entrega diferenciada entre sectores requiere de una planificación más detallada y un control más estricto en las separaciones de los flujos de agua. A consecuencia de una entrega diferenciada aumenta el número de manipulaciones de la presa.



- El grado de flexibilidad en la distribución
 - Cada propuesta de entrega debe mantener la flexibilidad suficiente para responder a las condiciones climáticas del año. Considerando estas condiciones, se decide sobre fechas de largadas, posibles interrupciones del riego, etc.
 - De acuerdo con las características del sistema de riego, debe definirse en cuanto al nivel de flexibilidad permitida, identificando las unidades mínimas de planificación dentro de las cuales no pueden existir variaciones entre sus socios.
 - En casos singulares, pueden introducirse grados de flexibilidad específicos (Ejemplos: En Comarapa existe el 'levante de compuerta' para canales que piden un aumento de caudal. En Sacaba existe un caudal estándar para todos los sectores, pero un sector recibe un caudal distinto por sus características topográficas).

La entrega de agua dentro de los sectores

En cuanto al diseño de la distribución dentro del sector, debe definirse:

- La subdivisión de los sectores en unidades de entrega
 - En los sistemas de sectores de tamaño menor, estos automáticamente se consideran las 'unidades de entrega de agua'. Las unidades de entrega son espacios dentro de los cuales, por coherencia social, los usuarios pueden asumir sin problemas las tareas organizativas para la distribución del agua. Unidades de entrega comunes son las comunidades o suyus.
 - En los sistemas con sectores de tamaño mayor, se subdividen sus sectores en 'unidades de entrega de agua'. Dentro de cada sector, se define la secuencia de riego entre las unidades de entrega. Esta secuencia puede ser fija o cambiante.



- La secuencia de entrega dentro de cada unidad
 - La secuencia de entrega de agua dentro de las unidades se conoce como el ‘rol de riego’, que estipula el orden y los horarios de entrega a cada uno de los usuarios.
 - Es común que existen secuencias cambiantes, que suelen tener como objetivo igualar las condiciones de riego para todos los usuarios dentro de la unidad (por ejemplo, riego de arriba hacia abajo alternado con riego de abajo hacia arriba).
- Arreglos en cuanto al llenado y vaciado de los canales
 - En algunos sistemas, el tiempo de llenado es asumido como una pérdida colectiva. En otros, el tiempo de llenado es considerado parte del derecho del primer usuario.
 - En algunos sistemas, el tiempo de vaciado es considerado como parte del derecho del último usuario (con la desventaja de una gradual disminución del caudal). En otros, el sistema dispone el ‘agua de cola’ para la venta.

Ejemplos de esquemas de distribución en sistemas de embalses

Sistema típico en Cochabamba

Los esquemas de distribución típicos funcionan mediante largadas con reparto del agua por monoflujo. El caudal entero de la salida de la presa se conduce a un solo usuario. Después de que un usuario termina su tiempo de riego, el flujo pasa al siguiente. Los tiempos de riego pueden ser iguales o variar según el derecho de cada usuario. La duración de la largada es igual a la suma de tiempos del conjunto de usuarios.

Este tipo de esquema de distribución es elegante por su sencillez y la facilidad de controlar su cumplimiento: en cada momento de la largada riega un solo usuario. En sistemas medianos tiene como desventaja que con un creciente número de usuario se extiende mucho la duración de la largada, lo que amplía el intervalo entre las aplicaciones de riego, lo que resulta en periodos de estrés hídrico. En algunos sistemas es contrarrestado con volúmenes (y caudales) mayores, pero estos promueven descontrol y pérdidas por escurrimiento y percolación.

En vista de estas desventajas hay que revisar en cada sistema si no es más conveniente y productivo introducir un esquema de distribución de multiflujo,

con caudales menores e intervalos más cortos. Tal propuesta es imprescindible en procesos de conversión de riego por gravedad a riego tecnificado.

Sistemas de riego Achocalla, Sacaba

En la fase de diseño del proyecto de riego Sacaba se definió como cupo productivo un volumen para abastecer 2.500 m² de cultivo regado. Según estimaciones convencionales, el volumen debería ser equivalente a 2.500 m³, lo que hay disponible para cada usuario en el embalse.

La definición de la propuesta de entrega fue un proceso iterativo:

- Primera propuesta de entrega: 5 * 2 horas, 70 l/s. Esta propuesta era una copia de lo que era común en los sistemas de embalse de la zona: solo 5 largadas, con un intervalo de 1 mes. Esta propuesta impedía cultivar hortalizas o flores, que son los cultivos más rentables de la zona.
- Segunda propuesta de entrega: 10 * 1 horas, 70 l/s. Si bien era una mejora, después del primer año se observó que a varias familias les faltaba agua al final de la campaña, lo que obligaba a prestarse agua de otras. Además, el caudal era difícil de manejar en parcela.
- Tercera propuesta de entrega: 14 * 1 horas, 50 l/s. Esta propuesta resuelve los dos problemas mencionados: se reduce el caudal en parcela y se incrementa el número de turnos. Obviamente reduce en algo la superficie regada.

Esta última propuesta fue aceptada, porque permite dar 14 riegos a una superficie de 2.500 m³, lo que asegura que con el agua del embalse se garantice la producción de un cultivo, sin tener que acudir a otras fuentes de agua o depender de una eventual lluvia.

En el esquema de distribución, las comunidades definieron además sus propias frecuencias, que se establecieron entre 7 y 10 días. Para la distribución, se juntaron las familias necesarias para cubrir el número de horas del intervalo (7 días = 167 horas; 10 días = 240 horas). Como es un sistema de más de 2.000 familias, se crearon varios “hilos de agua” paralelos, cada uno de 50 l/s, abasteciendo simultáneamente a los distintos sectores del sistema.

Sistema de riego Terrado, Vila Charcas

En Incahuasi, la gestión del embalse es totalmente distinta. Primero, porque los socios del embalse no son familias individuales, sino las múltiples acequias que tienen su toma a lo largo del río. Estas acequias sufrieron de escasez de agua en la campaña agrícola, pero una escasez diferenciada. Algunas acequias tenían escasez durante toda la campaña, otras solo hacia el final.

Durante la construcción de la presa, se definió que las acequias se asocian al embalse y en caso de necesidad piden un “caudal de apoyo” de la presa. Se definió como cupo productivo un caudal continuo de 5 l/s durante un periodo de dos meses, equivalente a 25.920 m³. Este cupo productivo es colectivo.

En este caso el esquema de distribución es más flexible. Cada acequia puede solicitar cuándo quiere que se largue su caudal de apoyo. Algunas acequias han adquirido dos o tres cupos, y pueden pedir la sobreposición de sus caudales de apoyo con tal de generar un flujo suficiente en su canal.

4.2.6 Turnos de riego y esquema de largadas

Una vez establecida y consensuada la propuesta de entrega (si se requiere especificada para distintos sectores), pueden fijarse los detalles de la distribución práctica del agua, elaborándose los turnos de riego y el esquema de largadas.



Los turnos de riego estipulan fecha y hora de la entrega de agua a los sectores y dentro de los sectores a las unidades. En cada unidad, mediante los roles de riego los turnos colectivos se dividen en turnos individuales, también con fecha y horario de entrega de agua.

Se debe procurar que los turnos entre unidades y los roles de riego sean lo más constantes posible (dejando espacio para las eventuales variaciones regulares / repetidas). Tal constancia permite desarrollar un cierto automatismo en la distribución del agua (cada unidad sabe en qué secuencia recibe su agua y cada regante sabe después de quién le toca).

Para ayudar que el turno dentro de un sector de riego sea constante, se recomienda procurar que la suma de la duración de los turnos de sus unidades sea igual a la frecuencia óptima de riego dentro del sector.

El calendario de los turnos puede variar de año en año, porque en última instancia los turnos dependen de las condiciones climáticas y el calendario agrícola de cada año. En casi todos los sistemas existentes suele observarse tal flexibilidad, aun cuando el discurso formal proclama la existencia de fechas fijas para las largadas.

El conjunto de turnos de riego de los sectores, se traduce en un 'esquema de largadas', entendido como la secuencia calendario de apertura y cierre de la presa. El esquema de largadas puede contener largadas más o menos fijas y sencillas (por ejemplo: de duración fija y sin cambios de caudal) o contener largadas de grandes fluctuaciones a lo largo de su duración con repetidos ajustes del caudal en el tiempo.

De lo último dos ejemplos:

- En el sistema de riego Achocalla (Sacaba), se largan simultáneamente entre 5 a 10 hilos de agua que alimentan a distintos sectores. Por contar con distintos cultivos, los sectores no empiezan, ni terminan el riego en el mismo momento. Algunos sectores cuentan además con agua de otras fuentes, por lo que interrumpen sus largadas. Conforme los pedidos de los sectores, se tienen que hacer muchos ajustes en el caudal de salida, lo que requiere una excelente administración de caudales de salida de la presa para asegurar la entrega del volumen previsto a cada uno.
- En el sistema de Lahuachama (Totorá), se larga un caudal de 0,5 l/s durante los meses de julio a septiembre. Cuando suben la tempe-

ratura y la demanda de agua, se incrementa el caudal continuo por usuario a 0,55 l/s.

4.2.7 Reordenamiento de la distribución de agua

Como ya se mencionó, hay varios sistemas de embalse con esquemas de distribución que no son muy adecuados para una nueva realidad productiva. Principalmente porque los intervalos entre los riegos son muy largos, lo que es consecuencia de querer regar con monoflujo y entregar a todos los usuarios uno tras otro. El crecimiento de la lista de usuarios generó un alargamiento del tiempo que se requiere para abastecer a todos.

La presencia de un proyecto de mejora puede crear la condición para cambiar este problema, porque el incremento de la cantidad de agua abre perspectivas para modificar su distribución. En esos casos, la principal decisión que se tiene que tomar es de cambiar de monoflujo a multiflujo, generando múltiples hilos de agua simultáneos. En un sistema de multiflujo se organizan sectores de riego, con un número limitado de familias, que permite trabajar con intervalos más cortos y por ende mejores condiciones para la producción agrícola.

Mejorar el esquema de distribución hacia uno más adecuado pasa por un procedimiento que se vino llamando el “reordenamiento de la distribución”. El reordenamiento es un proceso participativo mediante el cual la organización de regantes decide optimizar la forma de distribución de agua para lograr una mayor eficiencia en la distribución y una mayor productividad del agua.



El “corazón” de un proceso de reordenamiento es la reconfirmación de los derechos de agua. Posteriormente, los usuarios definen su futuro plan de cultivo y se elabora un esquema de distribución que responda mejor a los requerimientos de este plan.

Un proceso de reordenamiento de distribución no modifica ni crea nuevos derechos de agua para los regantes. Sólo optimiza la forma de entrega de agua que le compete a cada uno de los usuarios, para facilitarle una mayor capacidad de respuesta a los cambiantes requerimientos de la producción agrícola.

Por tanto, el reordenamiento es un proceso de reafirmación de los derechos de agua y reafirma los principios para su distribución (secuencia, grado de flexibilidad, tipos de trueques, etc.). Por lo demás, genera mayor transparencia en la distribución, mejora el orden espacial en las aplicaciones y acorta los tiempos entre los turnos.

Para garantizar que el reordenamiento de buenos resultados es imprescindible que, por un lado, la organización y sus dirigentes se responsabilicen del proceso y, por otro, se cuente con el apoyo de un profesional técnico capaz de dirigir los pasos y sistematizar con precisión los datos básicos de derechos y turnos.

El procedimiento para el reordenamiento se explica en detalle en el texto de Paul Hoogendam y Carlos Ríos “Reordenamiento de la distribución de agua” (MDRAyMA / C3B, 2007).

4.3 Sugerencias para la asistencia técnica en el esquema de distribución

4.3.1 Conocimiento y creatividad

Para elaborar el esquema de distribución en un sistema de riego, es fundamental que el Asistente Técnico tenga conocimiento de distintas soluciones encontradas en el país y que ese conocimiento se convierta en su fuente de



creatividad para encontrar una solución imaginativa y adecuada en el proyecto donde trabaja.

En el diseño de un esquema de distribución no se tiene que copiar ciegamente la solución de un sistema a otro, sino analizar primero las condiciones del sistema nuevo y después elegir de la gama de soluciones posibles la más adecuada y modificarla para que esté completamente compatible con la realidad del sistema.

4.3.2 Métodos participativos en el diseño del esquema de distribución

El diseño de un esquema de distribución pasa por una serie de pasos, en los que se requiere de la participación de los usuarios para expresar sus preferencias y deseos. Primero se tiene que definir la cédula y el calendario de los cultivos, que se basa en las expectativas de los agricultores regantes y experiencias con cultivos en la zona (o sistemas aledaños). Después se calcula o estima con los agricultores regantes la superficie de cultivo que se puede regar con el caudal o volumen de agua del que cada uno dispone.

Definidos los cultivos, el Asistente Técnico debe ayudar con el cálculo del intervalo óptimo y el práctico, que depende del tipo de suelo y la evapotranspiración y que posteriormente se convierte en la lámina de riego por aplicarse en cada turno.

Simultáneamente el Asistente Técnico debe recoger información sobre las preferencias locales acerca del caudal y los tiempos de riego. Estos datos dependen del método de riego (riego tecnificado se maneja con caudales mínimos, pero periodos largos), las condiciones naturales (en topografía empinada hay que reducir los caudales) y las destrezas de los agricultores regantes. Los tiempos y periodos preferidos influyen en si se elabora un esquema de distribución de monoflujo o se tiene que pensar en varios hilos de agua para distintos.

El diseño con varios hilos de agua genera una cierta flexibilidad entre las distintas zonas de un sistema (mediano), lo que puede resultar muy beneficioso considerando la variación en condiciones climáticas y topográficas. Así también, en un solo sistema puede haber un(os) hilo(s) para riego tecnificado y otro para riego por gravedad.

Para culminar este proceso en un “rol de riego”, se tiene que definir la secuencia espacial entre los agricultores regantes. Para ello, el Asistente Técnico debe contar con un mapa de las parcelas. Si es hábil con un programa SIG, puede elaborar un programa con el que se puede mostrar en pantalla la secuencia de riegos programada.

En sistemas de riego tecnificado se añade a ello la revisión de las presiones, porque en su operación no solo se distribuye agua, sino también presiones. Por tanto en la distribución espacial, el asistente técnico debe procurar que las aplicaciones simultáneas se den en una franja topográfica de cota similar, para evitar que un regante robe la presión de otro y con ello se adueñe con parte de su caudal.

Es muy importante, sobre todo en sistemas nuevos, que el asistente técnico explique la propuesta de distribución de agua a los regantes antes de la primera ronda y que les pida que reflexionen sobre los detalles prácticos de su implementación. A los usuarios les suele importar si la distribución es fácil de controlar (visible y medible), si es equitativa en el reparto de complejidades (noche / día) y si no les significa mucho trabajo y esfuerzo. Todos estos elementos deben ser evaluados en la fase de diseño del esquema de distribución.

Un elemento específico es la atención para las opiniones de mujeres. El diseño del esquema de distribución puede ser un momento crítico para la participación plena de familias lideradas por mujeres. No sería la primera que alguien define los horarios de riego sin tomar en cuenta que en algunas zonas, el riego nocturno es prohibitivo para mujeres. En el proceso de definir el esquema de distribución se recomienda organizar por lo menos una reunión exclusivamente con mujeres para saber si tienen opiniones particulares sobre el tema.

4.4 El plan de operación como plan ejecutivo del esquema de distribución

4.4.1 El plan de operación debe poner en práctica el esquema de distribución

Para implementar el esquema de distribución, solo hace falta que todas las tomas y compuertas sean operadas de forma tal que el flujo resultante en el sistema coincide con lo definido en papel. El conjunto de las manipulaciones de la infraestructura se define como el plan de operación.

Aparte de ello, el plan de operación contiene algunas actividades que tiene que ver con el buen funcionamiento de las obras per se.

4.4.2 Tareas principales del plan de operación

En el plan de operación se definen las siguientes tareas:

- La manipulación oportuna y adecuada de compuertas, válvulas y bombas.
- La medición de los caudales en los canales y tuberías.
- La coordinación de las actividades de operación de la infraestructura.
- El registro de las actividades de operación.
- La manipulación oportuna y adecuada de compuertas, válvulas y bombas

La principal tarea de la operación es asegurar que el flujo de la fuente entre en la red de canales o tuberías y que después se divide por los canales o tuberías conforme el esquema de distribución. En la práctica se expresa en la manipulación de los artefactos móviles, que suelen ser compuertas, válvulas y bombas, pero también pueden ser tablas o tepes que se utilizan para el desvío del agua hacia los canales, acequias o parcelas deseados.

En general, la operación de sistemas de canales abiertos es bastante sencilla. La clave está en saber cuándo se tienen que abrir y cerrar (lo que está definido



en el esquema de distribución o el rol de riego) y cómo controlar que el flujo resultante en un canal o tubo equivale al establecido (ver sección 0).

La operación de presas tiene sus propias complejidades, por lo que se incluye una sección específica sobre el tema (4.4.4).

La operación de redes de tuberías a presión es más complejo, porque no solo contiene tuberías, sino también filtros y distintos tipos de válvulas (aparte de las de cierre, de aire, de sostenimiento de presión, de reducción de caudal, etc.), que en su conjunto requieren un buen manejo. La descripción de la operación de sistemas de riego tecnificado está fuera del alcance de este Manual. Elementos introductorios se encuentran en Hoogendam y Ríos: “Operación y mantenimiento de sistemas de riego tecnificado”.

La medición y el reparto de los caudales en los canales y tuberías

En la práctica cotidiana del funcionamiento de un sistema de riego, la actividad principal consiste en la correcta distribución de los caudales y, por ende, el control de los caudales es una actividad básica, por lo menos en sistemas con reparto del caudal. En sistemas de monoflujo, el conocer el caudal es de menor relevancia.

La medición del caudal se puede hacer con aforadores instalados o herramientas móviles. En el documento del MMAyA, “Inventario y planificación del uso de agua de fuentes en microcuencas”, se dan algunos ejemplos prácticos.

En caso de requerirse medición de caudales, hay que asegurar que el responsable de la operación cuente con los instrumentos adecuados (y el tiempo suficiente) para aforar.

Es conocido que operadores experimentados desarrollan experticia propia para reducir los esfuerzos de medición, por ejemplo porque conocen de ciertas compuertas la relación entre número de vueltas y caudal. El Asistente



Técnico puede ayudar a sistematizar este tipo de información y así “calibrar” algunas compuertas.

La coordinación de las actividades de operación de la infraestructura

Muchas de las actividades de operación con actividades rutinarias, pueden ser ejecutadas el responsable de operación. Sin embargo, las operaciones mayores requieren coordinación entre el responsable de operación y los agricultores regantes que están esperando su turno. Por ejemplo, la apertura de un embalse tiene que coordinarse con la recepción del agua en la zona de riego. Para que funcione bien, los primeros usuarios en el turno deben estar esperando el flujo y dirigirlo hacia la zona beneficiaria.

Para la correcta operación de un sistema (mediano) de riego es importante que haya reuniones regulares en las que se coordine e informe acerca de las actividades del plan de operación que se realizarán en el próximo tiempo y quiénes deberán participar (lugar, día, hora) para asegurar la correcta manipulación de obras y el control del flujo.

El registro de las actividades de operación

En sistemas medianos y grandes, los responsables de operación deben mantener un registro detallado de todas las manipulaciones de la infraestructura y de los repartos de flujos. Primero, para poder respaldarse adecuadamente en caso de conflictos o reclamos. Segundo, para tener un registro de la correcta entrega del agua a todos los usuarios.

El registro de las manipulaciones operativas es especialmente importante en el manejo de un embalse, ya que es la clave para garantizar que haya agua de riego hasta el final de la campaña productiva.

4.4.3 Responsables de la operación

En la mayoría de los sistemas de riego, la distribución del agua entre vecinos se deja a los propios usuarios, con un eventual control del encargado de la comunidad o sector. Esto implica que también las acciones de operación son realizadas por los usuarios mismos.

En los niveles superiores del sistema suele haber un encargado formal de la operación de las compuertas e instalaciones. Él o ella deben instalar la posición de los elementos móviles de forma tal que los flujos en los canales o tuberías

concuerdan con los caudales definidos. En muchos casos, para garantizar que las compuertas se queden en la posición correcta las aseguran con llave.

En los niveles inferiores de un sistema (sector de una comunidad), usualmente no se requiere la presencia de un responsable específico, sino que las actividades de reparto del agua y control de las obras pueden ser ejecutadas en buena coordinación entre los agricultores regantes.

Cuando la obra de toma es grande, compleja o lejana, la organización de regantes suele nombrar un tomero, quien se encarga del control del flujo en la toma y controla regularmente que la toma opere de forma correcta: ajusta la apertura de la compuerta en caso de cambio de caudal en la fuente, la limpia de palos y troncos, si existe opera también la limpieza del desarenador y cierra la toma en caso de avenidas extremas.

En caso de presas aplica algo similar: suele haber un responsable de la operación de la presa, quien abre y cierra la válvula de la toma, controla el caudal de salida y debe registrar el nivel de agua en el embalse. En caso de presas más grandes y complejas, también controla la estabilidad de la presa, monitorea el caudal y color del flujo en el dren y hasta puede tener que operar una compuerta inflable (San Jacinto).

De la misma forma, los sistemas de bombeo deben tener su encargado de la instalación de bombeo, quien es el único responsable de encender y apagar la o las bombas y controla su buen funcionamiento. Parte de sus funciones suele ser el mantenimiento rutinario de los equipos.

4.4.4 Plan de operación de presas

La operación de una presa tiene sus propias complejidades, porque aparte de la manipulación de compuerta o válvula, se tiene que medir el caudal de salida, hacer registros del nivel de agua en el embalse y controlar los parámetros básicos del estado de la presa (caudal y turbidez del agua en el dren basal).

Actividades comunes en la operación de una presa

La deseada sostenibilidad del buen funcionamiento de la infraestructura de un embalse depende de la implementación transparente de un adecuado Plan de Operación, concebido y elaborado acorde a los requerimientos y capacidades de los usuarios.

Este Plan debe contemplar los siguientes aspectos básicos:

- Plano base del esquema general de alimentación del embalse.
- Esquema general de distribución.
- Lista de actividades necesarias de operación.
- Cronograma de ejecución de las actividades identificadas.
- Requerimiento de las actividades (personal, material, etc.).
- Elaboración de presupuesto de operación.
- Plan de financiamiento del presupuesto de operación.
- Asignación de responsabilidades.

En la operación de la presa en el período de evacuación de las aguas se presentan las siguientes actividades:

- Manipulación (apertura y cierre) de la compuerta o válvula.
- Registro de niveles de agua en cada manipulación de la compuerta / válvula.



- Registro de caudales evacuados con el medidor a la salida del embalse. Debe aprovecharse para registrar también el caudal de la estructura de drenaje del cuerpo de la presa.
- Cuantificar el volumen de agua recibido en la zona de riego y evaluar con el volumen de agua evacuado de la presa.
- Evaluar si el volumen de agua en el embalse satisface los derechos de agua aun no cubiertos.
- Según resultado de la evaluación anterior, ajustar el plan de distribución (caudales, tiempo).
- Evaluar la posibilidad de un volumen remanente al final de las largas y definir su disposición (se guarda, se reparte o se vende).

Para que la operación del embalse sea sostenible hay que optimizar algunos aspectos claves.

- Medición y control de los caudales de salida: Para evitar dificultades y probablemente perjuicio a una parte o a todos los usuarios del sistema, se deben controlar los caudales de operación de la presa. Por ejemplo, en el sistema Achocalla, un error del 7% en el manejo de los caudales (caudal mayor al planificado) significará perder un turno para todos los usuarios. El impacto negativo de pérdida de un turno es mayor que recibir 7% más de agua en cada turno.
- Número de manipulaciones de la presa: Considerando que la presa generalmente se encuentra lejos de la zona de riego (donde viven los usuarios), el Plan de operación de la presa debe considerar la minimización de las manipulaciones de la compuerta / válvula por el costo que representa cada una de ellas y el consecuente aumento de las obligaciones económicas de los usuarios.
- Costos de operación: Para el cumplimiento de las actividades de operación del embalse se requiere de un presupuesto anual cuyo fi-



nanciamiento debe ser asumido por los beneficiarios. El presupuesto dependerá de las condiciones particulares de cada sistema de riego.

Control del volumen de agua en el embalse

Para tener un control de la disponibilidad de agua, debe verificarse regularmente el nivel de agua en el embalse y comprobar si el nivel corresponde con el volumen teóricamente presente, es decir coincide con la resta del volumen inicial menos el volumen de largadas y pérdidas (filtración, evaporación).

Controlar el nivel de agua es de mayor importancia en los sistemas con hilos de agua independientes, en vista de que una menor disponibilidad de agua puede afectar de forma desigual a los distintos sectores del sistema.

En caso de haber algún déficit del agua real con relación al cálculo teórico, deben tomarse las medidas necesarias para distribuir la falta de agua de acuerdo con los criterios vigentes en el sistema. En la mayoría de los casos hay que introducir una corrección proporcional de los caudales de entrega.

Los pasos básicos para el control del nivel de agua en la presa entre los momentos t_0 y t_1 son:

- Medir: Nivel de agua en la presa en t_0
- Convertir: Nivel de agua t_0 volumen t_0
- Registrar: Caudales * tiempos en intervalo $t_1 - t_0$
- Estimar: Evaporación en intervalo $t_1 - t_0$
- Calcular: Volumen usado en intervalo $t_1 - t_0$
- Calcular: Volumen $t_0 -$ Volumen usado = Volumen t_1
- Convertir: Volumen t_1 nivel teórico t_1
- Controlar: Nivel teórico con nivel de agua t_1

Se recomienda para el control de los niveles de agua diseñar una hoja electrónica basada en las curvas altura – volumen y altura – espejo de agua, que permite la conversión automática de los volúmenes usados en niveles teóricos de agua.

4.5 Sugerencias para la asistencia técnica en la implementación del plan de operación

4.5.1 Inventario consciente de las actividades de operación

Para preparar el plan de operación, el Asistente Técnico debe preparar en su cabeza todas las actividades que se debe realizar para que el esquema de operación funcione en la práctica. Para facilitar el ejercicio mental es útil dividir las acciones en los siguientes tipos:

- Las acciones para el reparto del flujo (manipuleo de compuertas y válvulas).
- Las acciones de control de caudal (medición).
- Las acciones propias de las obras hidráulicas (control de buen funcionamiento).

En cada uno de estos campos, el Asistente Técnico debe anotar todo lo que se requiere hacer, quiénes son los responsables y si ellos/ellas tienen los conocimientos, habilidades y herramientas para hacerlo.

4.5.2 Capacitación en operación de la infraestructura

La capacitación en la operación de la infraestructura es una actividad en campo. La idea es simple: uno tiene que ver y manipular una obra para entender su funcionamiento. Esto es particularmente importante en el manipuleo de bombas y cabezales de sistemas de riego tecnificado.

Es importante que la capacitación se dirija a las personas que en la práctica van a ser responsables del manipuleo. Este comentario es específicamente relevante con relación a la participación de mujeres; en muchos sistemas se capacitó a hombres para el manejo de compuertas, mediciones de caudales, operación de bombas o manejo de aspersores o goteros en la parcela, cuando en la práctica cotidiana son las mujeres las responsables del riego. Hay muchas experiencias en las que la falta de capacitación a las mujeres generó un retraso notable en la apropiación del manejo por parte de la organización de regantes.

La operación de instalaciones de bombeo y presas grandes requiere mucho cuidado por el inminente riesgo de accidentes (caída, electrocución, cortes, etc.). En la capacitación hay que dar énfasis en los cuidados básicos en los movimientos y la manipulación (seguridad industrial).

4.5.3 Capacitación en la medición de caudales

Los operadores de las obras, pero también los usuarios comunes, deben recibir instrucción para la capacitación en la medición de caudales. En la Guía para el método de Inventario y Planificación de uso de Fuentes de Agua en microcuencas, del VRHR, hay una explicación detallada de los distintos métodos de aforo, que da las pautas suficientes para que un Asistente Técnico arme el tema.

4.5.4 Sesiones de cálculo público de volumen de agua en el embalse

En sistemas de presa, el Asistente Técnico debe prestar atención particular al control del volumen de agua en el embalse (0) y por lo menos durante una gestión acompañar a los responsables en esta tarea para que manejen adecuadamente este control.

Para transparentar en algunos sistemas se tuvo buenas experiencias con cálculos públicos de volumen en embalse. Al inicio del cálculo un usuario sube a la



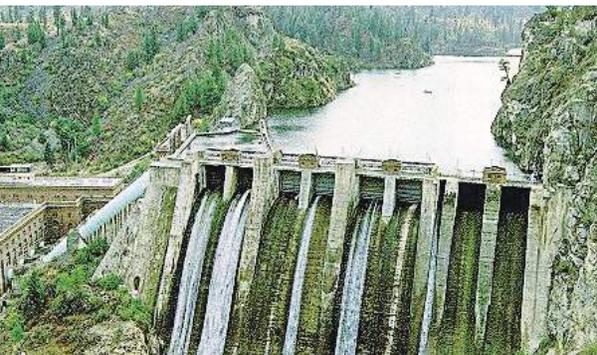
presa para registrar el nivel del agua. Hasta su retorno, los presentes se dedican a determinar el nivel del agua en base de los datos de tiempos y caudales de salida, utilizando la curva altura – volumen de la presa. Al final de la sesión, se compara el nivel teórico con el medido y se define si hay necesidad de ajuste en el plan de operación de la presa.

4.5.5 Revisión del Manual de operación y mantenimiento

Se supone que en el momento de la entrega de las obras, los usuarios reciben también un Manual de O&M que describe como se tiene que operar y mantener la infraestructura. Es sabido que muchos de estos textos son genéricos y poco precisos en el detalle de las funciones de operación. Lo que en parte es lógico, porque en el momento de la entrega de las obras, la propuesta de distribución es apenas teórica y aún no validada. Por esta razón, el Asistente Técnico de la puesta en marcha será el responsable de validar y actualizar las descripciones de la operación del sistema, conforme lo definido y experimentado en la(s) primera(s) campañas de funcionamiento del sistema.

Al empezar sus funciones, le conviene al Asistente Técnico controlar que el Manual de O&M contiene por lo menos una descripción detallada del funcionamiento y exigencias de operación de las obras mayores, porque aún tiene la posibilidad de solicitar adiciones o explicaciones adicionales a los ingenieros diseñistas o constructores. Cuánto más tarde en revisar el texto, más solo estará para resolver los vacíos e incógnitas.

Para el sector riego sería de gran utilidad sistematizar textos de manuales de operación de algunas obras mayores (por ejemplo presas) para que cada Asistente Técnico pueda acceder a un buen texto base para la descripción de las actividades operativas en el sistema donde trabaja.



4.5.6 Producto de la asistencia técnica en el plan de operación

Las actividades del Asistente Técnico con relación al plan de operación deben resultar en los siguientes productos:

- Usuarios capacitados en la correcta manipulación de las partes de la infraestructura.
- El documento de Operación y Mantenimiento actualizado, con la descripción detallada de todas las acciones de operación requeridas.

4.6 Particularidades de Altiplano, Valles y Llanos

En la metodología de puesta en marcha de los planes de distribución y de operación no parece haber particularidades específicas según las tres agro-ecoregiones. Si bien los cultivos y las condiciones climáticas varían entre las regiones, en el fondo el diseño de los planes de distribución y de los planes de operación responde a una lógica única. Dentro de esa lógica, en todas las agro-ecoregiones los Asistentes Técnicos deben procurar que las plantas reciban las aplicaciones de riego con intervalos relativamente cortos, para evitar periodos de estrés hídrico en su desarrollo.

Sin embargo, se formulan algunos comentarios genéricos sobre la forma de trabajar en las agro-ecoregiones.

Altiplano

- En el Altiplano las campañas agrícolas tienen una programación más marcada en el año. Usualmente existe un periodo sin cultivos y se reinician las actividades agrícolas después de la época fría. La ausencia de actividades agrícolas suele llevar a una migración temporal de la zona, lo que complica la organización de tareas colectivas. Un asistente técnico debe entender que la planificación de la siguiente gestión de riego debe organizarse al final de la campaña cumplida.
- En sistemas de embalses en el Altiplano, casi toda el agua se guarda para la época de siembra mishka. En principio, suele tratarse de una programación sencilla, más aún porque apenas cuentan con caudales de regulación (ingreso de agua durante la época seca). En general, se puede programar la distribución para toda la campaña mishka, intentando asegurar agua.

Valles

- En los Valles los planes de producción y por ende los planes de distribución de agua suelen ser algo más complejos, porque se combinan las campanas mishka con algunos cultivos perennes y hay algo más de flexibilidad en las fechas de siembra. El aprovechar esa flexibilidad climática es esencial para aprovechar los mejores precios estacionales en el mercado, pero requiere también una programación más precisa del riego y seguridad acerca de la oferta de agua frente a la demanda.
- El manejo de embalses en la agro-ecoregión Valles puede ser como en la región del Altiplano (una sola campaña, poco ingreso de agua en época seca, programación sencilla, pero con necesidad de reservar agua para el final de la campaña) o como en la región de los Llanos (varias campanas, muchos distintos cultivos, con caudal de regulación, programación compleja del riego).

Llanos

- En los Llanos usualmente hay condiciones para producir por lo menos dos y hasta tres cultivos e introducir mayor número de cultivos perennes (frutales, especias, etc.). La agricultura más intensiva y casi continua requiere un manejo más preciso de la cantidad de agua disponible.
- Sobre todo en sistemas de embalse, es necesario generar una programación de uso de agua para toda la época seca, que consiste de varias campañas de siembra. Embalses en esta agro-ecoregión suelen tener la ventaja de contar con mayores caudales de regulación (ingreso de agua durante la época seca), lo que complica aún más la programación; al iniciar la época de riego los agricultores regantes saben con cuánta agua cuentan en ese momento pero no tienen certeza sobre cuánta agua más entrará en los meses de largadas. El largar demasiada agua sin que haya suficiente reposición es un riesgo inminente de los sistemas de embalse en los Llanos. Los Asistentes Técnicos deben ayudar a definir una lista de observaciones de niveles de agua en el embalse, que dan dirección a los permisos para sembrar o no en épocas posteriores.

MANTENIMIENTO Y RECONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO



5

MANTENIMIENTO Y RECONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO



5.1 Alcance de las tareas

Según la Guía el Asistente Técnico debe cumplir con el siguiente alcance:

- Asesorar en el inventario de las obras e identificación de puntos críticos según la importancia e intensidad de mantenimiento.
- Asesorar a la organización en la implementación del plan anual de mantenimiento.
- Apoyar a la organización de usuarios en la elaboración de un presupuesto anual para el mantenimiento de obras del sistema de riego.
- Asesorar a la organización de usuarios en el manejo administrativo de aportes y aplicación de los mecanismos de control acordados.

5.2 Conceptualización del mantenimiento y reconstrucción de la infraestructura

Cualquier infraestructura de riego sea tradicional o mejorada requiere de mantenimiento, debido a que está sujeta a diferentes grados de deterioro y desgaste como efecto de su utilización.

El **mantenimiento** es un conjunto de actividades realizadas con la finalidad de garantizar el buen funcionamiento y conservación de la infraestructura del sistema de riego. En este sentido también se considera la **reconstrucción de**

la infraestructura que está relacionada con la acumulación de tareas de mantenimiento que no fueron realizadas oportunamente o a la reposición de alguna obra para que dé continuidad al funcionamiento del sistema.

5.2.1 Objetivo del mantenimiento y reconstrucción de la infraestructura

El objetivo del **mantenimiento** es prevenir, anticipar y evitar interrupciones en la operación de los sistemas de riego, estableciendo acciones que permitan un funcionamiento eficiente, al menor costo posible, asegurando la distribución de agua a los usuarios en el momento que se la necesiten.

La **reconstrucción** o rehabilitación de infraestructura tiene como objetivo reponer alguna obra o elemento del sistema de riego, debido a su deterioro por falta de mantenimiento oportuno y/o por desgaste o destrucción.

5.2.2 Tipos de mantenimiento

El tipo de mantenimiento se define en función al periodo en el cual se ejecuta y al objetivo que persigue. Usualmente se realizan los siguientes:

Mantenimiento rutinario

Es una actividad ejecutada de forma repetitiva y permanente por los usuarios, cuyas tareas son consensuadas y programadas anualmente en función de las características del sistema de riego (mano de obra disponible, tamaño del sistema, disponibilidad de materiales y tiempo, entre otras). Entre las principales actividades rutinarias se encuentran la limpieza de la infraestructura de riego en general, engrasado y pintado de compuertas, inspecciones, otros.

Mantenimiento preventivo

Es una actividad ejecutada en forma anticipada, busca disminuir y/o prevenir problemas en base a una programación previa, según inspecciones periódicas.



cas y considerando las características propias del sistema de riego. Entre las actividades preventivas se encuentran el sellado de fisuras en los canales, engrasado y pintado de compuertas, reposición y sellado de juntas de dilatación, limpieza de alcantarillas, encauce de quebradas, entre otras.

Mantenimiento de emergencia

Actividad que se ejecuta en forma rápida cuando se presentan daños totales o parciales en las obras o componentes del sistema de riego, ocasionados por factores externos (clima, hombre, animales) que comprometen el funcionamiento de la infraestructura de riego. Las tareas de emergencia pueden ser: limpieza de materiales de los canales y reservorios producto de deslizamientos, reposición inmediata de tramos de canal colapsados, reposición de tuberías rotas, restitución de losas rotas, entre otras.

5.3 Planificación del mantenimiento

El mantenimiento como actividad planificada debe responder a los siguientes cuestionamientos: qué actividades deben realizarse?, quién debe realizarlas?, cuándo debe realizarse? y cuál su costo?. El plan de mantenimiento es un instrumento técnico-administrativo que orienta la ejecución de las actividades y acciones que deben llevarse a cabo en forma periódica o extraordinaria, en un sistema de riego. Su finalidad es mantener en condiciones de operatividad y en buen estado de conservación y funcionamiento tanto las obras civiles como los equipos y dispositivos del sistema de riego, así como satisfacer las necesidades de demanda de agua de riego.

El plan de mantenimiento basa su accionar en una serie de pasos sistemáticos y ordenados plasmados en un programa de mantenimiento de la infraestructura de riego. La elaboración del plan de mantenimiento considera los siguientes aspectos:

- Diagnóstico y priorización de necesidades de mantenimiento.
- Dimensionamiento y cuantificación de recursos por tipo de obra.
- Elaboración de un presupuesto de mantenimiento.
- Organización para el mantenimiento de la infraestructura de riego.

5.3.1 Diagnóstico y priorización de necesidades de mantenimiento

Actividad desarrollada, a través de recorridos de inspección por los diferentes componentes del sistema de riego, identificando las necesidades de mantenimiento en función de: presencia de sedimentos, conformación de bermas, filtraciones, erosión de la obra, estado de válvulas y compuertas (pintura engrasado), obstrucciones de conductos cerrados, estado de taludes. Las necesidades de mantenimiento están condicionadas por las características del entorno físico – natural y por las características propias de la obra y región en la que se encuentra. Si bien, en una gestión se pueden realizar varios recorridos de inspección, se recomienda definir una inspección anual como base para elaborar el plan de mantenimiento.

Para realizar el diagnóstico es preciso considerar los siguientes aspectos:

- Definir la fecha de acuerdo a las épocas de producción y periodos de operación del sistema.
- Los encargados del diagnóstico necesitan tener ciertas capacidades técnicas para registrar las necesidades de mantenimiento.
- Preparar el equipo necesario para realizar el diagnóstico: libreta de campo, cinta métrica y pintura para identificar los puntos con problemas.

Cuando se realiza el diagnóstico, es necesario priorizar la necesidad de mantenimiento de las obras, puesto que no todas tienen la misma urgencia. Por ejemplo, la erosión de los márgenes de una presa debe tener prioridad y ser corregida de inmediato, porque una falla en la presa puede tener graves consecuencias. Los criterios a considerarse para fijar prioridades son las consecuencias que puede tener la no realización de los trabajos de mantenimiento, en términos de seguridad para la vida humana y el efecto sobre la producción agrícola como efecto de la interrupción del suministro de agua. También se puede utilizar el criterio de probabilidad de riesgo, que se categoriza en alto, mediano o bajo.

Las necesidades de mantenimiento determinadas se programan en el plan de mantenimiento según la prioridad establecida.

5.3.2 Dimensionamiento y cuantificación de recursos por tipo de obra

Esta actividad se basa en los mismos conceptos que establecen el diseño y construcción de obras. Así, la cuantificación de los recursos necesarios para

atender los requerimientos de mantenimiento se establecen de forma sistemática a partir de los cómputos métricos, precios unitarios y rendimientos de materiales, mano de obra y equipos por unidad de actividad a realizarse.

Cómputos métricos

Establece el volumen o superficie de las estructuras que forman parte de una obra con el objetivo de definir el costo y cantidad de materiales necesarios para ejecutarla. Consiste en la medición de longitudes, áreas y volúmenes que requiere el manejo de fórmulas geométricas y aritméticas, por lo común sencillos y de dominio general.

Los cómputos métricos están clasificados por ítem, para separar los componentes que son de diferente costo, tanto para facilitar la elaboración del presupuesto, como para elaborar una lista indicativa de los trabajos a ejecutarse.

Presupuesto

Es el cálculo anticipado del costo, producto del diagnóstico del estado de la obra, o de una de sus partes, en este caso el presupuesto de mantenimiento. Según sea la finalidad de la estimación se puede aplicar el método de la simple estimación que demanda métodos expeditivos o el presupuesto de compromiso que requiere un detalle completo de ítems con el análisis particularizado de cada uno de ellos.



La valoración del presupuesto sea simple o detallada requiere de experiencia e información actual para tener la capacidad de comparar costos, es decir debe ser realizado por personas que tengan conocimiento del tema y éste se alcanza con la práctica de la construcción de obras hidráulicas.

La valoración del presupuesto según la precisión de los resultados requeridos se puede hacer de tres formas: por analogía, equivalencia y análisis. La primera y tercera son las que usualmente se utilizan en la estimación de presupuestos de mantenimiento de obras de riego.

La valoración por analogía se basa en el hecho cierto de que dos obras semejantes por su función y características técnicas, deben tener un costo proporcionado a su magnitud, porque la base de la analogía tendrá el mismo valor para ambos.

La valoración del presupuesto por análisis de costos, se hace descomponiendo el costo en sus partes elementales. Este método permite fijar la máxima certidumbre acerca del costo probable de mantenimiento, además que sirve como guía a la organización operativa del mismo y al seguimiento y control de su rendimiento económico. El presupuesto planificado y detallado obtenido por este método permite establecer de forma inmediata:

- La cantidad y costo total de cada uno de los materiales a ser empleados.
- La cantidad y costo total de cada una de las especialidades de mano de obra.
- El plan de trabajo o distribución en el tiempo de las cantidades de materiales y mano de obra.
- El plan de inversiones o distribución en el tiempo de los costos de materiales y mano de obra.
- El plan financiero o programación en el tiempo de los ingresos necesarios para el cumplimiento del plan de trabajo.



Las actividades del plan de mantenimiento se descomponen en sus partes físicas elementales, si está formada por varias unidades de obra (un repartidor, un aforador, un desarenador, etc.) que se repiten, el cálculo debe hacerse por “análisis de partidas globales”, en cambio si se trata de un plan por agrupaciones de unidades complejas, como en sistemas de riego grandes, se descompone en partes el plan y se aplica el “análisis de precios unitarios”.

Esta descomposición es tarea del cómputo métrico de donde sale el detalle de las partes físicas con las cantidades de obras a valorar (inventario); el análisis de los costos tomará la unidad respectiva de cada uno de los rubros del inventario y descomponiéndola a su vez en sus elementos constitutivos, establecerá el costo.

El inventario es una operación previa imprescindible y estará completo cuando el detalle no desprece ninguna de las estructuras del sistema de riego, por pequeño que parezca su costo.

Para cumplir con los requerimientos indicados en el presupuesto por análisis de costos, lo conveniente es operar en paralelo con dos presupuestos, sobre el mismo inventario, uno de materiales y otro de mano de obra. Y un tercero con todo lo que no sea ni una ni otra cosa. Como se observa la organización de los trabajos de mantenimiento están vinculados al presupuesto, de tal manera que la propia forma de éste no puede ser cualquiera, sino la que convenga al futuro programa de trabajo y control de costos.

Los tiempos de ejecución incluyen todas las operaciones para la ejecución total del plan de mantenimiento, desde la descarga de materiales, hasta su culminación.

Análisis de precios

Desde el punto de vista del diseño y construcción, el precio se define por la adición de los siguientes elementos:

- El costo de materiales: considera la lista y cantidad de materiales (computo métrico), precio de compra y forma de venta (por peso, volumen, superficie, unidad acabada, etc.)
- El costo de la mano de obra (incluyendo beneficios sociales): está determinada por el precio o “salario” que se paga por esta, según su modalidad (contrato, destajo, jornal) y el tiempo que se tarda en la ejecución de una unidad de obra determinada, llamado también “ren-

dimiento” que se mide por la cantidad de obra hecha en una unidad de tiempo o por el tiempo necesario para hacer una unidad de obra.

- El costo por desgaste de herramientas y/o reposición de equipos.
- Los gastos generales: contemplan gastos administrativos (alquileres, teléfonos, patentes), gastos de oficina, sueldos de personal administrativo, gastos de obra (instalación de campamentos, cercos, cartel, consumo de energía para el movimiento de equipos, gastos de dirección, planos, etc.) y gastos de financiación y servicios de intereses.
- La utilidad es la diferencia entre los ingresos totales y la totalidad de los gastos, su obtención es el objetivo fundamental de toda empresa. La fijación de la utilidad no está sujeta a normas, depende de la voluntad del contratista y está limitado por la ley de la oferta y la demanda.

La suma de los tres primeros recibe el nombre de costo directo, el de los siguientes representan el costo indirecto, la suma de ambos integran el costo o precio neto que se convierte en precio de aplicación si se le suma la utilidad y los impuestos si corresponde.

Eventualmente, algunas actividades pueden demandar el uso de maquinaria u otros equipos, que también deben ser considerados como parte del costo directo.

En el caso del mantenimiento el análisis de precio puede sufrir dos variantes, una cuando los sistemas de riego son mantenidos por los propios usuarios bajo la dirección de la organización de riego y otra cuando los usuarios tienen que contratar servicios para responder a una emergencia que se presenta en el sistema de riego, como ser la destrucción de un tramo de canal o la destrucción de la obra de toma. En el primer caso dependiendo de la situación, será necesario tal vez solamente calcular los costos de los materiales, porque la mano de obra es aporte comunal, también se puede descartar los costos indirectos. En el segundo caso, para el análisis de precios será necesario considerar los distintos elementos que involucran el precio.

5.3.3 Organización para el mantenimiento de la infraestructura de riego

La organización de regantes es parte de la organización campesina y se maneja bajo los mismos criterios de transparencia, vocación de servicio, equidad, capacidad de control, que tiene su propia estructura organizativa, programación de actividades específica y manejo de recursos económicos.

La “organización” para el mantenimiento de un sistema de riego, asume una responsabilidad que implica controlar el estado de funcionamiento de una infraestructura de riego, a través de un plan de mantenimiento que considera:

- Diagnóstico y establecimiento de prioridades de mantenimiento.
- Cuantificación de necesidades de mantenimiento y reconstrucción de la infraestructura.
- Identificación del tipo, la complejidad y la periodicidad de los trabajos de mantenimiento requeridos.
- Determinación de las fechas de ejecución de trabajos de mantenimiento.
- Determinación de las necesidades de mano de obra para llevar a cabo el mantenimiento.
- Elaboración de un presupuesto de mantenimiento.
- Disponibilidad de recursos económicos (propios o gestionados) para ejecutar procesos de mantenimiento.
- Ejecución de las actividades de mantenimiento planificadas.



- La organización para el mantenimiento está constituido por los usuarios de un sistema de riego determinado, los cuales asumen las responsabilidades de las acciones prioritizadas de manera colectiva y/o individualmente, según el plan de mantenimiento consensuado.

5.4 Sugerencias para la asistencia técnica en el mantenimiento y reconstrucción de la infraestructura

5.4.1 Diagnóstico de necesidades de mantenimiento (identificación de problemas)

El procedimiento que a continuación se describe es aplicable para todos los tipos de mantenimiento (rutinario, preventivo, emergencia y reparaciones) que requieran insumos, materiales y/o mano de obra. Los responsables de los trabajos de mantenimiento deberán seguir los siguientes pasos:

- Organizar el trabajo y materiales requeridos (planos o esquema hidráulico de la infraestructura, libreta de campo o planilla de inspección, fluxómetro o wincha).
- Realizar recorridos periódicos de inspección por la infraestructura de riego (bocatomas, canales y obras de arte).
- Registrar en la libreta de campo y/o planilla los problemas identificados indicando la ubicación a través de la progresiva (exacta o aproximada), el tipo de obra observada (canal, alcantarilla, acueducto, compuerta, otro).
- Describir el problema o posibles problemas acompañado de un croquis que permita ver las características y dimensión del desperfecto. (ver formato de planilla de inspección).

Recomendaciones

- Ubicar exactamente el desperfecto o problema. Normalmente en la infraestructura nueva o mejorada de colocadas “progresivas” que indican la distancia y ubicación de la obra, es conveniente mantenerlas para estos fines.
- Definir la obra en la que se ubica el problema (canal, acueducto, alcantarilla, etc.)
- Inspeccionar a detalle la obra (por ejemplo revisar ambos lados del canal).

- Realizar croquis, bosquejando las características del problema (si es necesario).
- Dimensionar el problema para la estimación del presupuesto.

Para facilitar la toma de datos en campo en las libretas se puede utilizar el siguiente formato de planilla: (ejemplo)

Para orientar las actividades de mantenimiento y reconstrucción de la infraestructura de riego a continuación, se describe los principales tipos de obras de riego que actualmente se manejan en nuestro medio, también se expone los mayores problemas y recomendaciones para un adecuado mantenimiento de los sistemas de riego.

5.4.2 Obras de almacenamiento y regulación: presas

Son estructuras que sirven para captar y almacenar aguas, que escurren en exceso durante la época de lluvias, para su uso y distribución durante el período de estiaje. El agua almacenada es utilizada de acuerdo con las necesidades de los cultivos. Los reservorios o represas pueden ser construidos con diques de concreto o de tierra, dependiendo del volumen de agua a ser almacenado.

Para el mantenimiento de las presas de embalse se deben considerar los siguientes componentes:

- Cuerpo de la presa y estructuras de control (vertedero, torre de control, galerías de inspección, drenes, entre otras).
- Mecanismos y dispositivos de operación de la presa (tomas de desfogue, sistemas de tuberías y válvulas, llaves de paso, entre otras).
- Área de embalse y la cuenca circundante.

Problemas identificados

- Crecimiento de vegetación (malezas) alrededor de la estructura que pueden dañar la misma.
- Acumulación de material grosero (restos vegetales y troncos) que pueden obstruir total o parcialmente la toma y tuberías de salida de la presa.
- Problemas de calidad del agua (física y biológica) con la consecuente contaminación del agua contenida en el embalse.

Planilla de campo

Canal: _____

Fecha: _____

Progresiva	Obra	Observación
1+000	Canal	Filtración de agua lado derecho, en ese mismo lugar el ganado llega a tomar agua del canal , se está desportillando el cemento, etc.
1+460	Acueducto	Filtración de agua en ambos lados

Croquis:

- Crecimiento de plantas acuáticas en el área embalsada.
- Deposición de sedimentos en el fondo del embalse, que reduce la capacidad y vida útil de la presa.



Recomendaciones para el mantenimiento del cuerpo de la presa

- Realizar limpieza y reparaciones menores en forma continua en los diferentes componentes del cuerpo de la presa: vertedero, torre de control, galerías de inspección, drenes, entre otras).
- Verificar la existencia de proceso de asentamientos o de desplazamiento en el cuerpo de la presa.
- Determinar la época de los trabajos de mantenimiento del vertedero y colchón de amortiguamiento, elegir periodos donde no estén funcionando estas obras.
- Realizar una limpieza inmediata del vertedero y colchón amortiguador después de un evento de crecida, para evitar que los restos vegetales y troncos impidan el flujo normal de las aguas.
- Realizar un control periódico en el talud interno de las presas de tierra para evitar el crecimiento de vegetación que puede dañar el recubrimiento externo (geo-textil) y poner en riesgo la seguridad de la presa.

Recomendaciones para el mantenimiento de los mecanismos y dispositivos de operación de las presas de embalse

- Realizar limpieza, engrase y protección con pintura anticorrosiva de estos porque en la mayoría de los casos son propensos a la oxidación. Esta actividad debe ser rutinaria.
- Realizar inspecciones periódicas para verificar el funcionamiento correcto de los dispositivos de control (llaves de paso y válvulas), especialmente en situaciones donde existen materiales que pueden afectar su funcionamiento.
- Realizar trabajos de emergencia en casos de problemas complejos y considerar la posibilidad de recurrir a los servicios de personal calificado y/o especializado.

Recomendaciones para el mantenimiento del área de embalse

- Realizar la limpieza del embalse cada vez que se vea afectada por cuerpos extraños producto normalmente de riadas y/o deslizamientos de material de la cuenca circundante.
- Proteger el área de embalse con cercos (alambre de púas), para evitar el acceso de animales y otros que contaminen el agua.

5.4.3 Obras de captación: tomas o bocatomas

Son estructuras que captan el agua desde una fuente (río, embalse, vertiente, estanque, otros) y la conducen a través de un canal de derivación hacia las zonas agrícolas. Usualmente son conocidas como tomas o bocatomas, pueden ser temporales construidas de material rustico o permanentes (mejoradas) construidas de concreto.

Una obra mejorada cuenta con estructuras de regulación que permiten una mejor operación, pero exigen un mayor cuidado y mantenimiento. En cambio las captaciones rusticas tienen pocas condiciones de operación y exigen altos requerimientos de mantenimiento, muchas obras rusticas tienen que reconstruirse cada año o después de cada riada.

Problemas identificados

- Rotura de la estructura de toma por efecto de riadas.
- Fugas por las compuertas debido a sellos desgastados.
- Captaciones menores a lo previsto debido a obstrucciones.
- Acumulación de material sólido sedimentario.
- Crecimiento de vegetación alrededor de la estructura.
- Asentamientos o infiltración en uniones de concreto y tierra.
- Daño y deterioro de estructuras de regulación (corrosión de compuertas).

Recomendaciones para el mantenimiento

- Considerar un mínimo de tres fechas de mantenimiento rutinario; una primera al inicio de la temporada de estiaje, una segunda justo antes del periodo de lluvias y finalmente una durante el periodo de estiaje, cuando se ingresa a los meses más críticos de oferta de agua.
- Realizar un mantenimiento adecuado, principalmente la limpieza de sedimentos, retiro de obstrucciones y vegetación circundante y el resane del material del cuerpo.
- Conservar las partes metálicas con pintura anticorrosiva y engrasado de la compuerta.
- Realizar trabajos de acondicionamiento, en captaciones de río, de las

riberas del río reforzando y reparando las estructuras existentes, para garantizar una adecuada captación de agua del río hacia los canales de conducción y la protección de los terrenos de cultivo.

- Efectuar tareas de mantenimiento en las riberas del río preferentemente en la época de estiaje para asegurar un trabajo adecuado y tiempos permisibles en todo sentido (acarreo de materiales, facilidad de maquinaria para ingreso al río, menor consumo de combustible).

5.4.4 Obra de protección y control: desarenadores

Es una estructura hidráulica que sirve para decantar materiales sólidos que transporta el agua, se ubica después de una captación y antes del ingreso a la red de conducción o un estanque de almacenamiento. El desarenador disminuye la velocidad del agua permitiendo así la decantación de las partículas más pesadas en forma automática. Esta estructura solo elimina gravas y arenas pesadas.

Problemas frecuentes

- Subestimación de la carga de sedimentos que trae la fuente de agua, por lo que se satura muy rápidamente el estanque de acumulación de sólidos, requiriendo limpiezas demasiado frecuentes.
- Algunas de estas estructuras no cuentan con vertedor de excedencias, por lo que al obstruirse se desbordan.



- Debido a escasas actividades de mantenimiento las partes móviles y de control presentan problemas de operación.

Recomendaciones para el mantenimiento

- Realizar la limpieza en forma periódica para evitar su colmatación. La frecuencia de limpieza depende de la cantidad de sólidos en el agua, que puede variar de acuerdo con la temporada del año.
- En sistemas de riego por gravedad, la colmatación no tiene más impacto que una mayor acumulación de sólidos en los canales, pero en sistemas de riego tecnificado es más perjudicial. Para evitar la entrada de agua turbia, se propone el uso de varias trampas de sedimentos cada vez más próximas a las zonas de aplicación de agua, para facilitar el mantenimiento.

5.4.5 Canales de conducción y distribución de agua

Son conductos que transportan el agua desde la obra de captación hacia el área de riego y dentro del área de riego hacia distintas zonas y parcelas.

El objetivo principal de las actividades de mantenimiento de los canales es garantizar la capacidad de conducción de agua de acuerdo con el diseño de caudal de la estructura. Los canales de la red de riego usualmente son revestidos con concreto o de tierra, por lo que sus características de mantenimiento difieren en muchos aspectos.

Problemas identificados

- Sedimentación y/o colmatación que se presentan después de cada campaña agrícola.
- Rajaduras y pandeos debido a la formación de cavidades detrás de los muros de las paredes del canal producto de filtraciones de agua continuas.



- Filtraciones y erosiones por agrietamientos del revestimiento.
- Agrietamiento y fisuras en los canales revestidos dan lugar al crecimiento de malezas dentro de los canales, lo que provoca obstrucciones que reducen la velocidad del agua y aumentan la deposición de sedimentos.
- Deterioro de juntas de dilatación.
- Desestabilización de taludes adenaños a los canales.
- Obstrucción de las vías de acceso paralelo a los canales debido a la acumulaci3n de materiales de limpieza. Lo que impide el normal desarrollo de las actividades de limpieza.

Problemas identificados

- Excesiva sedimentaci3n, que impide el flujo del agua por la secci3n del canal.
- P3rdida de agua por infiltraci3n en las paredes del canal, a causa de: pequeños animales (ratones) que hacen sus madrigueras en estos lugares, hormigueros que son un problema, incluso en canales revestidos y plantas o troncos que no se eliminaron antes de la construcci3n del canal.
- Erosi3n en el borde de los canales por: lluvias y vientos fuertes, mala operaci3n del canal, velocidades erosivas, taludes verticales, tr3nsito de ganado y veh3culos.

Recomendaciones para el mantenimiento

- Verificar la presencia de vegetaci3n dentro de los canales revestidos es un indicador de la existencia de agrietamientos y rajaduras que si no son atendidas (eliminadas) de manera oportuna, pueden ser causa de mayores problemas para la infraestructura (hundimientos, roturas, socavamientos y colapso).
- Resane de fisuras y rajaduras utilizando morteros de cemento-arena, picando y limpiando previamente los agrietamientos y aplicando una lechada de agua-cemento sobre el concreto antiguo antes de poner el mortero. Si se producen fracturas de consideraci3n o asentamientos del canal, es necesario reemplazar partes del revestimiento, compactando el terreno donde se apoyará.

- Reposición de juntas de dilatación, primero se debe hacer una limpieza profunda, luego reemplazar el material original deteriorado con materiales flexibles (alquitrán, asfalto, resinas, otros).
- Impermeabilizar los canales, especialmente en lugares donde existan cavidades producidas por insectos (hormigueros), puesto que las filtraciones recurrentes pueden causar pandeos y en casos extremos colapso de tramos de canal.
- Extendido de material de limpiezas para evitar alturas exageradas. Cuando no existiera sitio para el extendido del material de limpieza, es necesario trasladar el material a otro lugar donde no perjudique las labores ni el tránsito.
- Permitir, en los canales de tierras el crecimiento de vegetación en los bordes con especies que estabilicen el terreno, especialmente en tramos críticos propensos a la erosión, con el fin de darles mayor consistencia.

5.4.6 Tuberías de conducción y distribución de agua

Tubería es la sucesión de tubos y piezas especiales, que unidas adecuadamente pueden formar una estructura de conducción de agua para riego. Las tuberías son una alternativa de conducción de agua para riego en las siguientes condiciones: laderas inestables, terreno rocoso y abrupto, pendientes fuertes, cruce de quebradas y reducción de pérdidas por evaporación. Una red de tuberías normalmente tiene los siguientes componentes: cámaras (entrada, salida, de purga, de inspección), rejillas para evitar entrada de material flotante, tubos (plástico, hormigón, metálicas), válvulas, juntas o uniones y anclajes.

Por su constitución y posición las tuberías o redes requieren de un bajo nivel de mantenimiento.

Problemas identificados

- Ruptura de tubería de plástico por falta de protección adecuada.
- Corrosión de tuberías metálicas por falta de mantenimiento.
- Colmatación y atascamiento por la presencia de material de arrastre y sólidos en el agua.
- Fallas de funcionamiento de las tuberías en las redes de un sistema de riego tecnificado debido generalmente a deficiencias en su instalación (mal pegado o mala unión de las campanas o de las anillas de goma) o a fisuras y roturas.

- En sistemas presurizados rotura de tuberías debido a deficiencias en la operación del sistema (sobre presión). Las tuberías utilizadas en la instalación de redes de sistemas de riego tecnificado son fabricadas para resistir presiones internas de trabajo y su operación no puede exceder el límite de la presión nominal del tubo recomendado por el fabricante. Por ello, existen en el mercado diferentes clases de tuberías con distinta resistencia interna.

Recomendaciones para el mantenimiento

- Limpiar la red de tuberías principales y secundarias antes del primer riego, con el fin de evacuar los residuos de la instalación.
- Lavar las tuberías antes de presurizar el sistema, abriendo los extremos de las tuberías para que el agua drene y elimine las basuras y/o sedimentos.
- Limpiar con agua las tuberías principales, luego las secundarias, terciarias y finalmente los laterales, con este procedimiento se asegura la eliminación de residuos acumulados al interior del sistema de tuberías.

5.4.7 Obras de arte y estructuras metálicas: acueductos, sifones invertidos y compuertas

Las obras de arte son estructuras hidráulicas especiales de conducción y control del agua. Dentro de este grupo se encuentran los acueductos, sifones invertidos, caídas, rápidas y compuertas entre los más importantes.

Los acueductos son estructuras que permiten conducir agua a través de una depresión topográfica (valle, carretera, quebrada, arroyo o río).

Los sifones invertidos son conductos cerrados que trabajan a presión y se emplean para conectar dos conductos o depósitos de agua pasando por un punto más bajo entre ellos. Se usan en el cruce de un canal con una depresión topográfica como río o quebrada, un camino, otro canal, un dren u otro tipo de obstáculo que convenga sortear pasando por debajo.

Las caídas son estructuras de conducción de agua en puntos donde es necesario efectuar cambios bruscos en la rasante del canal, uniendo el tramo superior con el tramo inferior por medio de un plano vertical o inclinado.

Una rápida es un canal de gran pendiente que conecta dos tramos de un canal con pendiente suave entre los que existe un desnivel considerable en una longitud corta.

Las compuertas son estructuras que regulan el paso del agua permitiendo la apertura y cierre de las derivaciones. Normalmente son metálicas, aunque existen de otros materiales (madera).

El sifón invertido es una obra hidráulica que requiere especial cuidado en su manejo y mantenimiento debido a que es un conducto cerrado que trabaja a presión, mayormente susceptible a la obstrucción y colmatación. La operación y mantenimiento del resto de las obras de arte es similar a la de un canal.

Problemas identificados

- Obstrucción parcial o total del ducto en los sifones, debido a la presencia de materiales sólidos (piedras, basura, botellas desechables).
- Rotura de cámaras de purga de los sifones por descuido en el manejo de los caudales de operación.
- Obstrucción de la rejilla de ingreso lo cual produce la entrada de aire en el ducto ocasionando vibraciones y daños a las cámaras.
- Filtraciones y agrietamientos del revestimiento en las estructuras de concreto de las obras de arte.
- Deterioro de juntas de dilatación en acueductos, caídas y rápidas.
- Desestabilización de taludes aledaños a las obras de arte.
- Desgaste rápido de la solera, erosión y socavamiento en rápidas y caídas, debido a la acción erosiva del agua.
- Corrosión u oxidación de compuertas y otros elementos metálicos, debido a que están en continuo contacto con el agua.
- Lubricación inadecuada de guías de compuertas.



Recomendaciones para el mantenimiento

- Mantener adecuadamente las obras de arte, desde la puesta en marcha del sistema de riego, para evitar daños cuya reparación o su reconstrucción resulten costosas. Una mala práctica de mantenimiento acorta la vida útil de las obras de arte y anula el objetivo de las mismas.
- Cuidar el funcionamiento de los sifones porque son obras muy delicadas y su daño u obstrucción no es de fácil solución, pudiendo significar graves perjuicios para los usuarios que se encuentran aguas debajo de la misma. Para drenar y limpiar los sifones se cuenta con accesorios de drenaje ubicados en el punto más bajo, dentro una cámara de concreto. Una vez obstruido un sifón, sea parcial o totalmente, se debe proceder a desmontar los accesorios en la cámara de drenaje, para extraer los elementos que lo obstruyen.
- Realizar, en las partes metálicas y de madera de las estructuras en los canales (compuertas y sus respectivas guías, dispositivos de apertura y cierre, llaves de paso, entre otros), la revisión y/o cambio de sellos de hermeticidad, cambios de pernos corroídos, lubricación periódica de diversos mecanismos y pintado de compuertas (rasqueteo, uso de pinturas anticorrosivas). El correcto y oportuno desarrollo de estas actividades hace que estos dispositivos sean operados de manera adecuada por los usuarios.

5.4.8 Recomendaciones para el mantenimiento de vías de acceso

- Realizar trabajos de limpieza, nivelación y relleno en todos los tramos necesarios; si se requiere, en algunos tramos efectuar labores de compactación. Los caminos deben estar en condiciones que permitan el tránsito normal de vehículos y responsables de mantenimiento.
- Efectuar trabajos de nivelación de los bancos de escombros que elevan continuamente el camino, si es posible evitar estos con el traslado inmediato. Esta actividad es necesaria para mantener el material de sedimento o residuos de limpieza esparcidos uniformemente sobre el camino de mantenimiento o sobre los terrenos agrícolas adyacentes.
- Mantener los caminos y senderos que son parte de los bordos y bermas de los canales que son necesarios para la operación del sistema de riego, además de vías de circulación para el servicio de mantenimiento.

5.4.9 Productos de la asistencia técnica en la implementación del plan de mantenimiento

Las actividades del Asistente Técnico con relación al mantenimiento y reconstrucción de obras deben resultar en los siguientes productos:

- Plan de mantenimiento elaborado y responsabilidades para su cumplimiento definidas.
- Usuarios capacitados en la correcta ejecución de acciones y actividades de mantenimiento y reconstrucción de la infraestructura de riego.
- El documento de Operación y Mantenimiento actualizado, con la descripción detallada de todas las acciones de operación y mantenimiento requerido.
- Manual de operación y mantenimiento elaborado acorde a las características del sistema de riego y validado con los usuarios considerando sus usos y costumbres.
- Listado de las obras claves y puntos críticos identificados que facilita la planificación de las tareas de mantenimiento.
- Calendario de mantenimiento anual elaborado y concertado, especificando la frecuencia y tipo de mantenimiento para obras de embalses, canales y obras de arte.
- Obligaciones, responsabilidades y competencias de la organización matriz definidas al igual que las tareas de mantenimiento de los usuarios.
- Presupuesto anual de mantenimiento, mecanismos de recaudación y tipos de sanciones elaborados y consensuados.
- Requerimiento de apoyo externo especializado identificado para obras complejas o manipuleo de equipos o dispositivos especiales.

5.5 Particularidades de Altiplano, Valles y Llanos

En cuanto al mantenimiento de la infraestructura no existen diferencias importantes entre las agro-ecoregión. En todas las regiones se tiene que impulsar que las organizaciones de regantes asuman tareas de vigilia, limpieza, mantenimiento y reconstrucción y que para ello organicen los medios necesarios de sus socios (dinero, mano de obra, etc.).

Es obvio que en los climas más calurosos, el abundante crecimiento de la vegetación aumenta la necesidad de las limpiezas regulares y el repetido retiro de ramas y hojas (sobre todo en instalaciones de riego tecnificado). Por otra parte, en el Altiplano se tiene que tomar en cuenta que en caso de usar cemento, hay que evitar que estas actividades se efectúen en la época de heladas nocturnas.

También es evidente que la carga de limpieza y su costo dependen de la salud de la cuenca de aporte, sobre todo en sistemas de presas, independientemente de la agro-ecoregión en la que se encuentran. En caso de mucho aporte de sedimento, la organización de regantes debe tomar medidas de lavado de su embalse, siempre y cuando sea posible contar con una compuerta de desfogue y suficiente agua para el lavado.



PROMOCIÓN DE LA MEJORA DE RIEGO PARCELARIO PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA



6

PROMOCIÓN DE LA MEJORA DE RIEGO PARCELARIO PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA



6.1 Alcance de las tareas

Según la Guía el Asistente Técnico debe cumplir con el siguiente alcance:

- Realizar un diagnóstico del uso del agua a nivel parcelario (métodos de riego, oportunidad de riego, frecuencias, láminas utilizadas, saberes locales de conservación de humedad en el suelo, otros).
- Analizar los requerimientos de riego de los cultivos y comparar con las prácticas de riego en el sistema (láminas y frecuencias).
- Promover el intercambio de experiencias con organizaciones y usuarios de sistemas de riego en los cuales se maneja el agua de manera eficiente.
- Proponer e implementar medidas para mejorar el riego en la parcela, tomando en cuenta los cultivos en producción: composturas, módulos de riego presurizado (aspersión o goteo).
- Realizar el seguimiento y la evaluación conjunta de los resultados obtenidos en las parcelas de prueba.
- Promover la difusión de los resultados y establecer un sistema de incentivos para el fomento del uso eficiente del agua (concursos).

6.2 Conceptualización de la mejora de riego parcelario

6.2.1 El objetivo del riego

El riego parcelario comprende un conjunto de actividades para la aplicación de agua en forma oportuna, en cantidad necesaria y uniforme al suelo con el propósito de almacenar la humedad o reponer el agua consumida por los cultivos entre dos riegos consecutivos.

Durante la planificación de sus actividades de riego parcelario, un regante a menudo se formula las siguientes preguntas básicas orientadas a realizar un uso eficiente, racional y productivo del agua:

- ¿Por qué o para qué regar?- propósito, es decir, cuál es el beneficio que espera obtener aplicando el riego a la parcela o incorporando un nuevo terreno a secano bajo riego.
- ¿Cómo regar? - método, es decir, de qué forma se aplicará el agua al terreno, lo que implica la elección de un método de riego apropiado para las condiciones del tipo de cultivo y características del terreno.
- ¿Cuánto regar? - dosis o lámina, es decir, cuánta agua se aplicará a la superficie el terreno y durante cuánto tiempo un determinado caudal de riego.
- ¿Cuándo regar? - frecuencia, es decir, con qué frecuencia deben repetirse los riegos consecutivos y cuál es el criterio o parámetros para determinar dicha frecuencia de riego.

El fin último del riego parcelario es poner a disposición de los cultivos o plantas el agua necesaria y en forma oportuna para que cubra sus necesidades fisiológicas y la evapotranspiración diaria, complementando al agua recibida de la lluvias.



En la práctica, cuando se trata de aplicar agua en una parcela de cultivo, a menudo se tropieza con numerosas dificultades, ya sean de índole físico-naturales de terrenos o inducidas por las actividades de laboreo agrícola, que ocasionan pérdidas e impiden que el agua llegue o se reparta de forma homogénea en la zona radicular de los cultivos. La cuestión es cómo superar las muchas dificultades de riego parcelario, más aún cuando el agua es escasa, y cada vez más cara, en un contexto donde la incidencia de los eventos del cambio climático es cada vez mayor.

6.2.2 Mejorando la aplicación de agua en la parcela

El mejoramiento del riego parcelario está principalmente orientado a dos objetivos:

Lograr una mayor uniformidad de aplicación

Se refiere al hecho de que el agua es distribuida y llegue por igual a todos los puntos de la parcela para asegurar el desarrollo homogéneo del cultivo y poder obtener una máxima capacidad productiva. La uniformidad se puede estimar mediante mediciones en campo y se expresa en un coeficiente. Un coeficiente de uniformidad del 80% indica que el 80% de la parcela ha recibido la cantidad de agua deseada, mientras que el 20% restante recibió agua de más o de menos en el perfil del suelo hasta donde alcanza el sistema radicular.

Sí bien en la uniformidad de riego parcelario influyen numerosos factores, de forma general se puede decir que con el riego por goteo se consiguen las aplicaciones de agua más uniformes, seguido de la aspersion y por último los riegos por gravedad que presentan muchas deficiencias. Una buena preparación del terreno y la instalación de composturas pueden mejorar sustancialmente la uniformidad del riego por gravedad.

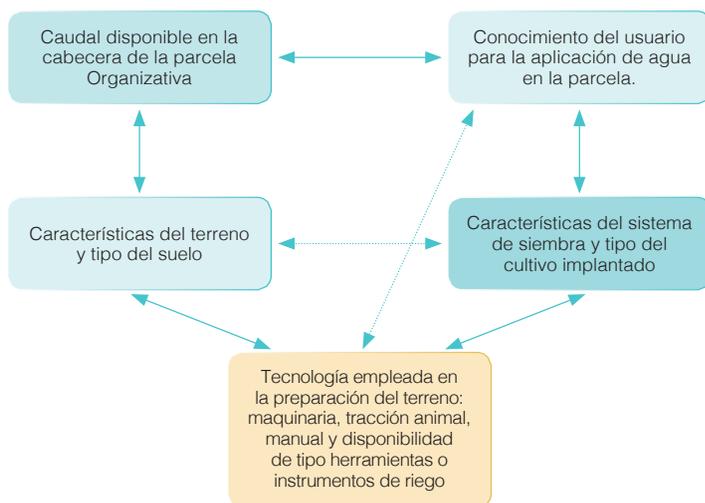
Obtener una mayor eficiencia de aplicación

Del volumen total de agua entregada en la cabecera de la parcela, solo una parte llega a la zona de las raíces y puede ser aprovechada por las plantas. Una importante parte del agua no llegará a su destino por diversas razones. La relación entre la cantidad de agua que realmente aprovechan las plantas y la cantidad de agua disponible en la cabecera de la parcela es lo que se denomina eficiencia de aplicación. Se expresa mediante un porcentaje.

Por ejemplo una eficiencia del 60%, indica que del total de agua que ingresa a la parcela, sólo el 60% es utilizado por las plantas y el 40% restante se pierde por distintas causas. Las pérdidas más comunes son: por escurrimiento en la superficie del terreno cuando el caudal o precipitación superan la capacidad de infiltración o el terreno ya estaba saturado; y por percolación profunda, agua que se infiltra más allá de la zona radicular.

6.2.3 Condiciones que incluyen en la planificación del riego parcelario

La definición del método de riego no es una decisión sencilla, sino que depende de varios factores que conjugan en un sistema de riego. El siguiente esquema muestra algunos factores a tomar en cuenta para el riego parcelario:



El caudal disponible en la cabecera de la parcela de riego

Conocer el caudal disponible en la cabecera de la parcela es una condición básica para dimensionar la incorporación de la parcela con riego o tipo del cultivo a sembrar con riego y para determinar la mano de obra requerida para riego.

De hecho regar una parcela con caudales pequeños (por ejemplo menor a 10 l/s) no es lo mismo que regar con caudales grandes una misma parcela. Por ello es importante saber con cuánto caudal se dispone para regar una parcela. En la práctica, en los sistemas de riego existentes cada usuario conoce de cuánto caudal dispone en la cabecera de la parcela de riego cada vez que le toca a regar. Como también se sabe cuánto tiempo tomará el riego de una determinada parcela.

Conocimiento del usuario para la aplicación del riego a un determinado terreno o tipo de cultivo

Si bien en los sistemas de riego mejorados los usuarios tienen un mayor o menor grado de conocimiento de cómo aplicar agua a su parcela de riego. Sin embargo, a menudo se observan dificultades en la aplicación cuando del riego recién se incorpora a terrenos de secano, o se introduce cultivos nuevos. Pero también se da con nuevos usuarios de riego que por adquisición de terreno en una zona de riego o por migración a una comunidad recién experimentará con las prácticas de riego parcelario.

El conocimiento no solo radica en cómo va a aplicar riego en la parcela definida o elegida, sino también en conocer:

- Las características del terreno y tipo del suelo.
- Las características y tipo del cultivo.
- La necesidad de nivelación o conformación de la compostura de terreno para riego.
- Los momentos de aplicación de riego al cultivo.
- El requerimiento de la mano de obra familiar o contratada.
- El método de riego a ser empleado.
- El requerimiento de herramientas o instrumentos necesarios para el control de agua en la parcela.



- El tiempo que tomará el riego.
- En algunos casos, un presupuesto determinado para las faenas de riego parcelario, especialmente cuando se realiza el riego con personal contratado.

Características del terreno y tipo del suelo

Las **características del terreno** se refieren a las condiciones topográficas, pendiente y profundidad del suelo, éste último relacionado a las características del perfil del suelo formado por capas del suelo llamado horizontes. Al momento de aplicar el riego en la parcela, estas características del terreno determinan:

- El grado de infiltración de agua desde la superficie hacia las capas profundas.
- El grado de escorrentía en la superficie del suelo (porque la lámina aplicada sobrepasa la capacidad de infiltración).
- El grado de drenaje o percolación profunda fuera del alcance de las raíces de los cultivos, porque la lámina aplicada sobrepasa la capacidad de retención de humedad del suelo.

Para diseñar un buen riego parcelario es importante conocer la velocidad de infiltración del suelo, expresado en cm/hora o litros por metro cuadrado por hora. La idea es regar con un caudal que no sobrepasa la tasa de infiltración para que no se produzca escorrentía en la superficie del suelo. En un suelo franco la velocidad de infiltración es alrededor de 1 a 2 cm/hora.

Por otra parte, es importante conocer la profundidad del suelo y sus distintos capas u horizontes para definir una estrategia de riego basada en el sentido común, que permite conocer:

- La profundidad útil que van a explorar las raíces de los cultivos.



- Si existen diferencias entre las capas del suelo en relación con su permeabilidad y el almacenamiento de agua.

Para el riego parcelario es importante conocer el **tipo de suelo**, especialmente con referencia a la capacidad de almacenar el agua en el perfil del suelo por un cierto tiempo. Esta capacidad depende principalmente de la textura del suelo, que se refiere a la proporción de sus componentes mineralógicos (arena, limo, arcilla). En función a la proporción dominante se define el tipo del suelo: arenoso, limoso o arcilloso. Un suelo de textura intermedia se conoce como suelo franco, fácil de trabajar, permeable y con buena capacidad de retención de humedad (alrededor de 300 litros de agua/m³ de suelo).

No toda el agua en el suelo está disponible para las plantas, porque les falta capacidad de succión para quitar la última gota a las partículas de suelo. Las plantas pueden aprovechar el agua que se almacena en el suelo entre dos presiones específicas: la Capacidad de campo y el Punto de marchitez permanente.

- La capacidad de campo (CC), se refiere al volumen de agua que un suelo retiene después de saturarlo o encharcarlo y dejarlo drenar libremente durante 48 horas. Técnicamente se dice que un suelo está a capacidad de campo cuando la presión necesaria para extraer el agua retenida por las partículas es baja, menos de 0,3 atmósferas.
- El punto de marchitez permanente (PMP) es el contenido de agua de un suelo a partir del cual las plantas no pueden extraer más y, por tanto, se marchitan y mueren. La presión necesaria para extraer el agua que contiene un suelo en su punto de marchitez es de 15 atmósferas.

El agua útil para las plantas constituye la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez. En un ejemplo del suelo franco, el agua útil sería de $300 - 168 = 132$ l/m³ de suelo.

El agua fácilmente utilizable por las plantas es el agua que pueden absorber con poco esfuerzo (0,5 – 1 atmósferas) y, por tanto, sin merma de su capacidad productiva. En la práctica, el agua fácilmente utilizable depende de cada especie de planta o cultivo. Pues para los cultivos menos sensibles a la sequía el agua fácilmente utilizable es el 50% del agua útil y para los más sensibles entre 25-30%. Lo que implica que cuando llega el agua útil a los porcentajes indicados, se necesita reponer el agua mediante el riego.

Para el ejemplo de suelo franco, el agua fácilmente utilizable por los cultivos menos sensibles sería de 66 l/m³ de suelo ($132 * 0,5$) y de 33 l/m³ ($132 * 0,25$) para los más sensibles.

Las familias que practican riego parcelario por costumbre saben que:

- Las tierras de textura franca son la más seguras y adecuadas para la producción y para las prácticas de riego, con frecuencias de riego al menos cada semana.
- Las tierras ligeras (arenosas y lama j'allpas) son poco productivas y requieren aplicación de riego frecuentes (cada 3 o 4 días), porque retienen poca humedad.
- Las tierras pesadas (arcillosas o linq'is) son más productivas, reservan la humedad por periodos prolongados y por eso requieren riegos menos frecuentes.

Características del sistema de siembra y tipo del cultivo implantado

Existen distintas técnicas de sistemas de siembra según **el tipo de cultivo** que pueden ser de tubérculos, hortalizas, leguminosas, cereales o gramíneas. Cada sistema de siembra del cultivo también determina una técnica propia de aplicación de agua. Los sistemas de siembra más conocidos son:

La siembra al voleo: se esparcen las semillas al azar por el terreno en forma manual intentando que sea lo más uniforme posible. Este tipo de siembra suele realizarse para los cultivos de gramíneas (trigo, avena, cebada), la alfalfa y algunas hortalizas (zanahoria, rábanos). Este tipo de siembra condiciona el riego parcelario por inundación que puede ser por cajetas o melgas.

La siembra por surcos y filas: se abre un surco en forma de línea alargada con maquinaria, yunta o en forma manual sobre el que se colocan las semillas a distancia variable según el tipo de cultivo, densidad de la siembra y las características de desarrollo de la planta. El trabajo por surco también se practica para el trasplante de cultivos de tomate, cebolla, ajo y otros. Este sistema de siembra condiciona el método de riego parcelario, en este caso por surcos.

La siembra o plantación en hoyos: principalmente se practica con árboles frutales haciendo hoyos en el terreno siguiendo una línea recta o en tres bolillo u otro en función de la densidad de plantaciones que se desea realizar. También se acostumbra realizar la siembra de calabazas colocando a golpe tres a cuatro semillas en cada hoyo. Este tipo de siembra también condiciona realizar el método de riego por hoyos o cuencos pequeños en función del tamaño de la planta.

Así como el sistema de siembra condiciona la forma de aplicación de agua al terreno, también el tipo de cultivo, la variedad y el desarrollo de su sistema radicular condiciona el método de riego, la forma de aplicación de agua y la cantidad de agua a ser aplicado.

Tecnología empleada en la preparación del terreno para riego

La tecnología empleada en la preparación del terreno influye directamente en la forma de aplicación y en la cantidad de agua requerida para ser aplicada al suelo.

En efecto, al igual que todas las prácticas agrícolas que suelen realizarse antes, durante y después del ciclo de crecimiento y desarrollo de un cultivo, la preparación de suelos juega un rol primordial para el éxito de la cosecha como en la eficiencia y volúmenes de aplicación de agua al terreno.

Es común emplear el tractor con arado de discos para roturar el terreno para la preparación de barbechos y para la siembra de maíz o papa en muchas regiones. Esta práctica permite preparar el terreno de forma profunda para romper la capa endurecida y favorecer la infiltración de agua. Sin embargo, después del arado con tractor, siempre quedan promontorios de terrenos, huellas del tractor, huellas de arado, que finalmente deja la superficie del suelo desuniforme y dificulta las formas de aplicación de riego.



Por el contrario, una preparación superficial del terreno permite afinarlo, nivelarlo y controlar con cierta facilidad la aplicación del agua. La preparación superficial se práctica en terrenos donde no tiene problemas de compactación profunda o en terrenos donde la capa arable es superficial y para la siembra de cultivos cuyo desarrollo radicular es superficial, caso gramíneas y algunas hortalizas. En este tipo de cultivos las láminas de aplicación también son pequeñas.

Algunos trabajos necesarios con empleo de herramientas adecuados para una mejor aplicación de agua al terreno son los siguientes:

- Nivelar u homogeneizar y emparejar la superficie del suelo, especialmente en áreas donde el tractor ha dejado huellas de arado.
- Construir bordillos en terrenos con cierta pendiente o desniveladas que permita guiar el avance de agua durante la aplicación.
- Dividir en varios bloques cuando el terreno es largo.

6.2.4 Métodos de riego tecnificado

Aparte de los métodos de riego parcelario por gravedad, hay una reciente atención por los métodos de riego tecnificado, que todos funcionan bajo presión y tienen la singularidad que el agua presurizada pasa por un emisor que limita el caudal de salida y entrega el agua en forma de lluvia, neblina o gotas.

La explicación de los distintos métodos de riego tecnificado está fuera del alcance de este manual. El texto “Manual de riego tecnificado para los Valles” del VRHR da una introducción exhaustiva sobre los distintos métodos y las condiciones para su aplicación en los sistemas de riego campesinos del país.

6.3 Sugerencias para la asistencia técnica en la mejora del riego parcelario

6.3.1 La necesidad de un diagnóstico del riego parcelario

Es importante realizar un diagnóstico de la situación y de las formas de aplicación de agua a las parcelas y a los cultivos en lo posible antes de la puesta en marcha del sistema, que debe dar las pautas para plantear mejoras en el riego parcelario. Entre los aspectos a tomar en cuenta en el diagnóstico están:

- Técnicas o formas de aplicación de riego en la parcela.

- Caudales que manejan en la parcela.
- Cultivos que existen con mayor facilidad o dificultad de riego.
- Mano de obra que emplean durante la aplicación de riego.
- Formas de preparación del terreno antes y/o después de la siembra.
- Temporadas de mayor o menor intensidad de riego parcelario.
- Opinión de las familias sobre las dificultades o facilidades de riego parcelario.

6.3.2 Medidas recomendadas para mejorar el riego parcelario antes o después de las siembras

Composturas para un buen riego

Se denomina compostura al acondicionamiento de la parcela para el riego. Consiste en conformar surcos principales, surcos secundarios y melgas para tener un mejor control del agua en la parcela. Una parte principal de la compostura es el de adecuar los surcos y melgas a la pendiente de la parcela. Las composturas adecuadamente preparadas ayudan a:



- Regular o distribuir por igual el agua en los surcos y/o melgas.
- Facilitar el riego y regar en menor tiempo.
- Evitar la pérdida de suelo y agua por escurrimiento fuera de la parcela.
- Regar con menos agua y con menor número de personas.

Existen diferentes tipos de composturas cuya aplicación práctica dependerá de las características del terreno y del tipo de cultivo, las más comunes son:

- Surcos de cabecera en la parcela – empleados en riego de maíz, papa, haba y otros.
- Surcos en zig-zag – aplicados en cultivos de hortalizas.
- Melgas con surcos – en cultivos de maíz, papa, haba y otros.
- Melgas divididas o cajetas – en cultivos de alfalfa, cebada, avena.
- Bordos perimetrales con surcos colectores – para todo tipo de cultivos.

Momentos en que se acondicionan las composturas en la parcela

Un primer acondicionamiento de la parcela para el riego se realiza con yunta o tractor, luego de la siembra, se acondicionan los surcos con azadón, pala, picota o con el uso de otra herramienta. El acondicionamiento de la parcela se puede dar en diferentes momentos del proceso de producción, dependiendo del cultivo y de la zona, pero generalmente antes del primer riego:

- Antes de la siembra y trasplante, en caso de surcos en zig-zag, melgas con surcos, surcos de cabecera.
- Antes del primer riego al cultivo, en caso de surcos de cabecera, melgas divididas o cajetas.

Para el caso de siembras al voleo deben ser acondicionadas inmediatamente después de la siembra, por ejemplo en cultivos de trigo, arveja, cebada, avena,



zanahoria y otros. Esto porque en caso de transcurrir más de dos días, las semillas que echaron raíces ya podrán ser afectadas.

6.3.3 Medidas para mejorar la capacidad de infiltración y retención de humedad del suelo

Desde luego, los suelos profundos con una mejor textura y estructura (suelo franco) y con actividad biológica activa, son los que tienen mayor retención de humedad disponible para las plantas.

Entre algunas medidas para dar las condiciones requeridas para la correcta aplicación de agua y para mejorar la retención de humedad del suelo son:

- Realizar una buena labranza (primaria y secundaria), con el fin de aflojar el suelo y generar condiciones apropiadas para el riego y para el desarrollo de las plantas.
- Ejecutar subsolados, o al menos una arada más profunda que lo acostumbrado, con el fin de romper la capa impermeable e incrementar la profundidad del suelo y la disponibilidad de agua en el perfil del suelo.
- Incorporar material orgánico al suelo (estiércol, abono verde, rastrojo, residuos de trilla), con el objetivo de mejorar las características físicas y la fertilidad del suelo.
- Realizar fertilizaciones químicas para favorecer el desarrollo del sistema radicular y por ende poder evitar un estrés hídrico rápido de los cultivos.
- Realizar siembra de cultivos asociados para generar efectos de simbiosis para el desarrollo de las plantas y para mejorar la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes, por ejemplo por fijación de nitrógeno en los nódulos de las raíces caso de leguminosas.

En cuanto a los cultivos asociados anuales, las principales técnicas de siembras o la producción frecuente o en ciertos lugares casi tradicional son:

- Producción en franjas intercaladas o hileras intercaladas. Por ejemplo. papa y haba; haba y arveja, maíz y haba, etc.
- Mezcla de cultivos al azar, sin límites o restricciones en el espacio de la parcela para cada cultivo. Cebada y arveja; siembra de alfalfa y cebada o avena hasta el primer corte.
- Producción de cultivos en diferentes períodos o siembras escalonadas en una misma área, siembra de especies asociados al cultivo

principal ya desarrollado, o posterior al crecimiento y desarrollo de las especies sembradas al último.

6.3.4 Requerimiento diferenciado de riego de los cultivos y momentos de aplicación oportuna

En los hechos no todos los cultivos requieren agua en la misma cantidad, y por ende tampoco con la misma frecuencia. Esto varía según la profundidad radicular de los cultivos y tipos del suelo.

A la hora de planificar el riego es necesario tomar en cuenta los periodos de máxima sensibilidad de los cultivos, que a continuación se describe para algunos cultivos comunes en los sistemas de riego campesinos:

Tipo de cultivo	Momento de máxima sensibilidad de agua
Tubérculos - papa	Inicio floración o tuberización y final de engorde de tubérculos
Cereales - Maíz	Dos semanas antes de la emisión de polen y dos semanas después
Frutales (durazno, manzana)	Momento de cuaje y engorde del fruto.
Cítricos	Durante la floración y cuaje del fruto
Trigo, cebada, avena	Dos semanas antes y dos semanas después del espigado
Leguminosas (haba, arveja)	Momento de floración – y formación de vainas
Hortalizas de fruto	Momento de floración y engorde o maduración del fruto
Cebolla, ajo	Durante el crecimiento del bulbo.

6.3.5 Visitas de intercambio de experiencias relacionada con riego parcelario

La visita de intercambio de experiencias es una oportunidad en la que los regantes y/o familias productoras pueden aprender de las experiencias positivas experimentadas y logradas en otros sistemas o zonas de riego similares. Tiene un enorme estímulo y motivación para que los agricultores puedan aprender e

interesarse de replicar las buenas prácticas de riego parcelario. Entre las prácticas de interés pueden ser:

- Manejo de caudales en la parcela.
- Conformación de composturas de riego.
- Participación de número de personas en el riego parcelario.
- Volúmenes de aplicación y tiempo de riego en cada parcela.
- Los cultivos con mayor o menor frecuencia de riego.
- Dificultades y ventajas observadas durante la aplicación de riego.

Identificación de regantes exitosos en el riego parcelario y difusión de sus experiencias

En todo sistema de riego existen experiencias y conocimientos ancestrales adaptados a las condiciones locales de riego parcelario. Sin embargo, por falta de apoyo y reconocimiento de la experticia del agricultor, a veces es ignorado por su propia organización o vecinos de riego y con el correr de los años se va perdiendo dicho conocimiento.

Los Asistentes Técnicos pueden hacer una tarea de identificación y promover la difusión de dichas experiencias. En algunos casos, tomando sus parcelas de riego del agricultor identificado, instalar prácticas de riego a manera de par-



las demostrativas donde se puede visitar en los momentos de riego y/o hacer demostraciones de manejo y conocimiento de riego parcelario local.

En otros casos, gestionar ante la organización matriz, el apoyo del agricultor regante al técnico de AT y como compensación gestionar o proponer la liberación de ciertas actividades relacionadas con el sistema de riego o actividades comunitarias. O en su caso, gestionar un reconocimiento ante las autoridades locales o como también hacer registrar como un promotor potencial en la zona ante la escuela nacional de riego.

6.4 Particularidades de Altiplano, Valles y Llanos

Altiplano

- En el riego parcelario hay que procurar manejar caudales pequeños (menor a 2 l/s en laderas; menor a 10 l/s en terrenos relativamente planos), debido a que los suelos por lo general son pesados (arcillosos) y en muchos casos superficiales.
- Caudales grandes pueden exceder la velocidad de infiltración y se produce mayor escurrimiento y por ende puede provocar erosión hídrica además de lavar nutrientes de la capa superficial del terreno.
- Otra razón para manejar caudales pequeños, es que la calidad de aguas no siempre es buena. Caudales grandes puede aumentar la salinización de los suelos aumentando sales al que ya tienen los terrenos.
- En la estación de invierno, a menudo el agua, especialmente caudales pequeños, se congela por las noches y/o en las mañanas.
- Lo propio ocurre con riego por aspersión, los chorros de agua se congelan en el aire o cuando llega a las hojas de las plantas. Los vientos de la tarde afectan fuertemente en la homogeneidad de la distribución por aspersión.



- El riego por lo general es familiar. En muy pocas comunidades es colectivo, allí donde trabajan en forma comunitaria.

Valles

- Los valles tienen menos restricciones. Hay mayor experiencia de riego en los Valles. Las dificultades están dadas para el riego, especialmente en terrenos de las laderas. Por lo general en los valles se maneja caudales relativamente grandes y agua de buena calidad, la cual favorece la adaptación permanente a los cambios en el agro, y/o faenas parcelarias de producción con riego.
- En terrenos relativamente planos, se presentan dificultades durante la aplicación cuando el terreno es trabajado con tractor. Especialmente en la preparación de barbechos después de laboreo con tractor que deja el suelo muy disparejo y suelto.
- El riego parcelario en los valles es mucho más flexible y adaptable a las condiciones de terreno como a las condiciones de los cultivos. Solo es cuestión de la habilidad del regante y voluntad de mejorar el riego parcelario.
- En altiplano y valles, por la escasa disponibilidad de agua para riego, por lo general el riego es por turnos y con frecuencias de dos semanas o superior. Este hecho de escasez ha obligado a los regantes a crear diferentes técnicas de aplicación adaptado a las condiciones ambientales del lugar, características de los suelos y tipos de cultivos, inclusive según el sistema de siembra del cultivo.
- Por lo general, el riego parcelario es familiar, en algunas comunidades con ayuda del vecino, en forma de 'ayni'.

Llanos

- Habitualmente se maneja caudales grandes, y riegos frecuentes por las elevadas tasas de evapotranspiración de los cultivos.
- Por lo general hay agua y menos restricciones climáticas para los cultivos. Sin embargo, en un riego parcelario mal manejado, puede aumentar la aparición de malezas, propagación de ciertas enfermedades fungosas y también de nematodos. Como también puede provocar contaminación química o con pesticidas en los suelos donde se aplica altas dosis de pesticidas o fertilizaciones químicas.

- Una particularidad de riego parcelario en la región del chaco es la limitación de aplicación de riego al medio día (hasta horas 15:00) por la elevada temperatura ambiental y de la superficie del suelo. El agua caliente y suelos calientes pueden provocar las quemaduras de los tejidos de las plantas, especialmente cuando las plantas aún no han cubierto la superficie del suelo (papa, tomate y otras hortalizas).
- Las mismas limitaciones se presentan para riego por aspersión: con agua caliente puede provocarse la quemadura de los tejidos de las plantas. El riego por aspersión también puede fácilmente propagar las enfermedades fungosas en toda una parcela y todo el sembradío.
- Por lo general el riego parcelario es con peones. A menudo trabajan los migrantes en periodo de invierno, los que se desplazan de las regiones del norte de Potosí y de los Valles. Por ejemplo en los valles mesotérmicos de Santa Cruz, la gente que trabaja son mayoritariamente de los valles de Cochabamba (Aiquile, Pasorapa y otros) y Valles de Chuquisaca.
- En la región del chaco está la gente del Norte de Potosí, de los valles de Tarija y de Chuquisaca.
- La gente migrante también va con su conocimiento de riego parcelario y replican su conocimiento en el lugar donde trabajan. Esto es importante en la difusión de conocimiento de producción con riego, al mismo tiempo una oportunidad y potencialidad para mejorar el riego parcelario en zonas donde hay poca experiencia, aprovechando la presencia de los migrantes agricultores con experticia en riego en distintas regiones.

PROMOCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA CON RIEGO



7

PROMOCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA CON RIEGO



7.1 Alcance de las tareas

Según la Guía el Asistente Técnico debe cumplir con el siguiente alcance:

- Identificar los problemas e incertidumbres de los agricultores regantes con relación a los cultivos priorizados.
- Establecer las demandas de formación e interrelacionamiento con relación a los cultivos priorizados.
- Ejecutar o promover la ejecución de actividades de formación de los agricultores regantes en los cultivos priorizados.
- Apoyar el establecimiento de acuerdos con entidades especializadas en producción agropecuaria y comercialización para promover la propuesta de producción.
- Implementar parcelas de prueba según la propuesta de producción agrícola bajo riego.
- Promover intercambio de experiencias sobre aspectos productivos, con agricultores con cultivos similares a la propuesta de producción con riego elaborada.
- Promover la participación en ferias agropecuarias para promocionar productos de la zona o región.

7.2 Conceptualización de la promoción de la propuesta de producción

En el campo de la producción agrícola con riego surge una serie de demandas, prioridades y necesidades planteadas por los usuarios del sistema de riego, las cuales a menudo no son adecuadamente atendidas por falta de una planificación productiva adecuada y que estén plasmadas en una propuesta productiva o plan de producción agrícola bajo riego.

El **Plan de producción agrícola** es un conjunto de acciones programadas que ayuda a los productores a obtener información de tipo productivo a organizarse y tomar decisiones sobre su producción en función a sus demandas y necesidades. La información es generada de manera participativa, entre todos los actores involucrados, lo que permite conocer sus limitaciones y potencialidades productivas, para luego diseñar acciones rápidas y consensuadas en respuesta a las demandas emergentes en la agricultura con riego.

El **objetivo** del Plan de producción agrícola es la de priorizar, organizar y ejecutar las demandas y necesidades de los agricultores, de modo que su sistema productivo sea eficiente y responda a las exigencias y requerimientos del entorno (seguridad alimentaria y mercado). Por otro lado, la información del plan de producción agrícola complementada con la información de un estudio de mercado y comercialización, sirve para elaborar un “**plan de negocios**”.

7.3 Proceso de definición del plan de producción agrícola

En la fase de construcción de obras se realizan algunas acciones que sirven como insumos básicos para la elaboración y definición del plan de producción, como la identificación de alternativas de producción y comercialización basadas en un **diagnostico productivo**, una planificación participativa y la identificación de posibles alianzas estratégicas, entre otras. Durante la puesta en marcha del sistema de riego, se actualiza y complementa la información básica para elaborar la propuesta de producción agrícola con riego y promover su implementación.



La definición del plan de producción responde básicamente a los siguientes cuestionamientos:

- ¿Qué sembrar? (tipo de cultivo, cédula o patrón de cultivo)
- ¿Cuándo sembrar? (calendario de cultivo)
- ¿Qué superficie sembrar? (áreas de cultivo)

Para responder a las preguntas planteadas y definir el plan de producción agrícola se consideran los siguientes aspectos:

- Condiciones agro-climáticas, ecológicas y edafológicas.
- Objetivos de la producción.
- Características del sistema de producción.
- Contexto tecnológico e innovación.
- Mano de obra e instrumentos de producción.
- Disponibilidad y acceso a recursos económicos de los agricultores.
- Presupuesto y costos de producción.

7.3.1 Condiciones agro-climáticas, ecológicas y edafológicas

La producción agrícola está condicionada por las particularidades del entorno físico natural (clima, disponibilidad de agua, altitud, tipo de suelos) factores que influyen en el tipo de cultivo, la superficie a cultivar, las épocas de siembra y cosecha, producción y rendimiento, entre otros.

El **clima** es un factor determinante que influye en la producción agrícola. El análisis de los aspectos climáticos (temperatura mínima, media y máxima, altura sobre el nivel del mar, etc.) y su interrelación con el suelo y otros elementos del entorno influyen en las prácticas agrícolas y organización de los sistemas de producción de una determinada zona. En general, todas las regiones de los Andes bolivianos cuentan con un periodo lluvioso, que se aprovecha para la siembra grande o de año. Cultivar en los demás periodos del año depende de la disponibilidad de agua de riego. En las zonas de altura, aun con riego, los periodos de siembra inician recién después de la época de heladas y granizadas, por lo que la gestión agrícola suele empezar recién en agosto. En las zonas de menor altura, las restricciones climáticas son menores.

La **disponibilidad de agua** es un elemento importante dentro de la producción agrícola bajo riego, cuya influencia en cantidad, calidad y oportunidad determina los calendarios agrícolas, la diversificación de cultivos, los niveles de producción y productividad, entre otros.

La **altitud** manifestada en los diferentes pisos ecológicos, también define el posible tipo de cultivos, mientras que la temperatura y disponibilidad de agua determinan el periodo de crecimiento.

Las **características del suelo** son determinantes en la producción agrícola porque contribuyen o limitan el desarrollo de los diferentes cultivos, su análisis está referido principalmente a la caracterización de la textura, estructura, profundidad y fertilidad del suelo.

7.3.2 Objetivos de la producción

Los agricultores establecen **los objetivos de la producción** en función a como acceden, organizan y utilizan sus recursos productivos. Según estas características los objetivos pueden ser:

- La seguridad alimentaria, orientada al consumo familiar y al mercado, es decir permite por un lado cubrir las necesidades básicas de alimentación y por otro la adquisición de bienes y servicios no producidos en la parcela.
- La generación de recursos económicos, tiene la finalidad de producir y diversificar la producción de cultivos para el mercado aprovechando mejores precios y épocas de venta para obtener mayores ingresos monetarios.
- Combinación de ambos (seguridad alimentaria y generación de recursos económicos), donde el consumo familiar y la venta al mercado son la finalidad de la producción.

Para identificar el objetivo de la producción agrícola se realiza el análisis del **destino de la producción**, que hace referencia a la orientación que se da al producto final.

7.3.3 Características del sistema de producción

Las demandas, decisiones y expectativas de los agricultores están estrechamente relacionadas a sus estrategias productivas, las cuales dependen de las características del sistema de producción.

Un sistema de producción se compone de sistemas de cultivo, sistemas de crianza y de actividades no agrícolas. Este conjunto de actividades depende principalmente de los recursos que dispone la familia productora: tierra, mano de obra, capital y agua de riego. En la agricultura con riego, estos elementos y su combinación definen las características del sistema productivo y determinan:

- La ampliación o no de la superficie bajo riego.
- La diversificación de la producción agrícola.
- La modificación de los calendarios agrícolas.
- El incremento o no de los rendimientos.

La caracterización de los sistemas de producción ayuda a comprender las lógicas de funcionamiento de los diferentes tipos de productores, también permite entender como el acceso y mayor disponibilidad de agua influencia entre otros factores, las estrategias de producción familiar.

El agua de riego como medio de producción es determinante en las estrategias productivas campesinas y un elemento importante en la diferenciación y coherencia interna de los sistemas de producción, en una determinada zona.



7.3.4 Contexto tecnológico y de innovación

En el proceso de planificación de la producción es importante evaluar las condiciones del entorno tecnológico y de innovación existentes. El análisis de las condiciones tecnológicas y de producción permite establecer modalidades, procedimientos y técnicas de uso de los diferentes recursos e instrumentos productivos.

Los instrumentos de producción se refieren a: infraestructura de producción (instalaciones o edificaciones para almacenamiento de productos, insumos, otros), maquinaria y equipos (tractores, vehículos, fumigadoras, otros), insumos agrícolas (semillas y fertilizantes) y otros. La disponibilidad, características y acceso a instrumentos de producción influyen en la utilización y distribución de la fuerza de trabajo y los beneficios económicos de las familias campesinas.

En los sistemas nuevos y mejorados, generalmente se introduce nuevas tecnologías: riego por aspersión, semillas mejoradas, pesticidas y agroquímicos, lo que implica la adopción de nuevos conocimientos y prácticas que cambian las características de los sistemas de producción existentes. La adopción de nuevas tecnologías depende del entorno socio cultural donde se introduce, el mayor o menor grado de apertura a las innovaciones, depende del nivel de instrucción de los agricultores, edad, disponibilidad de dinero, vínculo o relacionamiento con el mercado, entre otros.

7.3.5 Mano de obra e instrumentos de producción

La disponibilidad de mano de obra es un factor determinante para la definición del plan de producción, el que debe considerar:

- Cantidad de mano de obra: ciertas labores culturales requerirán mayor o menor cantidad de mano de obra, dependiendo de la fase de desarrollo en la que se encuentra el cultivo dentro del ciclo productivo.
- Tipo de mano de obra: de acuerdo al tamaño de la superficie cultivada se emplea dos tipos de mano de obra, familiar cuando el área es pequeña y contratada cuando esta es extensa.
- Formas de acceso a la mano de obra: cuando la disponibilidad de mano de obra familiar es limitada o escasa se recurre a la contratación de jornaleros y prácticas de recíprocas (ayni, minka, otras).

Las modalidades de trabajo se definen en función de la disponibilidad de mano de obra y estas pueden ser: con mano de obra familiar, contratada y de asocio o al partido, entre otras.

7.3.6 Disponibilidad y acceso a recursos económicos de los agricultores

Cuando los agricultores no disponen de recursos económicos suficientes, es difícil que puedan diversificar e intensificar su producción agrícola bajo riego. La disponibilidad de recursos monetarios posibilita el uso de ciertas estrategias de acceso y distribución del capital para la adquisición de insumos agrícolas (semillas certificadas, fertilizantes y pesticidas) y la contratación de mano de obra para labores agrícolas (siembra, labores culturales y cosecha), orientados a incrementar los niveles de producción y productividad y a una mayor diversificación de los cultivos agrícolas.

La distribución de los recursos económicos posibilita la disponibilidad de los insumos y mano de obra en forma oportuna, generando ingresos para cubrir los costos de producción y obtener utilidades.

Para la definición de la propuesta productiva, se requiere analizar la disponibilidad de los ingresos monetarios propios y su distribución a nivel de relación y el acceso a fuentes de crédito formal y/o informal. Formales en el caso de insti-



tuciones de crédito, bancos y cooperativas, informales como son los préstamos de parientes o vecinos comunales.

7.3.7 Presupuesto y costos de producción

El presupuesto se refiere al cómputo anticipado de los costos de producción y rentabilidad de un emprendimiento productivo.

La estimación de los costos de producción permite a los promotores del emprendimiento vislumbrar: a) la rentabilidad del posible negocio, b) si se cuenta con el capital suficiente o es necesario recurrir en algún tipo de préstamo y c) tener un control de los gastos durante el proceso de producción.

La rentabilidad de la producción agrícola tiene dos componentes generales: los costos y beneficios, cada uno de estos depende de variables internas y externas, características propias de la región. Es ahí, donde se realiza el proceso productivo y el mercado de referencia en el que el productor efectúa sus transacciones, tanto para la venta de sus productos, como para la compra de los insumos que requiere. Así, la rentabilidad resulta de la relación que se establece entre estos dos componentes.

Los costos de producción son dinámicos en el tiempo y varían sustancialmente según el ecosistema donde se efectúa el proceso; por lo tanto, se sugiere que todo proyecto o emprendimiento efectúe su determinación para cada zona, donde las condiciones edafológicas y climatológicas sean similares dentro del área de intervención.

7.3.8 Mercado y comercialización

El mercado es el lugar o ambiente donde se reúnen compradores (consumidores) y vendedores (comercializadores) para intercambiar bienes y servicios. La producción agrícola normalmente tiene como destino final los mercados de consumo, por lo tanto dependen de la demanda de los consumidores que a su vez están ligados a los comercializadores, a estas acciones se suman otras relaciones (competidores) que en conjunto determinan los precios de los productos y organizan su distribución. En consecuencia, esta dinámica del mercado exige conocimientos, manejo de información y comunicación continua.

La comercialización es un conjunto de actividades realizadas por personas u organizaciones, que mueven el flujo de bienes y servicios en una economía de

mercado desde el productor al consumidor, en el cual la oferta y la demanda regulan el precio de los productos.

Conocer la dinámica de mercados permite identificar y aprovechar oportunidades de venta. Para este fin existen diferentes metodologías como los Estudios de mercado y los Sondeos rápidos de mercado. Estos últimos, por ser simples en su ejecución son los más utilizados y permiten conocer en menor tiempo la existencia de oportunidades de mercado y mejores precios para la producción agrícola.

7.4 Sugerencias para la asistencia técnica en la promoción de la propuesta de producción

Para la elaboración de la propuesta productiva la asistencia técnica debe considerar los instrumentos metodológicos generados por el Sector de Desarrollo Agropecuario (VDRA), como las Guías de Preparación y Evaluación de Proyectos Agropecuarios.



En las actividades relacionadas con la producción agrícola, la intervención del Asistente Técnico en riego puede llegar hasta el nivel de la planificación (cédula y calendario de cultivos), en cambio el Asistente Técnico en producción debe profundizar en las temáticas productivas particulares de cada cultivo (variedad, semilla, manejo de plagas, exigencias de calidad para el mercado, etc.)

La asistencia técnica en riego también tiene la responsabilidad de identificar los principales problemas relacionados con la producción y procurar movilizar soluciones de instituciones o profesionales especializados o entendidos en el tema, es decir lograr alianzas estratégicas.

7.4.1 Definición del plan de producción agrícola

Para elaborar el plan de producción se debe realizar un diagnóstico que permita definir y entender los problemas, demandas y necesidades y determinar las limitaciones y potencialidades de los agricultores. Es fundamental que el diagnóstico se realice de manera participativa con los productores y otros sectores sociales e institucionales, tomando en cuenta aspectos de género, culturales, cambio climático y sostenibilidad.

En el diagnóstico se deben conocer y analizar aspectos productivos relacionados con la problemática identificada y considerar los siguientes aspectos:

- Identificación de los rubros de producción y con potencial productivo.
- Análisis del sistema de producción actual (calendario agrícola, variedades cultivadas, tipo de riego utilizado, manejo de plagas, cosecha, post cosecha y otros).
- Rendimientos observados.
- Superficies cultivadas o áreas explotadas.
- Tecnologías de producción utilizadas, incluyendo aspectos de niveles de tecnificación observados.



- Volúmenes de producción.
- Costos de producción (utilizando metodologías apropiadas disponibles, hojas de costos).
- Disponibilidad de mano de obra.
- Disponibilidad de capital para la producción.
- Tenencia de tierras productivas, superficies y condiciones de propiedad.
- Aspectos de la comercialización agropecuaria en la zona de intervención.

Respecto a las técnicas de diagnóstico se recomienda utilizar una metodología rápida y participativa, basada en ciertas técnicas del Sondeo Rural Rápido Participativo. Estas técnicas permiten lograr la información básica en un tiempo relativamente corto y se adecuan a los objetivos del presente trabajo. Las técnicas sugeridas son: mapeo de recursos, transectos, entrevistas con informantes clave, entre otros.

Se deben caracterizar los sistemas de producción predominantes, de manera general en la zona o comunidad, con énfasis en la identificación del funcionamiento de los sistemas, sus relaciones con el entorno, sus equilibrios y desequilibrios y sus tendencias de cambio, más que en datos cuantitativos.

Los temas de análisis deben ser:

- Caracterización de las fuerzas productivas en términos de: dotación relativa (escasez, abundancia, calidad), formas de acceso (mercados, tarifas), formas de uso (itinerarios técnicos, roles).
- Caracterización de los sistemas de cultivo y crianza.
- Caracterización de otras fuentes de valor agregado e ingreso.
- Evaluación somera de los resultados económicos (productividad y rendimientos).

Las técnicas sugeridas son: entrevistas semi-estructuradas a unidades de producción, itinerarios técnicos (en grupo), calendario de actividades (en grupo), identificación de rendimientos (en grupo), observación directa, entre otras.

7.4.2 Definición de cultivos, calendario y áreas de producción

La propuesta productiva debe definir principalmente el cultivo y/o cédula de cultivo, el calendario de cultivo y el área de cultivo de producción. A continuación se plantean algunas consideraciones para definir estos aspectos.

Cultivo y/o cédula de cultivos

- La cédula de cultivos propuesto debe ser definida con plena participación de los agricultores y responder a sus necesidades y expectativas (consumo familiar y mercado).
- La cédula de cultivos planteada debe ser acorde al potencial o vocación productiva de la zona.
- La cédula de cultivos propuesta define la demanda de agua y la demanda de riego de sistema, situación que influye posteriormente en el esquema de distribución de agua.
- Considerar la variación altitudinal de la zona de estudio (pisos ecológicos), porque determina el tipo y cédulas de cultivo, en muchos casos se deben elaborar cédulas de cultivo diferenciadas según pisos ecológicos.
- La cédula de cultivos debe ser compatible con el plan de riego.
- Se deben considerar los criterios locales sobre los tipos de suelo para decidir el tipo de cultivo y forma de aplicación del riego.

Calendario de cultivos

- El calendario agrícola de la propuesta productiva debe ser coherente y acorde a las condiciones de la zona, del mercado y las estrategias productivas desarrolladas por los agricultores.
- Según el calendario agrícola definido con los futuros beneficiarios investigar las posibilidades de introducir nuevas variedades de cultivos con características particulares como ser: precocidad, resistencia a plagas y enfermedades, mayor rendimiento, entre otras.
- El calendario de cultivo debe ser compatible con el plan de riego.
- La mayor disponibilidad de agua y condiciones climáticas favorables permite realizar hasta dos o tres siembras en un año, lo que puede dar lugar a cédulas de cultivo intensivas. En estos casos es importante cuidar la fertilidad del suelo, a través de buenas prácticas (incorporación de leguminosas, rotación de cultivos, descansos, otros)
- Para el análisis y definición del calendario agrícola es importante considerar el criterio de los agricultores porque ellos conocen su entorno (clima, suelo) y pueden precisar las épocas de siembra de los distintos cultivos; asimismo, conocen la fluctuación de los precios de los

productos agrícolas y pueden sugerir fechas de siembra para lograr mayores precios en el mercado.

- Considerar que la introducción de nuevos cultivos modificará los calendarios agrícolas existentes y, a su vez, la incorporación de nuevas variedades ampliará el número de ciclos de cultivos.

Áreas de cultivo

- El área de cultivo debe ser compatible con las características del suelo, según su aptitud para el riego y con los criterios y necesidades de los agricultores (criterios locales de tipificación y uso de suelos).
- El área de cultivos propuesto debe responder a los objetivos de la producción planteados (seguridad alimentaria, mercado, transformación, otros).
- El área de cultivos propuesto debe ser compatible con el plan de riego (esquema de distribución).

La asistencia técnica en producción debe lograr un plan de producción viable y acorde a las características productivas existentes y coherentes con los objetivos productivos de los agricultores.

El plan de producción agrícola elaborado debe ser la base para definir el esquema de distribución de agua del sistema de riego.



7.4.3 Análisis de mercado y posibilidades de comercialización

En el sector de desarrollo agropecuario (MDRyT-VDRA) existe un documento Guía de Preparación y Evaluación de Proyectos Agropecuarios, que da pautas para analizar el mercado. A continuación, se resume los principales aspectos a considerar en un estudio de mercado.

Descripción de los productos del proyecto

Antes de realizar el análisis de mercado, describir con detalle los productos o servicios priorizados, presentar las características principales y particulares y los factores de diferenciación con otros productos o servicios existentes en el mercado.

Estudio de demanda

Realizar el análisis de la cantidad demandada y los precios de los productos agropecuarios promovidos. Los factores que determinan la cantidad demandada del producto o servicio son:

- El precio del bien o servicio.
- El precio de bienes sustitutos y/o complementarios.
- Los niveles de ingresos de los consumidores.
- Las preferencias de los consumidores.
- Las exportaciones.

Analizar las características de los demandantes y los cambios de la demanda en el tiempo, para identificar aspectos de temporalidad.

Para los insumos a demandar, se debe analizar la demanda actual y las estructuras de mercado correspondientes, así como las características de los agentes económicos que los proveen.



Analizar datos sobre accesibilidad a los mercados de aprovisionamiento de insumos, costos de aprovisionamiento, cantidades disponibles, disponibilidad de asistencia técnica y otros, según sean necesarios.

Se anticipará y estimará el efecto que tendrá en estos mercados el ingreso del proyecto como demandante.

Estudio de la oferta

Analizar la oferta de los productos agropecuarios que entregará el proyecto. La cantidad ofertada estará condicionada por:

- El precio del bien ofertado.
- El precio de los otros bienes sustitutos o complementarios.
- El precio de los factores de producción.
- La tecnología disponible.
- Las expectativas de los productores.
- Las importaciones.

Analizar la estructura del mercado, para determinar el número de productores que controla el mercado; se deberá conocer y analizar cuáles son:

- Los competidores directos que ofrecen productos similares.
- Los competidores sustitutos que ofrecen productos alternativos consumidos por los demandantes por razones de precio o accesibilidad.
- Los competidores complementarios que ofrecen productos distintos, y pueden mejorar el consumo de la oferta de productos del proyecto.

En este punto, se deben determinar características, capacidades, niveles de inversión, planes y posibilidades de expansión, estrategias y canales de comercialización. Al igual que con la demanda, se debe proyectar la oferta a los años de operación del proyecto y estimar las posibles reacciones que tendrían los oferentes actuales, ante la presencia del proyecto en el mercado.

Balance entre oferta y demanda

Con la información de oferta y demanda para los productos o servicios del proyecto, se debe estimar la demanda insatisfecha y se la proyectará para los años de duración del proyecto.

Estudio de precios

El estudio de mercado brindará información sobre los precios y se deberá analizar:

- El comportamiento histórico en función al ciclo de producción.
- Los precios o tarifas vigentes en los mercados de interés locales y del exterior.
- Las posibilidades para definir precios o si se tomarán precios vigentes.
- Distorsiones observadas.
- Estimaciones de tendencias para los próximos años.

Propuestas para que los productores aprovechen oportunidades de mercado¹

- Apoyar en la identificación de alternativas productivas que combinen el potencial de producción campesino y una demanda de productos sostenibles en el mercado.
- Identificar productos típicos que aseguren excedentes porque pueden colocarse en segmentos especiales en los cuales los campesinos tienen ventajas competitivas. (ej.: quinua, cacao de aroma, etc.)
- Incorporación de calidad y valor agregado a la producción campesina, mediante tratamientos post-cosecha y transformación.
- Apoyar a la realización de análisis ex ante sobre captación de utilidades por los diferentes actores en la cadena con la finalidad de establecer criterios mínimos de captación de utilidades por parte de los productores.
- Promover el desarrollo de programas productivos integrales desde los gobiernos locales, con la participación de todos los actores, impulsando su capacidad de negociación.
- Desarrollo de alianzas estratégicas entre productores o con diferentes actores que promuevan la especialización, complementariedad y amplíen la base técnica y metodológica de las propuestas y faciliten el acceso de los pequeños productores al mercado, involucrando a los gobiernos locales.

¹ Extractado de "Pequeños Productores y Acceso al Mercado". Serie ASOCAM Reflexiones y Aprendizajes N° 1. Mayo 2002.

- Promover el mejoramiento de la organización y planificación de la producción campesina para que responda a la demanda en forma continua.
- Utilizar los sellos como instrumento útil para valorizar los productos campesinos, existen sellos de comercio justo, sellos orgánicos y muchos otros.
- Utilizar creativos mecanismos de comercialización ya empleados en algunos proyectos como mesas de negociación, agricultura por contrato, ferias, etc.
- Utilizar instrumentos financieros como participaciones de capital en empresa campesinas viables y en empresa de servicios como participación campesina como accionistas en otras empresas de la cadena.
- Fomentar el acceso al mercado financiero de líneas de crédito que faciliten la inversión campesina.

7.4.4 Promover eventos de “Intercambio de experiencias” o “Campesino a campesino”

La introducción de nuevos cultivos es un desafío para los agricultores regantes. El proceso de introducción genera momentos especialmente idóneos para un



intercambio con productores que ya conocen y dominan las particularidades del cultivo.

En los textos de apoyo “Intercambio de experiencias” y “Campesino a campesino” se explican las pautas metodológicas para la organización de este tipo de eventos.

7.4.5 Establecer alianzas estratégicas

Las alianzas estratégicas son relaciones con entidades que ofrecen algún servicio para la producción o tienen interés en comprar los productos de la producción. Los servicios pueden variar entre oferta de insumos, asistencia técnica, apoyo financiero, etc.

Para ayudar a definir las alianzas estratégicas que pueden ser útiles para la organización de regantes, el Asistente Técnico debe hacer una lista de demanda y oferta de servicios e insumos necesarios en todo el proceso productivo e inventariar si hay organizaciones gubernamentales o no gubernamentales que ofrecen servicios en las áreas determinadas.

Una acción obligatoria para todos los Asistentes Técnicos es conocer la oferta de apoyo de los programas nacionales de promoción productiva del VDRA y



los programas y proyectos del SEDAG Departamental. Adicionalmente suelen existir proyectos de los GAM que también dan apoyo concreto a los agricultores regantes en temas específicos.

Es una tarea específica de los Asistentes Técnicos elaborar proyectos de promoción productiva que pueden ser presentados a entidades de apoyo (SEDAG, GAM, Entidades no gubernamentales). Se puede pensar también en alianzas estratégicas con entidades privadas, como por ejemplo las casas importadoras de equipos de riego tecnificado.

7.4.6 Implementar parcelas demostrativas

La parcela demostrativa es una herramienta que permite a los agricultores innovar y adoptar buenas prácticas. En las parcelas de demostración se demuestran en la práctica a los agricultores innovaciones productivas como nuevas variedades, técnicas de cultivo, infraestructura y equipos, entre otras. La parcela demostrativa en la comunidad o el sistema de riego propio tiene la ventaja que los resultados de la producción demostrativa es visible y se genera bajo condiciones similares que las de los demás agricultores regantes. Además, los compañeros agricultores pueden observar todos los pasos del proceso productivo.

Para la implementación de una parcela demostrativa se deben realizar las siguientes acciones:

- Planificación de la demostración.
- Implementación de la parcela demostrativa.
- Sistematización de la información.
- Evaluación participativa de resultados.

Planificación de la demostración

Previo a la implementación de la parcela demostrativa y de manera conjunta con los agricultores deben:

- **Definir los objetivos y metas de la propuesta demostrativa:** En una reunión previa se deben analizar las tecnologías propuestas y el conocimiento que tienen los agricultores del tema, para de manera conjunta establecer los objetivos de la parcela de estudio. Es importante considerar que la parcela demostrativa no es para ensayar, sino para demostrar. El Asistente Técnico debe estar seguro de que la tecnolo-

gía en demostración es mejor que la de la comunidad, tanto desde el punto técnico como económico.

- **Definir los criterios de evaluación:** actividad realizada de manera conjunta entre el Asistente Técnico y agricultores. Los criterios de evaluación deben estar en correspondencia al tema o practica a demostrar.
- **Definir el diseño de la parcela de estudio:** Se debe dividir la parcela en dos partes, en una se realiza la práctica o acción como usualmente la hacen en la comunidad (testigo) y en la otra se implementa la nueva tecnología o práctica que se quiere demostrar. La parcela de estudio debe considerar un croquis y la variable a evaluar.
- **Definir la duración y calendario de actividades de la demostración:** Se debe realizar un cronograma de actividades y calendario de labores.
- **Estimar los recursos y materiales requeridos:** insumos agrícolas, maquinaria, equipos, otros.
- **Definir el costo y forma de financiamiento:** En reunión conjunta entre el Asistente Técnico y agricultores se debe establecer las responsabilidades para cubrir el costo y la forma de financiamiento. Además, aclarar cómo se manejarán los aportes del Asistente Técnico y de los agricultores (insumos, dinero, mano de obra); y cómo distribuir el producto o la cosecha. Todos los acuerdos deben contar con un documento o convenio escrito y firmado entre los interesados.

Implementación de la parcela demostrativa

Para el establecimiento de las parcelas demostrativas, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Selección de la parcela. El terreno seleccionado para establecer la parcela deberá reunir las siguientes condiciones:



- Ubicación en un lugar representativo del área de trabajo. Las condiciones del lugar deben ser semejantes a la mayoría de los terrenos de la zona en cuanto a topografía, suelo, profundidad, otros.
- Ubicación en un lugar visible para que la mayoría de los agricultores la vean regularmente.
- Contar con caminos de acceso y condiciones aptas para establecer el cultivo, para minimizar gastos de acondicionamiento.
- El tamaño de la parcela demostrativa estará en función del tema priorizado. La superficie deberá aproximarse al tamaño de una parcela comercial, para hacer un análisis de costos más real para el agricultor. Se sugiere entre 500 a 1.000 m².
- La forma del terreno debe ser regular y homogénea, de preferencia cuadrada o rectangular para evaluar fácilmente la cosecha en los diferentes partes en que se divida.

Selección del agricultor responsable del cuidado de la parcela demostrativa.

Se debe tener especial cuidado en este aspecto, ya que el éxito de la parcela reside en gran medida en la actitud positiva y buena disposición del agricultor para atender y seguir estrictamente las indicaciones. Algunas características que deberá reunir el productor responsable de la parcela demostrativa:

- Ser reconocido por la comunidad como buen agricultor.
- Tener espíritu de cooperación que facilite la labor educativa que se plantea en la demostración.
- Ser respetado por sus compañeros.
- Poseer un predio con las condiciones requeridas de ubicación y representatividad del tipo de suelo en la zona.
- Contar con el equipo y medios necesarios para realizar los trabajos que se requieren en las parcelas.

Establecimiento y seguimiento de la parcela. Con el propósito de lograr los objetivos planteados con la demostración, se requiere que el Asistente Técnico realice una serie de actividades en coordinación con los agricultores:

- Visitar al agricultor previamente con el fin de acordar la fecha de establecimiento de la parcela y preparar los materiales y la logística. También invitar, con anticipación, a los productores de la zona para iniciar la demostración.

- Iniciar el proceso demostrativo en las fechas fijadas, con presencia de los comunarios involucrados en el trabajo además de invitados (comunidades vecinas), con el propósito de que sean partícipes de la acción o práctica a desarrollar.
- Dar a conocer con suficiente anticipación el programa de demostraciones y de ser posible promocionar y divulgar el evento a través de medios de comunicación presentes en la zona.
- Identificar la parcela demostrativa (letrero), consignando los métodos y/o resultados que se están demostrando y las instituciones participantes. De esta forma la parcela se dará a conocer por sí misma, ya que los agricultores que pasen frente a ella la estarán evaluando constantemente.
- Realizar en forma oportuna las prácticas del cultivo, de acuerdo con el calendario de actividades, previamente acordada entre el asistente técnico y el productor responsable de la parcela.
- Registrar y controlar las actividades ejecutadas en la parcela con la finalidad de que se cuenten con datos que permitan cuantificar las ventajas de la tecnología aplicada. Para este fin el Asistente Técnico y el agricultor deben utilizar planillas de registro o libretas de campo.
- Utilizar la parcela para acciones de capacitación, tanto en las demostraciones de técnicas como en las de resultados.
- Visitar periódicamente al productor encargado y la parcela para indicar las labores a realizar y observar el desarrollo del cultivo, a fin de que si hubiese algún aspecto inesperado, se determine su causa y se corrija. A través de las visitas se captará la opinión y punto de vista del productor y se registrara en la libreta de campo.
- Documentar con fotografías y registros las diferencias entre la tecnología tradicional y los nuevos tratamientos, así como de los eventos realizados en la parcela.



- Cuando los resultados sean visiblemente significativos se deben colocar estratégicamente señales que ayuden a localizar la parcela para motivar a que los productores la visiten.

Sistematización de la información y presentación de resultados

Con el objetivo de ordenar la información y presentar los resultados de la parcela demostrativa se deben realizar las siguientes actividades:

- Resumir las anotaciones y registros que se han llevado durante el desarrollo del cultivo y la realización de las demostraciones.
- Efectuar una demostración final para dar a conocer los resultados.
- Preparar oportunamente un cuestionario para recabar la opinión de los productores y así conocer sus puntos de vista, preferencias sobre la tecnología mostrada y evaluar el impacto de las técnicas desarrolladas en las parcelas.
- Invitar al productor encargado de la parcela que explique la síntesis de los resultados de cada una de las prácticas realizadas y los costos del cultivo en los diferentes tratamientos.
- Invitar a la demostración final de resultados a autoridades del lugar, medios de comunicación y técnicos de otras dependencias. Se deben preparar hojas técnicas para su distribución.

Difusión de la parcela. La difusión de las actividades realizadas en las parcelas demostrativas es muy importante, desde el planteamiento de objetivos hasta la demostración de los resultados finales. No sólo a través de las demostraciones, sino también con el apoyo de charlas en la comunidad, folletos, trípticos y volantes.

Evaluación participativa de resultados de las demostraciones

Al final de la demostración el Asistente Técnico y los agricultores deben hacer una evaluación desde el punto de vista técnico y económico de los resultados, evaluando las dos partes de las parcelas; la nueva tecnología y el testigo.

La evaluación de productividad la realizará el Asistente Técnico en coordinación con los productores, a través de un análisis de costos, factibilidad de la aplicación de la nueva tecnología y una estimación de la producción lograda. El análisis de costos incluye todos los costos de producción que fueron regis-

trados desde la preparación del terreno hasta la cosecha. La estimación de la producción, se efectuará mediante un sistema de muestreo por tratamiento. Se tomará en cuenta principalmente el rendimiento del cultivo por hectárea. El análisis comparativo entre los gastos y la producción obtenida indicará los beneficios de los recursos invertidos.

Una copia del reporte por parcela de las evaluaciones deberá ponerse a disposición de especialistas en el tema para que sugieran alternativas y ajustes a la tecnología de producción demostrada para aplicarla en el siguiente ciclo del cultivo.

Adicionalmente, se debe realizar la evaluación de la parcela como un método de promoción y divulgación. Con los resultados obtenidos en cuanto a producción y productividad de la parcela, se deberá evaluar si la herramienta utilizada cumplió con los objetivos planteados; además de conocer las posibilidades de adopción de la tecnología demostrada. El técnico deberá registrar las diferentes actividades de promoción\divulgación con los productores, para lo cual anotará en cada evento las características de los asistentes (número, sexo, edad) y su opinión acerca de cada una de las técnicas mostradas.

7.5 Particularidades de Altiplano, Valles y Llanos

En las propuestas de producción agrícola se encuentran las mayores diferencias entre las agro-ecoregiones, pero estas variaciones afectan a los tipos de cultivos, las variedades de cultivos, sus épocas de siembra y cosecha, el periodo de los cultivos, etc., y no así al objetivo genérico y la metodología de trabajo descritos en este capítulo. Es decir, las actividades de los Asistentes Técnicos en riego llegan hasta los aspectos generales, cuyo tratamiento es similar en las tres agro-ecoregiones. Más bien las particularidades son tema de trabajo de los Asistentes Técnicos en producción, quienes se ocupan de los consejos productivos relacionados con cada cultivo, sus particularidades en el manejo, etc. Estas particularidades están fuera del alcance de este Manual.

APOYO PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE LA CUENCA Y LA FUENTE DE AGUA



8

APOYO PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE LA CUENCA Y LA FUENTE DE AGUA



8.1 Alcance de las tareas

Según la Guía el Asistente Técnico debe cumplir con el siguiente alcance:

- Apoyar a la organización de usuarios en la definición de responsables y acuerdos para continuar con la planificación, implementación y mantenimiento de medidas de protección de la cuenca y la fuente de agua.
- Sistematizar información para facilitar la gestión de apoyo externo para la implementación de medidas de protección de la cuenca y la fuente de agua.

8.2 Conceptualización de la sostenibilidad de las medidas de protección de la cuenca

La sostenibilidad de las medidas de protección implica que las funciones de las medidas biológicas, mecánicas, físicas y/o productivas desarrolladas o implementadas se mantienen vivas y/o activas en el transcurso del tiempo. Se refiere al equilibrio de las estructuras construidas para la protección de la fuente de agua con su entorno y con las acciones de los usuarios de riego y/o pobladores del lugar.

El término sostenibilidad supone dar continuidad a los procesos y acciones iniciadas en la fase de construcción y asegurar las múltiples funciones de las medidas

instaladas o construidas y las múltiples funciones del agua haciendo posible su uso racional, eficiente y productivo, ahora y en el futuro al servicio del funcionamiento del sistema de riego de manera integral en el espacio y en el tiempo. Desde esta perspectiva el agua es mucho más que un simple recurso que conlleva valores intrínsecos para la seguridad alimentaria, patrimoniales y productivos. El desafío de afrontar al Cambio Climático no hace más que reforzar esta prioridad de recuperación y mantenimiento al buen estado de las cuencas o fuentes de agua ante una ya evidente reducción de las precipitaciones y aportaciones y un incremento de las temperaturas y, por tanto, el estrés hídrico y desbalances hidrológicos.

A su vez sostenibilidad de las medidas implica sostenibilidad económica y el fortalecimiento de las capacidades de las personas encargadas o ligadas al mantenimiento y preservación de las fuentes de agua y/o cuenca.

La sostenibilidad económica comprende que las contribuciones económicas de los agricultores regantes no solo deben cubrir las múltiples tareas de la administración de la organización y los costos de operación y mantenimiento de sus obras de riego, sino también los requerimientos de inversión para el mantenimiento y la preservación de la fuente de agua o cuenca.

Por otra parte, el fortalecimiento de las capacidades del personal o líderes debe entenderse como un proceso continuo de formación y capacitación frecuente para que los nuevos líderes o responsables puedan asumir sus tareas con suficiente conocimiento y con ideas renovadas conforme a la ocupación de cargos en la organización, que a menudo se practica en forma rotativa o por orden de la lista.

8.3 Sugerencias para la asistencia técnica en sostenibilidad de las medidas de protección de la cuenca

Una de las debilidades comunes para la ejecución de medidas de protección de la fuente de agua es la falta de información relacionadas con la hidrología del sitio de la fuente de agua, datos de aforos de caudales bases del río, de las riadas, ocurrencia de precipitaciones y comportamiento del sitio de la fuentes de agua o áreas de captación con tomas directas de los ríos.

Una de las tareas del Asistente Técnico es justamente recolectar, organizar y sistematizar la información generada mediante recorridos del área del sistema de riego, recorridos del área de aportes, aforos de caudales, mediciones de arrastre de sedimentos, cantidad de riadas en un determinado río, ocurrencia

de inundaciones, desbordes, grados de afectaciones a las áreas agrícolas y otras.

Disponiendo de una información confiable y amplia, luego de un análisis y evaluación de eventos acontecidos, el asistente técnico puede dimensionar con mayor precisión la necesidad o no de la ejecución de medidas de protección y/o conservación. Sobre todo permitiría dimensionar las acciones y medidas, definir si solamente serán implementadas o ejecutadas por los propios beneficiarios sin recurrir a un apoyo externo, o, en su caso, por la magnitud de los trabajos, podrían ser dimensionadas para la ejecución de actividades u obras con apoyo económico y/o participación externa de una entidad especializada.

En caso de que las medidas sean de dimensión reducida se recomienda acudir al catálogo de medidas de protección de cuenca del VRHR para recomendaciones prácticas.

Para asegurar que las medidas sean ejecutadas y según la dimensión del sistema de riego, se sugiere que el Asistente Técnico impulse que la organización de regantes tenga en su estructura organizativa una cartera relacionada con las tareas de protección de la fuente de agua y/o cuenca, que debe contar con sus propios recursos económicos para encarar las tareas planificadas en cada gestión.

Otra tarea clave es la identificación de personas que se encargarán de las actividades de implementación, manejo y mantenimiento de las medidas de protección en la fuente de agua y/o cuencas. Por lo general, en una organización de regantes suelen elegir a las personas que habitan en la parte alta de la cuenca, o él/ella que radica cerca a la toma de captación o fuente de agua. Por tanto las tareas de capacitación también deben dar prioridad a dichas personas o líderes elegidas por la propia organización.

El Asistente Técnico debe ayudar a definir los acuerdos para mantener las medidas de protección y dividir ellos en los internos y externos. Los acuerdos internos están relacionados con las actividades habituales que los usuarios del sistema de riego ejecutan regularmente: entre ellos, trabajos de encausamiento y protección en los sitios de captación; construcción de zanjas de coronamiento, limpieza de cauces de drenaje natural y otras. Los acuerdos externos son pactos o convenios entre la organización de regantes y otras comunidades y sistemas situadas aguas arriba o aguas abajo. En estos casos los acuerdos pueden consistir en:

- Realizar trabajos colectivos con participación de usuarios de base de dos o más sistemas de riego.
- Dar aportes económicos, por ejemplo para emplear equipo pesado para el encausamiento del curso del agua hacia la toma de captación, protección de diques de derivación y otros.
- Reposición de coberturas vegetales dañadas o afectadas durante el periodo de lluvias, en algunos casos realizan plantaciones forestales colectivas.
- Los trabajos se acostumbran realizar por actividad rutinaria cada año. En otros casos, necesitan realizar una previa planificación para la ejecución de medidas de protección.

Por otra parte, las experiencias de ejecución de medidas de protección en cada sistema debe ser sistematizadas y sí corresponde deben ser socializadas o difundidas hacia las organizaciones locales o entidades locales. La sistematización de experiencias deberán tomar en cuenta los siguientes indicadores, que podría contribuir a futuro a una visualización y cuantificación de los resultados e impactos generados con las medidas implementadas:



- Grado de cobertura permanente de naturaleza vegetal.
- Intensidad de pastoreo y grado de explotación de recursos forestales.
- Biodiversidad permanente en la cuenca.
- Lista o inventario de las especies vegetales más comunes.
- Tasa de erosión del suelo (áreas susceptibles y frágiles a la erosión).
- Comportamiento de las avenidas (aforos de caudales, frecuencia y otros).
- Comportamiento de la calidad de agua.
- Tipos de usos que dan al agua.
- Comportamiento del cauce de los ríos o quebradas.
- Frecuencia de trabajos relacionados con la protección de la fuente de agua.
- Dificultad o facilidad de ejecución de actividades y niveles de coordinación.
- Comportamiento o actitudes de la población o comunidades relacionadas con la conservación y protección de las fuentes de agua.
- Presencia o participación de entidades locales en la protección de fuentes de agua.
- Intensidad de producción e Intensidad de uso de agroquímicos.



Av. Héroes del Acre N° 1778
Esq. Calle Conchitas, zona San Pedro
Telf.: (591-2) 2145792 - (591-2) 2145754

E-mail: mail@miriego.gob.bo

www.miriego.gob.bo

 [MiRiegoBolivia](#)

 [Mi Riego](#)

 [MiRiegoBolivia](#)