



Universidad Mayor de
San Simón



Facultad de Ciencias
Agrícolas y Pecuarias
"Martín Cárdenas"



Universidad de Wageningen



Centro Andino para la
Gestión y Uso del Agua

El Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua (Centro AGUA) es un Centro Universitario que se inicia con un convenio de cooperación internacional entre la Universidad Mayor de "San Simón" (UMSS) de Bolivia y la Universidad de Wageningen (WU) de Holanda. Constituye uno de los Centros de enseñanza e investigación de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas"

Centro A.G.U.A.
Av. Petrolera Km. 4.5
Telf.: (591) (4) 762382
Fax: (591) (4) 762380
Casilla: 4926
centroagua@centroagua.org
www.centroagua.org
Cochabamba – Bolivia

©Centro AGUA
Junio, 2004

PAUTAS PARA EL DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN SISTEMAS DE RIEGO BAJO GESTIÓN CAMPESINA

Ing. Daniel Vega Barbato

Ponencia presentada en el Seminario Internacional CORA 2002
(Cayambe, Ecuador Noviembre 2002)

Resumen

El diseño de la distribución de agua es un aspecto olvidado en los proyectos de riego¹. Por lo general, las tareas del diseño sólo se concentran en la infraestructura hidráulica, bajo procedimientos pre-establecidos que están enfocados a la determinación del caudal de diseño, con el criterio de área de servicio.

Sin embargo, es ampliamente reconocido que cualquier intervención sobre un sistema de riego generará cambios sobre sus diferentes elementos o dimensiones: infraestructura, gestión del agua y producción agrícola.

En algunos casos, los cambios ocasionados en el sistema de riego pueden ser asimilados por los usuarios sin que esto implique cambios notables en las prácticas de distribución de agua, ni limitaciones del sistema en su conjunto. En otros casos, se producen conflictos que conducen a modificaciones importantes en el diseño o en su defecto, se ejecutan proyectos que no responden a las expectativas y necesidades de los usuarios, y no logran los impactos esperados.

Actualmente se propone que en los proyectos de riego se diseñe simultánea e interactivamente la infraestructura y la gestión del sistema de riego, de manera que los resultados finales del diseño permitan satisfacer las necesidades de producción de los agricultores.

En este marco, el presente documento plantea que el diseño de la distribución de agua, como parte central del diseño de la gestión de sistemas de riego, sea realizado a partir del análisis de alternativas de reparto de agua: modalidad, flujo, duración e intervalo de entrega de agua. Alternativas que responderán a los requerimientos de uso de agua actuales y futuros (producción agrícola y eventualmente otros usos del agua), la disponibilidad de agua, las prácticas existentes de gestión y uso del agua y los derechos al agua.

¹ En el presente documento nos referimos a proyectos de mejoramiento de sistemas de riego por gravedad.

A su vez, las alternativas para el reparto de agua representarán requerimientos sobre la infraestructura hidráulica, y ambos aspectos sobre la operación y el mantenimiento, tareas que a su vez demandarán de un conjunto de normas y acuerdos que las regulen, sobre la base de una clara relación “derechos – obligaciones – sanciones”, y de una organización para su cumplimiento. Finalmente, estos aspectos serán analizados y evaluados en función de su viabilidad, esto implica contrastar los requerimientos de uso generados con las capacidades de gestión de los usuarios (iteración).

En consecuencia, el diseño de la distribución de agua constituye un proceso iterativo, proceso que por lo general no concluye en la “fase” de estudio del proyecto (periodo formal de diseño), sino que se prolonga hasta la fase de operación del “nuevo” sistema de riego.

1. ANTECEDENTES

En nuestro medio se percibe que en gran parte de los proyectos de riego, los técnicos diseñadores dirigen todos sus esfuerzos al diseño hidráulico y estructural de las obras hidráulicas y, en general, el diseño está basado en procedimientos convencionales (estándares) y sustentado en información agronómica, hidráulica y de ingeniería civil, definidos fundamentalmente por los técnicos. Los campesinos tan sólo se constituyen en informantes, pues se considera que no están “capacitados” para aportar al diseño.

Naturalmente, esto ha conducido a que muchos proyectos de riego ejecutados tropiecen con una serie de problemas que van desde la inversión en obras inútiles para los campesinos (regantes) hasta la total reformulación de planteamientos de diseño, con consecuentes incidencias en los recursos requeridos y conflictos entre técnicos y campesinos.

En este marco y con el propósito de contribuir a la búsqueda de planteamientos alternativos se realizó la presente investigación, enfocada al proceso de diseño de la distribución de agua en sistemas de riego bajo gestión campesina.

Los casos de estudio seleccionados para la investigación forman parte del gran conjunto de sistemas de riego existentes en Bolivia y que engloba más del 90% de los más de 5000 sistemas de riego inventariados en las regiones áridas y semiáridas del país (PRONAR, 2000).

Los sistemas de riego estudiados han sido denominados sistemas de microriego, y se caracterizan por:

- Irrigar superficies menores a 100 ha, con canales abiertos y aplicación de agua por gravedad.
- Aproximadamente un 70% del agua para riego proviene de ríos (sistemas no regulados).
- La totalidad de los sistemas de riego son gestionados por los propios usuarios (campesinos).
- La tenencia de tierra bajo riego en promedio varía entre: ½ ha/usuario (Potosí) y 1,8 ha/usuario. (Chuquisaca). El promedio a nivel nacional es de 1,3 ha/usuario.

- El riego constituye un elemento de seguridad para la producción y generalmente se complementa con las lluvias.
- La agricultura se desarrolla en un contexto diverso y muchas veces adverso.

En consecuencia, el documento no contempla el caso de sistemas de riego presurizados, que tendrán otras connotaciones a la hora de encarar su diseño.

Adicionalmente, la investigación no enfatiza en los criterios mecánicos o constructivos de infraestructura de riego, al contrario, se enfoca sobre aspectos de diseño ligados a la distribución de agua y su relación con los otros elementos del sistema de riego. También cabe señalar que los planteamientos propuestos han sido enriquecidos con otros casos, parte de las experiencias del investigador.

En la figura 1 se muestra la ubicación general de los casos de estudio. Asimismo, en el anexo 1 se resumen las características generales de los sistemas de riego estudiados.

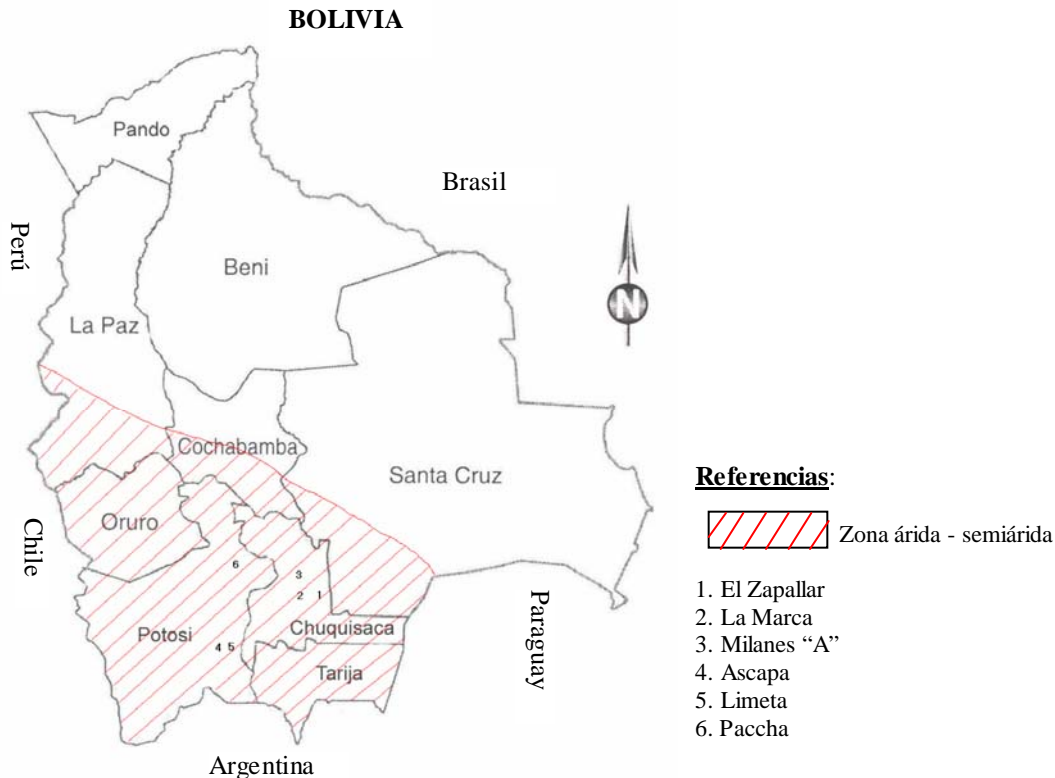


Figura 1. Ubicación general de los casos de estudio

2. APROXIMACIONES CONCEPTUALES

2.1. ¿CÓMO ENTENDER LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN UN SISTEMA DE RIEGO?

La distribución de agua en un sistema de riego es entendida como todas las actividades sociales que organizan los usuarios para el reparto de agua, así como el manejo requerido de la

infraestructura hidráulica del sistema de riego. Estas actividades requieren de un conjunto de normas, acuerdos y reglas que las regulen, sobre la base de los derechos al agua, y de una organización para su cumplimiento².

En consecuencia, la distribución de agua, en su concepción más general, implica:

- El reparto de agua.
- La operación requerida de la infraestructura hidráulica del sistema de riego.
- Normas y acuerdos para la distribución.
- Organización para la distribución.

Los tres últimos aspectos, en parte, son consecuencia de la modalidad (es) de reparto de agua practicada en el sistema de riego.

2.2. EL DISEÑO DE SISTEMAS DE RIEGO COMO UN PROCESO SOCIAL Y TÉCNICO

El diseño de sistemas de riego es un proceso social y técnico, basado en una discusión y negociación permanente sobre los cambios en el sistema de riego, en el cual los actores involucrados influyen en la toma de decisiones³.

El diseño de un sistema de riego implica el diseño de la futura gestión de agua y el diseño de la infraestructura hidráulica, orientados a crear condiciones favorables para la producción agrícola, tomando en cuenta sus interdependencias a través del análisis de requerimientos y delimitación de alternativas⁴:

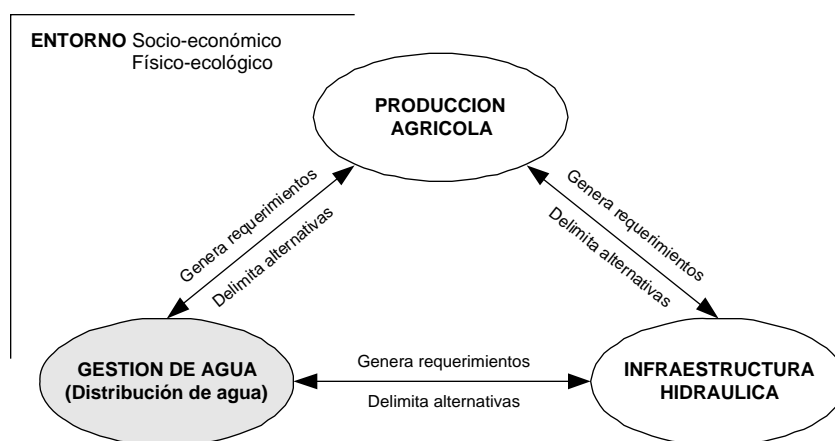


Figura 2. Diseño de sistemas de riego, adaptado de: Del Callejo; Durán; Gutiérrez, 2002

Los planteamientos de diseño se analizarán en forma continua, debido a la inter-relación existente entre los diferentes elementos o dimensiones del sistema de riego, considerando el contexto definido por el entorno.

² Adaptado de Gutiérrez; Gerbrandy. 1996.

³ Gutiérrez; Hoogendam. 1998.

⁴ DeL Callejo; Durán; Gutiérrez. 2002.

2.3. EL DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA COMO PARTE CENTRAL DEL DISEÑO DE LA GESTIÓN DE AGUA EN SISTEMAS DE RIEGO

La definición de la distribución de agua en un sistema de riego se enfoca a establecer un cierto equilibrio entre las demandas y la disponibilidad de agua, establecido en un marco de aceptación por parte de los usuarios del agua.

Por un lado, el diseño de la distribución de agua considera los usos actuales y futuros del agua para responder a sus requerimientos, especialmente relacionados a la actividad agrícola, pero sin dejar de lado otros posibles usos del agua. Asimismo, es imprescindible tener claridad sobre los derechos al agua. En consecuencia, es fundamental responder las siguientes preguntas:

- ¿A qué requerimientos de uso del agua debe responder la distribución?. Pregunta clave, que implica el conocer los usos del agua en el sistema de riego, tanto actuales como proyecciones futuras.
- ¿Entre quiénes se realizará la distribución del agua?. Pregunta que puede ser respondida tomando como eje de análisis los derechos al agua existentes y/o su proceso de creación. Además de ser un aspecto fundamental para establecer la base de la relación “derechos-obligaciones-sanciones”, sobre la cual se desarrollará el proceso de pre-inversión, ejecución y posterior operación del sistema de riego. También permitirá determinar el área de influencia del sistema de riego y su eventual relación (sobreposición) con otros sistemas de aprovechamiento de agua (riego, agua potable, etc.).

Por otro lado, el diseño de la distribución de agua parte de un análisis cuidadoso de la disponibilidad de agua, proyectada o producto de las medidas finalmente implementadas, tanto a nivel de sistema de riego como a nivel de unidades de riego y usuarios. Por ello es fundamental responder:

- ¿Qué aguas se distribuirán?. La respuesta a esta pregunta no se limita a identificar la principal fuente de agua del sistema y a estimar el incremento en la disponibilidad de agua, sino también implica conocer las características y el comportamiento hídrico de la misma.

Además, esta pregunta cobra especial relevancia cuando existe sobreposición con otros sistemas de aprovechamiento de agua, traducida en una interrelación entre sistemas. También puede ocurrir que, por la existencia de derechos previos sobre la fuente de agua e infraestructura existente, se tenga que clarificar si se requieren nuevos acuerdos o si los nuevos acuerdo para la distribución se establecen sobre la totalidad del volumen (caudal) esperado de agua o sobre volúmenes (caudales) incrementales.

Responder a la anterior pregunta también puede conducir a la identificación de fuentes de agua secundarias en el sistema, generalmente temporales, y cómo pueden ser integradas en los planteamientos de la distribución y del proyecto en general. Usualmente, el diseño de la distribución de agua sólo se centra en la fuente “principal” del sistema, con resultados desfavorables: generación de conflictos y/o limitación en el aprovechamiento de fuentes de agua secundarias debido a la falta de flexibilidad de la infraestructura proyectada.

Al fin:

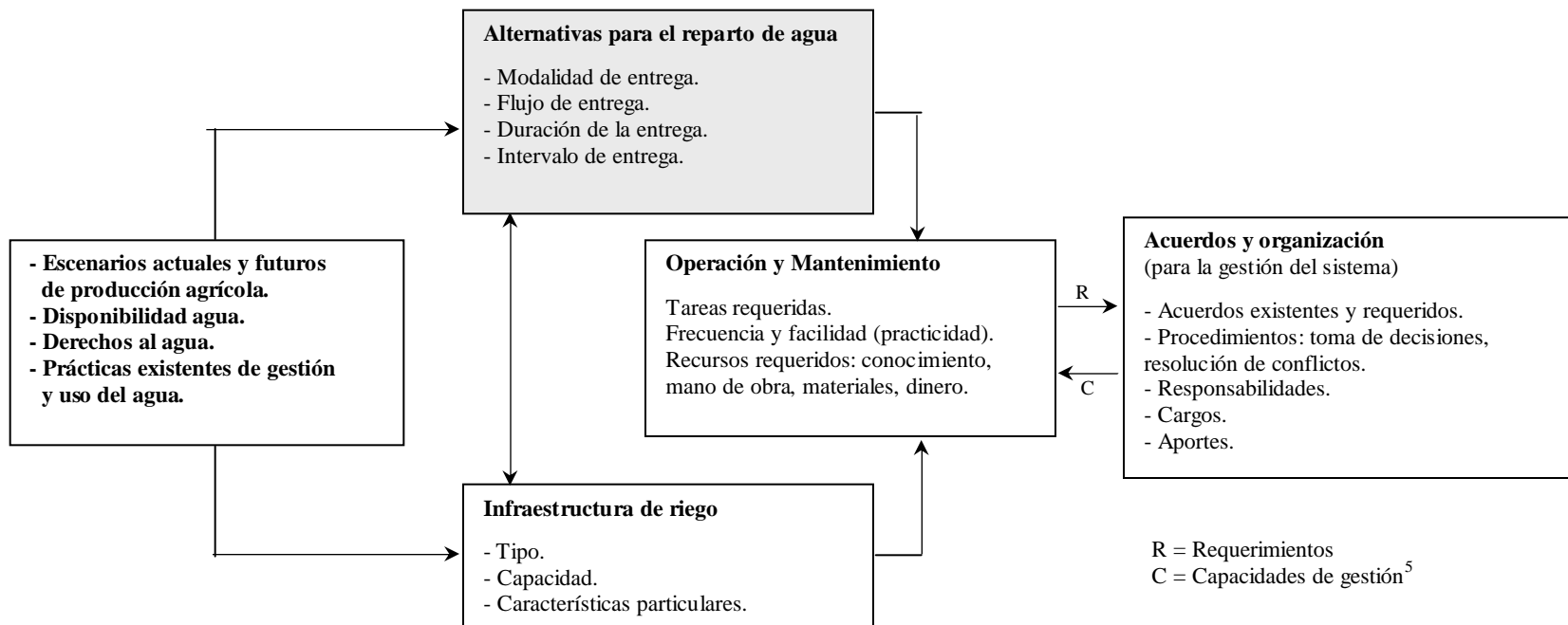
- ¿Cómo se realizará la distribución del agua?

De acuerdo con los aspectos anteriormente señalados, se analizarán las alternativas para el reparto de agua: modalidad, flujo, duración e intervalo de entrega de agua, que deberán responder a los requerimientos de uso de agua actuales y futuros (producción agrícola y eventualmente otros usos del agua), disponibilidad de agua, prácticas existentes de gestión y uso del agua y derechos al agua.

Los planteamientos iniciales de reparto de agua representarán requerimientos sobre la infraestructura hidráulica, la operación y el mantenimiento. Tareas que, a su vez, demandarán de un conjunto de normas y acuerdos que las regulen, sobre la base de una clara relación “derechos – obligaciones – sanciones”, y de una organización para su cumplimiento.

Finalmente, los planteamientos iniciales de diseño se analizan y evalúan continuamente en función de su viabilidad, esto implica contrastar los requerimientos de uso generados con las capacidades de gestión de los usuarios y las posibilidades físicas, económicas y ambientales para su implementación (iteración), ver figura a continuación.

Figura 3. Proceso de diseño de la distribución de agua: análisis de alternativas



⁵ Entendida como las posibilidades y limitaciones de los usuarios para hacerse cargo del "nuevo" sistema de riego y que requiere: organización, conocimientos y recursos (mano de obra, dinero y materiales).

3. PAUTAS PARA EL DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA

Para iniciar la discusión de alternativas de la distribución de agua, las demandas de los usuarios tendrán que estar claramente identificadas, además se tendrá un conocimiento detallado del sistema de riego a ser intervenido, pasos previos del diseño de sistemas de riego.

Asimismo, existen aspectos más específicos que definirán el marco dentro el cual se realizará propiamente el análisis de las alternativas de distribución de agua en el “nuevo” sistema de riego:

3.1. ASPECTOS PREVIOS A SER CONSIDERADOS PARA EL ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

- Requerimientos de uso del agua

La práctica de la distribución de agua responderá a los usos del agua relacionados a la actividad agrícola, así como a otros posibles usos del agua.

Las proyecciones sobre la demanda de agua se fundamentan en una serie de procedimientos que escapan al alcance de este documento. Sin embargo, es necesario tomar atención que al margen de considerar los requerimientos hídricos de los cultivos, no se tienen que dejar de lado otros usos del agua que pudiesen existir en el sistema de riego (consuntivos o no consuntivos), los cuales pueden influir sobre la distribución del agua y por ello deberían ser considerados en el proceso de diseño.

Una característica frecuentemente hallada en sistemas de riego bajo gestión campesina es el uso múltiple del agua. En muchos casos, el agua también es utilizada para usos distintos al riego: abastecimiento familiar, abrevado de ganado, lavado de productos agropecuarios, generación de energía (molinos hidráulicos, pequeñas hidroeléctricas), entre otros.

Los otros usos del agua pueden determinar características particulares en la práctica de distribución de agua o en la infraestructura hidráulica para atender estos requerimientos. Por ello, el diseño de la distribución de agua no sólo estará orientado a los requerimientos hídricos de los cultivos, sino a los múltiples usos del agua existentes en el sistema.

Los usos del agua también están relacionados a las características de la fuente de agua (calidad, cantidad y dinámica temporal) y las posibilidades físicas de aprovechamiento de la misma. Por esta razón es importante que el diseño de la distribución de agua no sólo se concentre en el periodo de máxima demanda de agua: estiaje, sino también a la temporada más húmeda: época de lluvias.

El obviar las prácticas locales de gestión y uso del agua puede crear limitaciones y/o conflictos en el “nuevo” sistema de riego.

Asimismo, el diseño de la distribución de agua partirá de los requerimientos de uso de agua a nivel parcelario (usuario final). La modalidad de distribución de agua practicada a diferentes

niveles de reparto en el sistema de riego es producto de los requerimientos de uso del agua a nivel parcelario: “La forma de distribución de agua en el sistema de riego tiene que satisfacer los requerimientos a nivel parcelario”⁶.

La práctica actual de diseño, si bien muestra que no existe estrictamente un diseño de la distribución, sólo especifica caudales de diseño y algunos supuestos generales sobre la distribución futura del agua en el sistema de riego, sin partir de un análisis de requerimientos a nivel parcelario. Esto se traduce en la construcción de infraestructura hidráulica que puede tener limitaciones funcionales, por ejemplo: en diferentes proyectos, las prácticas existentes de riego parcelario (tipos de riego y métodos de riego) fueron ignoradas en el diseño, el resultado fue que la infraestructura construida representó limitaciones para la realización del riego de lameo⁷: insuficiente capacidad y estructuras críticas (sifones sin debida protección).

- Disponibilidad de agua

También es evidente que el análisis de alternativas de distribución de agua se fundamenta en la disponibilidad de agua existente como resultado de las acciones realizadas con el proyecto.

La disponibilidad de agua permitirá analizar alternativas como: posibilidades de regulación, entrega de agua en monoflujo o multiflujo, flujo de entrega, intervalos y duración de la entrega.

Con relación a las proyecciones de la disponibilidad de agua, tanto actual como futura, se debe señalar que por lo general son inciertas debido a la escasa información hidrometeorológica existente (cobertura y confiabilidad), aspecto que dificulta el diseño de la distribución de agua en el periodo de pre-inversión.

- Derechos al agua

Los derechos al agua pueden considerarse como una de las bases fundamentales para el análisis de alternativas de la distribución de agua. Para ello se consideran dos niveles, el primero a nivel de cuenca, en caso de la existencia de otros sistemas de aprovechamiento de agua: derechos de terceros aguas arriba y aguas abajo, y el segundo a nivel del propio sistema de riego.

En el último caso, suele ocurrir que los derechos al agua sólo quedan claros después de la ejecución del proyecto. Esto sucederá en casos de que los derechos sean expresados en función de los aportes realizados para la construcción y/o mejora del sistema de riego.

Algunos aspectos clave a ser considerados son:

- Derechos de terceros, aguas arriba y aguas abajo (análisis a nivel de cuenca).
- Acuerdos sobre posibles ajustes a los derechos existentes debido a la ejecución del proyecto.

⁶ Ankum, 1993; Horst, 1998

⁷ Tipo de riego que aprovecha las crecidas súbitas en ríos, durante la época de verano (aguas turbias), y se caracteriza por la aplicación de caudales elevados.

- Acuerdos sobre la creación de nuevos derechos al agua.

La definición de los aspectos indicados permitirá establecer la base de la relación “derechos-obligaciones-sanciones” para la futura gestión del sistema de riego. Además de ayudar a determinar el área de influencia del sistema de riego y su eventual relación (sobreposición) con otros sistemas de aprovechamiento de agua (riego, agua potable, etc.).

- Principios locales de gestión de agua

Principios generalizados en los sistemas de riego bajo gestión campesina como: la equidad, transparencia, autonomía y flexibilidad son la base para las prácticas de distribución del agua, por esta razón deben ser los fundamentos para la formulación y análisis de alternativas de diseño. Es importante señalar que estos principios pueden expresarse de distintas maneras de acuerdo a las características de cada caso (sistema de riego/región).

Por ejemplo: aspectos ligados a la percepción local de **equidad**⁸, como: la rotación en la entrega de agua y la regulación de caudales, o relacionados a la **transparencia**⁹, como: entrega en monoflujo o división de caudales en mitades (bipartición), evitar la mezcla de agua de distintas fuentes o sistemas de riego y mecanismos de repartición de agua claros y accesibles para todos los usuarios, o relacionados a la **autonomía**, como: evitar la centralización para la toma de decisiones sobre la distribución de agua y pocos niveles jerárquicos, o finalmente relacionados a la **flexibilidad**¹⁰, como: interconexión de fuentes de agua e infraestructura para su aprovechamiento, múltiples usos del agua, acuerdos moldeables a las características dinámicas de la disponibilidad de agua y estrategias familiares de producción, serán determinantes a la hora de formular planteamientos de diseño de la distribución de agua.

3.2. ALCANCES DEL DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA

La experiencia muestra que en muchos proyectos de mejoramiento de sistemas de riego la práctica de distribución de agua no cambió, especialmente el reparto de agua. Recordemos que las prácticas locales de gestión y uso del agua se encuentran adaptadas a una serie de principios y condiciones locales, que posiblemente no serán modificadas por el proyecto.

Desde esta perspectiva es posible afirmar que el diseño no necesariamente implica cambios “trascendentales” en las prácticas existentes de distribución de agua, sino también sugiere la alternativa del “no cambio”.

Además, en otros casos se observa que a pesar de no haber existido planteamientos detallados sobre la futura distribución de agua (diseño), los usuarios no enfrentaron mayores problemas en la definición de la misma y tampoco requirieron de apoyo técnico. Algunos de estos casos pueden considerarse afortunados por no haber enfrentado conflictos y limitaciones

⁸ La expresión de equidad difiere por región, pues varían los parámetros para determinar si la distribución del agua es justa y quienes tienen derecho o no al agua. El contenido de la equidad depende de un contexto social que alude a lo que es considerado justo o legítimo por una sociedad particular. (Gerbrandy; Hoogendam, 1998).

⁹ Un sistema es “transparente” en tanto las normas y reglas de la distribución sean visibles para todos los usuarios, además de poder diferenciar cualquier modificación que se introduzca en el sistema. (Gandarillas, 1995).

¹⁰ Flexibilidad en el sistema: referido a las posibilidades de cada usuario a escoger el momento, la cantidad y el lugar de aplicación del agua y “Flexibilidad a nivel general” que se refiere a la capacidad del sistema a adecuarse a cambios en las condiciones sociales, climáticas y productivas. (Gerbrandy; Hoogendam, 1998).

relacionados a la gestión y uso del agua, en otros casos fue la participación protagónica de los usuarios en el diseño que evitó estos problemas¹¹.

Esto no significa que el diseño de la distribución de agua en proyectos de riego deba dejarse de lado. Es claro que en la etapa formal de diseño (pre-inversión) se requerirán definir algunos aspectos clave de la distribución, como la modalidad de entrega de agua, que tendrán implicancias directas sobre la infraestructura hidráulica requerida y sobre las condiciones para la gestión y el uso del agua en el sistema.

Por tanto, en algunos casos no será necesario definir mayores especificaciones para la distribución de agua en el sistema de riego, porque éstas serán definidas posteriormente por los usuarios sin requerir de apoyo externo, o simplemente no se producirán cambios. En otros casos será necesario especificar mayores detalles para la distribución, por ser considerados esenciales para la futura gestión del sistema de riego, y que eventualmente se tomarán como términos de referencia para el trabajo de acompañamiento¹².

Entonces, ¿En qué casos se considera que existen condiciones que insinúan “profundizar” o no en el diseño de la distribución de agua?. Al respecto, es importante remarcar que no es posible dar una recomendación concluyente sobre: cuándo o en qué situaciones es pertinente “profundizar” o no en el diseño de la distribución de agua, a medida que se avance en el proceso (pre-inversión) se tendrán mayores elementos para definir con precisión el alcance del mismo.

Algunas pautas que nos pueden ayudar a definir el alcance del diseño de la distribución de agua en sistemas de riego bajo gestión campesina se muestran en el siguiente cuadro:

¹¹ Sin embargo, es importante mencionar que los sistemas diseñados por los propios usuarios también pueden presentar algunos problemas que surgen durante la operación. Por esta razón, el diseño debe ser una tarea conjunta entre técnicos y usuarios.

¹² Apoyo técnico implementado paralelamente a la ejecución del proyecto de riego y posterior operación del sistema de riego, con el propósito principal de apoyar a los regantes en su relacionamiento con las entidades involucradas y en el proceso de definición de la gestión del “nuevo” sistema de riego.

Pautas de ayuda para definir alcance del diseño de la distribución de agua

Aspectos a considerar	Si	No
– ¿La disponibilidad de agua supera la demanda actual y potencial en el sistema?	✓	
– ¿La fuente de agua ofrece volúmenes adicionales importantes que serán aprovechados con el proyecto?		✓
– ¿La infraestructura prevista cambiará el régimen de regulación del sistema: de no regulado a regulado?. P.e.: Obras de almacenamiento, construcción de un estanque o presa donde antes sólo había obras de derivación.		✓
– ¿Existe sobreposición con otros sistemas de aprovechamiento de agua (riego)?		✓
– ¿La infraestructura prevista ofrece un incremento importante en el volumen y la garantía de suministro?. P.e.: En sistemas donde se realizaron mejoras sobre tomas y canales, sin que esto haya significado un incremento importante sobre la disponibilidad de agua, se observó que las prácticas de reparto de agua no fueron modificadas.		✓
– ¿Los usuarios tienen experiencia previa en riego?	✓	
– ¿Existen conflictos sobre tenencia de tierra y derechos al agua?		✓
– ¿Existen diferentes usuarios y/o usos sobre la fuente de agua?		✓
– ¿El sistema de riego beneficia a varias unidades autónomas de reparto?		✓
– ¿Los usuarios muestran buenas capacidades organizativas y de gestión en general ¹³ ?	✓	
– ¿Los derechos al agua se conciben como un derecho natural y no se definen en función a aportes realizados?	✓	
– ¿Los usuarios tienen la capacidad real para cumplir con sus aportes de contraparte?. No se requerirá apoyo adicional (otras familias, grupos)?	✓	
– ¿Se identifican grupos internos en disputa, conflictos potenciales?		✓
– ¿Existen intenciones locales para modificar la distribución existente de agua?		✓
– ¿Existen intenciones locales de modificar el escenario actual de producción?		✓
– El proyecto es sólo de riego?. No incluye acciones en el área de la producción.	✓	
– ¿Existen condiciones favorables para que se produzcan cambios productivos: condiciones de acceso, mercados, apoyo institucional, entre otros?		✓

(✓): Incide positivamente para tomar la decisión de “NO profundizar” en el diseño de la distribución de agua. Esto puede significar que no se requerirá realizar un acompañamiento a los usuarios en la “fase” de ejecución y operación del sistema.

Es importante mencionar que cada aspecto tiene peso por sí mismo. Por esta razón, la decisión para determinar el alcance del diseño de la distribución de agua será tomada en base al análisis y valoración de cada uno de los aspectos sugeridos.

3.3. ELEMENTOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA EL ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO

El análisis de alternativas de distribución de agua se enfocará sobre las posibles formas de realizar el reparto de agua en el sistema de riego, para ello se debe tomar atención en los siguientes elementos:

- a) Modalidad de entrega de agua
- b) Flujo (caudal) de entrega
- c) Intervalos de entrega
- d) Duración de entrega

a) Modalidad de entrega de agua

La definición de la modalidad de entrega de agua es el paso inicial para el análisis de alternativas de reparto de agua. Al respecto, existen cuatro posibles modalidades de entrega de agua:

¹³ Apollin y Eberhart plantean criterios para evaluar la organización de regantes, ver: Metodologías de análisis y diagnóstico de sistemas de riego campesinos. CAMAREN-CICDA/RURALTER. Quito, Ecuador. 1998.

- 1) Entrega de agua continua y en monoflujo (sin división de caudal): Por ejemplo, podría tratarse de un sistema pequeño de riego que se abastece de una vertiente con escaso caudal y que beneficia a una sola unidad de riego (unidad autónoma de reparto). También podría tratarse de un sistema de riego familiar.
- 2) Entrega de agua continua y en multiflujo (con división de caudal): Por ejemplo, un caso muy difundido es el reparto de aguas de una fuente con caudal elevado y permanente (ríos permanentes) entre varios sistemas de riego o unidades de riego. En estos casos es frecuente encontrar una forma de reparto proporcional que puede responder a la lógica de bipartición (mitades, mitad de mitades, etc) o según el área de servicio¹⁴.
- 3) Entrega de agua discontinua y en monoflujo: Esta modalidad de entrega es característica de muchos sistemas que cuentan con una obra de regulación: presa o estanques. También se presenta en el caso de sistema de riego con pozos.
- 4) Entrega de agua discontinua y en multiflujo: Este caso se presenta en sistemas de riego con obras de regulación, en los cuales riegan simultáneamente diferentes sistemas de riego con una fuente de agua común¹⁵, unidades de riego o usuarios.

En los sistemas de riego bajo gestión campesina se observa que la entrega en monoflujo (sin división de caudal) es más comúnmente practicada, combinándose con entrega en forma discontinua (rotacional) o continua. Sin embargo, durante la temporada húmeda (lluvias), debido a la mayor disponibilidad de agua, que usualmente supera las demandas, por lo general se establece un régimen de entrega continuo y en multiflujo.

Es importante remarcar que en un sistema de riego las diferentes formas de entrega del agua pueden variar de acuerdo a la dinámica en la disponibilidad de agua y presión sobre su uso a lo largo del año (dinámica temporal), y también puede variar con el nivel de reparto o entrega.

Con relación al nivel de entrega, en forma general se pueden establecer los siguientes:

- Nivel sistema de riego: en muchos casos este nivel no es analizado para evaluar alternativas de distribución debido a que se establece la modalidad del “derecho secuencial de captación”¹⁶. Sin embargo, en otros casos existirán acuerdos para la distribución de agua de una fuente común o la necesidad de establecerlos para su aprovechamiento compartido (derechos de terceros aguas arriba y abajo).

A este nivel es posible encontrar las siguientes formas de entrega: 1 y 3, en caso de que la fuente(s) de agua sea aprovechada por un solo sistema de riego. Las formas 2 y 4 en casos de sistemas que comparten una o varias fuentes de agua.

¹⁴ Este caso es muy poco frecuente en Bolivia. Se reportó esta forma de entrega en el sistema de riego “Espinal”, Pasorapa-Cochabamba (Vallejos, 2002 inédito).

¹⁵ Podrían ser considerados como subsistemas de un sistema de riego mayor.

¹⁶ Las tomas aguas abajo (sistemas de aprovechamiento de agua) podrán hacer uso de las aguas siempre que existan excedentes que no sean captados en tomas aguas arriba.

- Nivel unidades de riego: Las unidades de riego comúnmente son: comunidades, sectores de comunidades o grupos de usuarios de un área determinada¹⁷. Al respecto, una de las características de las prácticas de gestión campesina de agua es que si bien el agua se asigna a una determinada unidad de riego, el usuario tiene cierta libertad para decidir el lugar de aplicación del riego, que eventualmente podrá ser en otra unidad de riego (flexibilidad en la práctica de la distribución). A este nivel es posible encontrar todas las formas de entrega: 1, 2, 3 y 4.
- Nivel usuario: A este nivel, en todos los casos observados, sin excepción, la entrega es realizada de dos formas posibles: 3 y 4. La entrega de agua en forma discontinua (rotacional) y en monoflujo es la más frecuente. No se presentan casos de entrega en forma continua, fundamentalmente por las características de la propiedad: minifundio y por el tipo de cultivos que no requieren de un abastecimiento continuo.

Finalmente, está claro que debe existir una relación entre las modalidades de entrega de agua en los distintos niveles. Por ejemplo: una forma de entrega continua a un nivel superior (sistema de riego) puede dar lugar a ambas formas de entrega (continua o discontinua) en niveles inferiores, excepto a nivel usuario (sólo discontinua). Sin embargo, una forma de entrega discontinua en niveles superiores sólo posibilitará una forma de entrega igual en niveles inferiores.

De la misma manera, si la entrega prevista en un nivel superior ha sido en multiflujo, no será posible pensar en una entrega en monoflujo para los niveles inferiores, debido a la limitación en la capacidad de la infraestructura prevista para la entrega de agua. Sin embargo, una entrega en monoflujo a un nivel superior posibilitará ambas formas (monoflujo o multiflujo) en niveles de reparto inferiores (mayor flexibilidad en el reparto).

Otro aspecto relacionado al análisis de alternativas de entrega de agua es la secuencia de la entrega de agua en el sistema de riego, tanto a nivel de unidades de riego como a nivel de usuarios.

La secuencia en la entrega de agua puede ser:

- Fija: La entrega de agua siempre es realizada en un orden preestablecido. Por ejemplo: la entrega del agua en la unidad de riego siempre comienza de la cabecera y termina en hacia el pie o al contrario. También puede existir un orden fijo de entrega entre unidades de riego. De la misma manera, la entrega puede realizarse sólo de día o sólo de noche.
- Rotativa: La entrega de agua es realizada en un orden preestablecido pero este cambia en cada ciclo de entrega. Este es un caso característico en muchos sistemas de riego, la rotación responde al criterio de distribuir equitativamente las ventajas y desventajas en el reparto del agua que significan comenzar o terminar el riego, o regar sólo en el día o sólo en la noche.

Ambas tienen la ventaja de la rutina, que con el tiempo facilita la realización de las tareas requeridas para la distribución del agua. Estas modalidades se observan con mayor frecuencia en sistemas de riego donde el derecho al agua está ligado con la persona.

¹⁷ Según las diferentes regiones o sistemas de riego pueden recibir distintas denominaciones.

- Variable: No existe una secuencia preestablecida para la entrega de agua, ésta se establece en cada ciclo de entrega. En algunos casos el ciclo de entrega puede ser de un día, para ello los usuarios que necesitan regar se reúnen a diario con la autoridad de agua (juez de agua por lo general) para definir la secuencia de entrega. En sistemas de riego con alta disponibilidad de agua, el riego es realizado prácticamente en forma libre (a demanda). Esta modalidad se observa con mayor frecuencia en casos en que los derechos al agua están ligados al cultivo.

La forma de entrega en monoflujo se adecua a las tres secuencias de entrega señaladas. A su vez, la entrega de agua en multiflujo puede presentar limitaciones cuando la secuencia de entrega es variable (ver también concepción del derecho al agua), Sin embargo, en caso de una alta disponibilidad de agua no existirán mayores problemas.

Finalmente se tendrán presentes los siguientes principios para la consideración de alternativas de entrega de agua:

- Pueden existir distintas modalidades de entrega en el sistema de riego, de acuerdo con el nivel de reparto y la dinámica de la disponibilidad de agua.
- Las posibles modalidades de entrega de agua deben guardar relación entre los distintos niveles de reparto.
- La entrega de agua tiene una fuerte relación con la fuente de agua (caudales disponibles, variaciones temporales) y sus posibilidades de regulación.
- Las formas de entrega de agua a niveles superiores (sistema de riego y unidades de riego) son resultado de los requerimientos de entrega en niveles inferiores (unidades de riego y usuarios).
- La entrega de agua en monoflujo otorga mayor flexibilidad, transparencia y autonomía al reparto, por esta razón es la más comúnmente practicada en sistemas de riego bajo gestión campesina.
- La entrega en monoflujo presenta menos requerimientos sobre la organización y acuerdos, sobre la infraestructura requerida para el reparto (estructuras de división de caudal, medición y/o regulación) y las tareas para su operación. No así sobre la capacidad de la infraestructura (principal y laterales), que deberá ser mayor, al igual que su mantenimiento, comparados con la infraestructura requerida para multiflujo.
- La modalidad de entrega de agua debe evitar en lo posible la mezcla de aguas y si esto no es posible se deben considerar estructuras de reparto y medición de caudales para facilitar la tarea de reparto entre los usuarios y prevenir conflictos por esta razón.
- La modalidad de entrega en multiflujo puede presentar limitaciones cuando la secuencia de entrega de agua es variable (sin orden preestablecido).

No olvidar que el análisis será realizado para diferentes épocas de disponibilidad de agua en el año y para diferentes niveles de reparto. Asimismo, este análisis conducirá a la identificación más precisa de los requerimientos generados por las opciones consideradas, sobre la infraestructura, operación, organización, acuerdos y riego parcelario.

b) Flujo de entrega (caudal)

En primera instancia, el flujo de entrega estará limitado a las características de la fuente de agua: cantidad, variación temporal y calidad.

En segundo lugar, es importante destacar que en gran parte de los sistemas de riego bajo gestión campesina, el flujo (caudal) de entrega no se cuantifica. Esta práctica responde principalmente a los bajos requerimientos que significa sobre la infraestructura, operación, reparto, acuerdos y organización, comparados con los requerimientos que surgirían con una entrega de caudal cuantificado.

No obstante, existen algunos sistemas de riego donde el caudal es cuantificado, pero con la finalidad de permitir una entrega y reparto equitativo entre grupos de usuarios (unidades de reparto), el cual generalmente responde al principio de la "bipartición": mitades, mitades de mitades, etc. A nivel de usuarios, si existe división del flujo, ésta se realiza al tanteo y a satisfacción de las partes.

Al respecto, la práctica de bipartición no necesariamente significa que el flujo se divida en dos partes estrictamente iguales, debido a la dinámica en los requerimientos de agua puede existir cierta flexibilidad, que se traducirá en una división en partes desiguales, sin que esto represente conflicto entre partes. Por esta razón es necesario evaluar cuidadosamente la alternativa de empleo de estructuras fijas de reparto, por ejemplo repartidores proporcionales, o de estructuras regulables, por ejemplo compuertas, que permitan una división flexible del flujo.

En resumen: se recomienda que la entrega bajo el criterio de un caudal preestablecido (flujo de entrega) no es conveniente. La estimación del flujo de entrega mas bien está orientada a determinar la capacidad de la infraestructura hidráulica requerida para no limitar las prácticas de gestión y uso del agua en el sistema de riego.

c) Duración de la entrega de agua (tiempo)

Para el análisis de alternativas para determinar la duración de la entrega de agua, nuevamente es importante considerar las diferentes épocas de disponibilidad de agua y los niveles de reparto existentes en el sistema de riego.

Con relación a la disponibilidad de agua se puede afirmar que en la temporada de mayor disponibilidad de agua no se requiere definir la duración de la entrega, ésta será variable y se ajustará a las demandas de los usuarios (riego a demanda). Lo mismo ocurrirá en sistemas de riego con una disponibilidad de agua que supere las demandas. Sucederá lo contrario en caso de la temporada de escasez de agua.

Por ejemplo, en algunos sistemas de riego, durante la temporada de mayor disponibilidad de agua (época de lluvias) los usuarios hacen uso del agua a demanda, sin ninguna restricción. A medida que la disponibilidad de agua disminuye, en el periodo considerado de transición, la duración de la entrega es más controlada, los usuarios riegan hasta terminar sus parcelas. Ya durante la temporada de mayor escasez de agua la duración de la entrega de agua es estrictamente controlada: reloj en mano, de acuerdo con los derechos al agua de cada usuario,

inclusive se realizan descuentos y compensaciones por colas y tiempos de recorrido (mojado de canales).

Por su parte, a nivel de unidades de reparto, la duración de la entrega siempre tendrá una duración definida, la cual podrá variar entre ciclos de entrega. En una mayoría de sistemas de riego se observa que la duración de la entrega de agua a nivel de la unidad de reparto está claramente definida y no presenta variaciones. En otros sistemas de riego es posible encontrar que la duración de la entrega de agua puede variar de un ciclo de entrega a otro¹⁸.

Al respecto, es importante tomar atención en las posibles alternativas en la duración de la entrega de agua, para facilitar el acceso al agua a través de diferentes estrategias desarrolladas por los usuarios, de esta manera el reparto de agua adquirirá mayor flexibilidad.

Asimismo, a nivel de usuarios se pueden diferenciar claramente dos situaciones:

Duración de la entrega con un tiempo fijo pre-definido: Este es el caso de sistemas de riego donde el derecho al agua está expresado en un tiempo pre-establecido, el cual limita la duración de la entrega de agua al usuario, por ejemplo: sistemas de mit'a, presas, estanques y pozos comunales.

Duración de la entrega con un tiempo variable: Este es el caso de sistemas de riego donde el derecho al agua está expresado como el derecho a “terminar de regar” la parcela cultivada o una superficie pre-establecida, por esta razón la entrega de agua no tiene un tiempo definido a nivel del usuario, podrá variar según el tipo de riego, suelo, humedad existente en el suelo, estado de desarrollo del cultivo y superficie cultivada principalmente.

En casos donde el riego se realiza prácticamente a demanda por la alta disponibilidad de agua no existirá ningún control sobre la superficie cultivada por usuario. Sin embargo, en sistemas con escasez de agua ocurre lo contrario, los usuarios determinan cada campaña agrícola cuál será la máxima superficie a ser cultivada por usuario, de forma que el agua disponible pueda “abastecer” la demanda.

La duración de entrega a este nivel será la base para determinar la duración de la entrega a niveles superiores de reparto. Además, la duración de la entrega de agua a diferentes niveles de reparto, adquirirá cierta flexibilidad en función de la disponibilidad de agua, la concepción del derecho al agua y los requerimientos de agua (producción agrícola principalmente).

La pregunta que ahora puede surgir es: ¿Cómo determinar la duración de la entrega de agua?.

Al respecto, en caso de proyectos de mejoramiento, los usuarios tienen la experiencia suficiente para estimar la duración de la entrega, en función de:

- Disponibilidad de agua
- Caudales normales manejados

¹⁸ Esta situación no fue observada en los casos de estudio. Sin embargo, en sistemas con presa es posible observar diferencias en la duración de la entrega de agua a nivel de unidades de reparto, de un ciclo de entrega a otro. Esto se debe a una serie de acuerdos entre usuarios que responden a sus estrategias de producción y que obligan a realizar ajustes en los tiempos de asignación a nivel de unidades de reparto en su conjunto.

- Prácticas de riego parcelario (tipos y métodos de riego)
- Cultivos regados (requerimientos)
- Superficie mínima esperada a ser regada
- Tiempos de recorrido (mojado de canales) y colas de agua, entre otros.

Por esta razón es conveniente tomar como referencia base, para la propuesta de duración de la entrega de agua, los planteamientos formulados por los usuarios. No obstante, una referencia para estimar la duración de la entrega de agua, de acuerdo a la superficie por usuarios que se espera regar, es el caudal ficticio continuo, que en la mayor parte de los casos varían entre 0,3 a 0,5 l/s/ha, que refleja la lámina media de riego aplicada por riego en condiciones locales.

Como podrá intuirse, la duración de la entrega a nivel de usuarios y unidades de reparto definirán el intervalo de entrega.

d) Intervalo de entrega

Antes que nada es necesario diferenciar intervalo de entrega de agua y frecuencia de riego. El intervalo de entrega está referido a la periodicidad con que el usuario recibe el agua para regar. En cambio, la frecuencia de riego está referida a la periodicidad con que el cultivo (parcela) recibe el riego, que no necesariamente es igual al intervalo de entrega.

El análisis del intervalo de entrega de agua estará fundamentado en las frecuencias de riego requeridas por los cultivos establecidos o previstos en el sistema de riego.

El intervalo de entrega de agua es un elemento clave de la distribución de agua y responde directamente a los requerimientos de uso de agua en el sistema de riego, principalmente de la agricultura.

En muchos casos se menciona que el intervalo de entrega está definido por los derechos al agua y por tanto puede existir un cierto condicionamiento sobre la producción agrícola (requerimientos). Esto sucede especialmente en sistemas de riego antiguos, donde los acuerdos que en su momento definieron un determinado intervalo de entrega respondían a condiciones particulares de la producción, que actualmente han cambiado considerablemente, sin embargo estos acuerdos perduran expresados en los derechos de agua.

Desde nuestra percepción creemos que es importante considerar que la intervención sobre sistemas de riego existentes representa la oportunidad para un eventual ajuste de los acuerdos establecidos para la distribución de agua, en caso de ser requerida, y que podrá reflejarse en cambios a nivel de derechos al agua.

En principio para evaluar el intervalo de entrega se considerará que no necesariamente se requiere definir un intervalo fijo, existen casos en que éstos son variables. Por ejemplo: en sistemas regulados (presas) no se suelen tener fechas pre-establecidas para realizar la apertura y riego con las aguas del embalse, en estos casos el intervalo de entrega es variable y se adecuará a los requerimientos de los usuarios en la campaña agrícola en cuestión.

Al igual que los elementos de la distribución mencionados previamente, el intervalo de entrega será analizado según niveles de reparto: unidades de reparto y usuarios.

Intervalo de entrega a nivel de unidad de reparto

El intervalo de entrega de agua a este nivel responde a los requerimientos de entrega a nivel de usuarios. Al respecto, es importante considerar que el intervalo de entrega a este nivel es menos flexible que a nivel de usuarios, porque debido a las estrategias de acceso al agua desarrolladas por los usuarios, al interior de la unidad de reparto, el intervalo de entrega muchas veces cobra un sentido nominal.

Al respecto, es importante evaluar cuidadosamente el intervalo de entrega a nivel de unidad de reparto, de forma que el reparto de agua sea flexible para adecuarse a los requerimientos de los usuarios y cambios en las condiciones climáticas, socioeconómicas y productivas.

Por ejemplo:

Sistema Paccha

El sistema está organizado para el reparto de agua en tres secciones de riego, cada sección recibe el agua durante 2 días y noches (48 horas). Sin embargo, durante este tiempo sólo alrededor de la mitad de los usuarios puede regar (según derechos al agua), el resto debe esperar la siguiente entrega (6 días). En consecuencia, una alternativa podía haber sido que la duración de entrega por sección sea de 4 días, para que todos los usuarios de una sección puedan regar en un ciclo de entrega y recién pasar a la siguiente.

La opción anterior fue desestimada por los usuarios, debido a que significaba un mayor intervalo de entrega a nivel de sección: 12 días, a diferencia de la opción aceptada y practicada, que representa un intervalo de entrega de agua a nivel de sección de 6 días. Si bien los usuarios reciben el agua nominalmente cada 12 días en ambos casos, la diferencia estriba en que en el último caso, intervalo de 6 días, el agua se halla físicamente en la sección cada 6 días, aspecto que facilita el acceso al agua a través de diferentes estrategias de acceso desarrolladas por los usuarios para satisfacer sus requerimientos: el reparto de agua adquiere mayor flexibilidad.

Intervalo de entrega a nivel de usuario

En general, el intervalo de entrega a nivel de usuarios será establecido en base a los requerimientos hídricos de los cultivos principalmente (frecuencias de riego). En sistemas de riego donde existan otros usos del agua, por ejemplo agua para consumo humano o animal, será necesario considerarlas para el análisis del intervalo de riego, o en su defecto garantizar un flujo base de suministro durante el tiempo que demore la rotación.

Como se indicó anteriormente, otra de las bases para definir el intervalo de entrega serán los derechos al agua existentes, los cuales expresan los detalles del reparto de agua: flujo, duración e intervalo de entrega de agua (caso de mejoramiento de sistemas de riego).

También es posible que a este nivel de reparto, el intervalo de entrega de agua resulte ser nominal debido a que los usuarios, en la mayor parte de los casos, desarrollan una serie de estrategias de acceso al agua que responden a estrategias familiares de producción, como:

- Arriendo de terrenos
- Préstamos de agua

- Trabajos al partido (compañía)
- Retribución por servicio comunitario (por ejemplo: desempeño de cargos)
- Relaciones de parentesco
- Robo
- Compra-Venta de turnos (no observada en los casos de estudio)

Para que sea posible el desarrollo de diferentes estrategias de acceso al agua por parte de los usuarios, es importante considerar el intervalo de entrega de agua a nivel de unidad de reparto, además de la modalidad de entrega.

En síntesis, para el análisis del intervalo de entrega de agua se recomienda prestar atención a los siguientes aspectos:

- Requerimientos de uso del agua: producción agrícola y otros usos.
- Modalidad, flujo y duración de la entrega de agua propuestos.
- Acuerdos para la distribución y derechos al agua existentes.
- Formas de acceso al agua.

Finalmente, es importante tener en cuenta la mayoría de los sistemas de riego se caracterizan por tener una producción diversa, por esta razón el intervalo de riego será proyectado considerando esta característica. Para ello, se recomienda que el intervalo de riego satisfaga los requerimientos hídricos de los distintos grupos de cultivos (principio de múltiplos), sobre la base del intervalo previsto para el grupo de cultivos con mayores exigencias hídricas.

Por ejemplo:

Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
Cebolla, Zanahoria	i *	Papa, Haba	2i	Maíz, Cebada	3i
Frecuencia de riego: 6 - 8 días	6 d.	Frecuencia de riego: 10 - 12 días	12 d.	Frecuencia de riego: 18 - 21 días	18 d.

* Intervalo de entrega

3.4. REQUERIMIENTOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA

Para el análisis de los requerimientos de la distribución de agua se recomienda seguir el siguiente principio: de acuerdo con las alternativas consideradas para el reparto de agua: modalidad, flujo, duración e intervalo de entrega, se analizan sus requerimientos sobre:

- La infraestructura de riego
- La operación y el mantenimiento
- Los acuerdos y la organización para la gestión del sistema de riego.

Al respecto, es importante indicar que para el análisis de requerimientos también considera la interrelación existente entre los elementos indicados. Asimismo, esta tarea será realizada en forma iterativa: los resultados obtenidos tienen que ser contrastados con las capacidades de gestión de los usuarios, las condiciones del entorno y las posibilidades físicas, económicas y ambientales para su implementación.

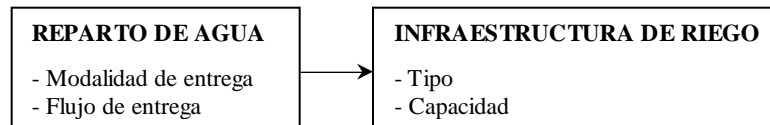
A continuación, el análisis propuesto se desarrolla con ayuda de algunas ideas clave y ejemplos para ilustrarlas, no se realiza un análisis exhaustivo principalmente por las características particulares que pueden presentarse en cada caso (proyecto de riego).

a) Requerimientos sobre la infraestructura de riego

Cabe remarcar que la infraestructura de riego responderá a numerosos requerimientos, como por ejemplo:

- Derechos al agua y tierra: ubicación, trazo y cobertura de la red de infraestructura.
- Características de la fuente de agua: cantidad y calidad y sus variaciones temporales.
- Características del área bajo riego: fisiografía, topografía, suelos, geología, etc.
- Estructura de la propiedad: tamaño y grado de dispersión.
- Operación y mantenimiento.

En el presente acápite se aborda solamente la relación existente entre el reparto de agua y la infraestructura de riego. Al respecto, esencialmente es la modalidad y el flujo (caudal) de entrega que determinan requerimientos sobre la infraestructura de riego.



Por ejemplo:

Entrega de agua en multiflujo: La infraestructura de permitir la división del flujo, según los niveles de reparto previstos, para ello es necesario considerar la construcción de repartidores y/o aforadores, esto para evitar conflictos y tener una mayor transparencia y equidad en el reparto de agua ante los ojos de los usuarios.

Aún más, si se realizará división de flujo, ¿Se elegirá un tipo de infraestructura fija o regulable?. Una estructura fija generará menores requerimientos para su operación y mantenimiento, pero puede resultar menos flexible a la hora del reparto de agua.

Del otro lado, si se elige una estructura regulable, la obra deberá estar concebida para realizar la división del flujo en forma transparente, además, se requerirá de cierto control sobre estas estructuras para evitar el manipuleo no autorizado, aspecto que generará más requerimientos sobre acuerdos y la organización o responsables del reparto de agua.

Asimismo, la decisión de entrega en multiflujo tendrá implicancias directas sobre la capacidad requerida de la infraestructura, de acuerdo a los niveles de reparto existentes o previstos. También se deberá considerar que la movilidad de agua sea reducida en el sistema y/o unidades de reparto o bien controlada antes de cada ciclo de entrega, aspecto que a su vez generará requerimientos sobre acuerdos y la organización para el reparto.

La magnitud del flujo de entrega de agua (caudal), al margen de determinar la capacidad requerida en la infraestructura, puede determinar el requerimiento de cierto tipo de

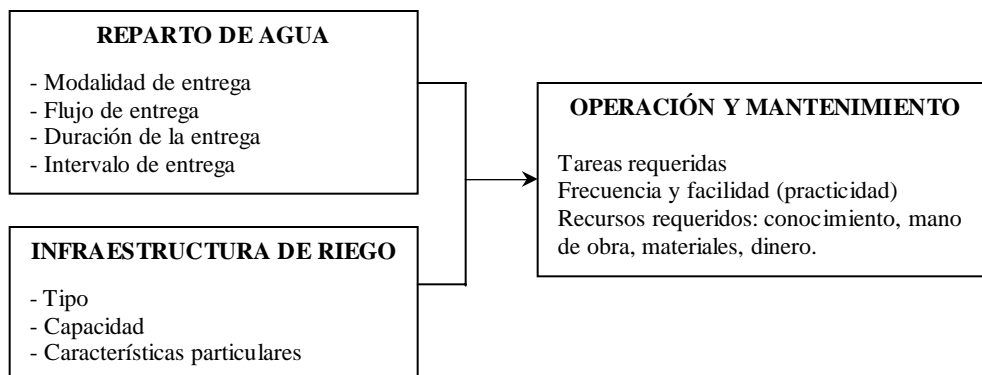
infraestructura, especialmente para su manejo y regulación, que posibiliten su derivación a las áreas de riego, por ejemplo compuertas. También se considerará infraestructura de protección.

En el caso de que la entrega se realice en monoflujo, no se requerirá infraestructura para la división ni medición del flujo, tan solo estructuras para facilitar su manejo. Sin embargo, esta modalidad de entrega de agua generará mayores requerimientos sobre la capacidad de la infraestructura, la cual tendrán que ser cuidadosamente analizada para no generar alguna limitación en la gestión y uso del agua en el sistema de riego.

Una vez que se tienen propuestas sobre las características generales de la infraestructura de riego requerida, de acuerdo a las alternativas de reparto de agua, se podrá pensar en las características más específicas que ésta tendrá, las cuales estarán más relacionadas a los requerimientos de operación y mantenimiento, al margen de sus características hidráulicas y estructurales.

b) Requerimientos sobre la operación y el mantenimiento

La operación y el mantenimiento de la infraestructura en el sistema de riego responden, en primera instancia, a los requerimientos del conjunto reparto de agua – infraestructura.



En general, el reparto de agua bajo la modalidad de entrega discontinua y en multiflujo e infraestructura que regula la fuente(s) de agua del sistema de riego (presas, atajados y estanques) generarán mayores requerimientos sobre la operación y mantenimiento.

Por el contrario, el reparto basado en una entrega continua y monoflujo, sin estructuras de regulación de la fuente de agua, requiere menos tareas para su operación, no se acostumbra regularlas con frecuencia, excepto cuando existen crecidas súbitas en el río que obligan al cierre de la toma para evitar daños en la infraestructura y en el área de riego. Esto no sucede con las tomas rústicas, pues están diseñadas para fallar de forma que los posibles daños sean aminorados, pero esto implica que las tareas de mantenimiento (re-construcción) se incrementen¹⁹.

En algunos sistemas de riego, los usuarios optan por estructuras fijas para el control del flujo en el sistema para reducir las tareas de operación. Asimismo, algunas obras no requieren ser operadas, pero demandan la adecuada operación de otras.

¹⁹ Esta característica también fue observada por investigadores de riego en otras regiones y países.

En consecuencia, es importante identificar las obras consideradas críticas: las que podrían generar mayores requerimientos de uso. Para ello es conveniente tomar atención en los siguientes aspectos:

- Conocimientos necesarios.
- Mano de obra.
- Posibilidad de que la tarea sea realizada por todos los usuarios (hombres y mujeres).
- Tiempo necesario.
- Equipos o herramientas necesarias.
- Accesibilidad.
- Frecuencia requerida.
- Claridad en su funcionamiento (sencillez).
- Practicidad (operabilidad).

A su vez, la operación en sistemas de riego bajo gestión campesina se caracteriza por los siguientes principios:

- **Sencillez.** En lo posible, la operación de la infraestructura debe requerir tareas simples, comprensibles para todos los usuarios y que puedan ser realizadas por hombres y mujeres (análisis de género).
- Las tareas de operación no deben requerir personal calificado y por lo general, sólo una persona debe ser capaz de operar el sistema. Este aspecto está relacionado a la complejidad del reparto de agua en el sistema de riego, que podría demandar más personal.
- La operación no debe ser frecuente ni demandar tiempos prolongados, especialmente la tarea de regulación. Es preferible pensar en obras fijas, no regulables, en caso de obras con problemas de accesibilidad.
- Las estructuras regulables demandan mayores requerimientos sobre las tareas de operación, por ello deben ser cuidadosamente evaluadas sus implicancias en el diseño de la infraestructura hidráulica.
- Se debe prestar atención sobre la funcionalidad de la obra para su operación, de lo contrario se puede comprometer su integridad futura o incrementar los requerimientos para su mantenimiento.
- Evaluar las implicancias sobre las tareas de operación y mantenimiento al considerar la posibilidad de diseñar una obra permanente sobre una temporal.

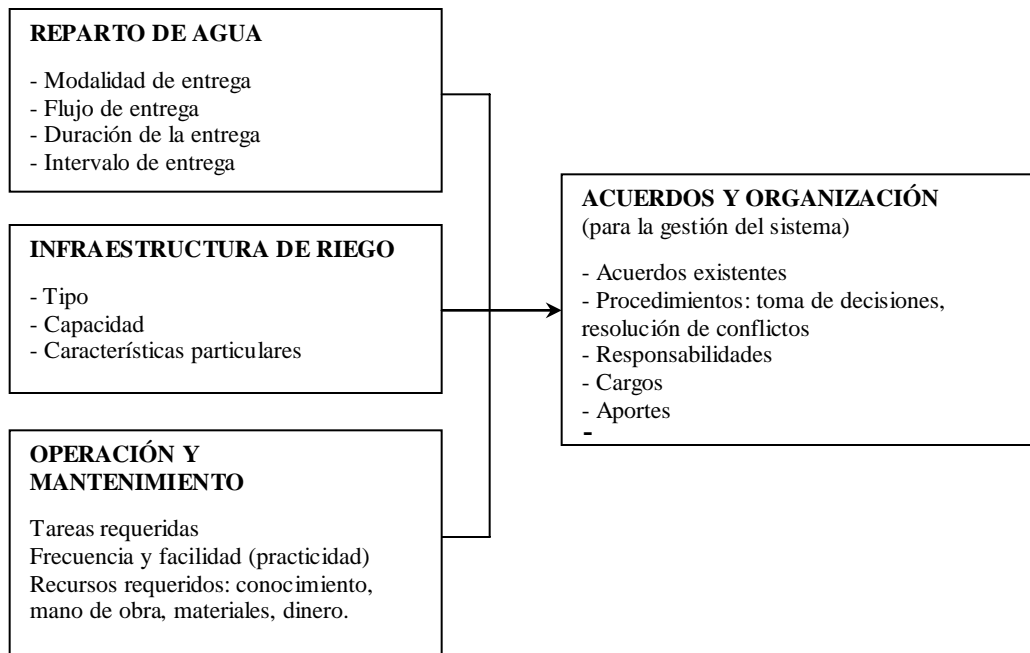
Finalmente, la operación está estrechamente relacionada al mantenimiento de la obra: Una obra bien mantenida facilitará su operación, del otro lado, una obra funcional será regularmente mantenida.

La facilidad de manejo de la infraestructura para cumplir con su función (operabilidad), es un aspecto importante entre la relación operación - mantenimiento. En algunos casos, se observa el deterioro de obras por dificultades en el manejo, incrementando sus requerimientos de mantenimiento.

En consecuencia, es fundamental analizar la relación entre los requerimientos de operación de la obra y su mantenimiento, para la elección de un tipo de infraestructura.

c) Organización y acuerdos para la distribución

Los planteamientos iniciales sobre: el reparto de agua, la infraestructura de riego, la operación y el mantenimiento generarán requerimientos sobre los acuerdos y la organización existente para la distribución de agua, en particular, y para la gestión del sistema de riego en general.



En este punto comienza el “retorno” del proceso de diseño de la distribución de agua (iteración), pues los requerimientos generados sobre los acuerdos y la organización existente serán finalmente contrastados con las capacidades de gestión de los usuarios. En este sentido, el análisis básicamente se centra sobre las nuevas responsabilidades que recaerán sobre los usuarios, al respecto Ostrom y Benjamín (1991) señalan que deberá existir una “equivalencia proporcional entre costos y beneficios”, la cual contribuirá a la sostenibilidad del sistema de riego en su conjunto.

Por lo general son los mismos usuarios, que en la medida de sus posibilidades, ejecutan todas las tareas de gestión del sistema, por esta razón es muy importante que los requerimientos generados no sobrepasen las capacidades de los usuarios.

Específicamente, los requerimientos generados pueden implicar nuevas responsabilidades sobre la organización existente y los usuarios, las cuales serán discutidas y definidas en el seno de las organizaciones locales existentes. A su vez, las posibles modificaciones en la organización, como estructura de cargos o tareas asignadas a los cargos existentes, será realizadas a través de los mecanismos internos propios de las organizaciones locales.

En general, por la usual sencillez de las tareas de operación, la definición de responsabilidades no significa una actividad compleja, que signifique cambios en la estructura organizativa existente como podría suceder con los requerimientos surgidos del reparto de agua. En consecuencia, las tareas para la operación generalmente serán responsabilidad adicional de las autoridades asignadas para el reparto del agua o de los propios usuarios.

Al respecto, se debe definir quién o quiénes son las autoridades o personas/usuarios autorizados para realizar el reparto y la operación de la infraestructura. Esto puede variar según el nivel de reparto en el sistema de riego. Cuando no existe claridad en la relación derechos-obligaciones-sanciones, los usuarios enfrentarán problemas para organizar y ejecutar las tareas necesarias para el reparto, la operación y el mantenimiento de obras.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Ankum, P.
1993. Operation specifications of irrigation main systems. Fifteenth congress The Hague. International Commission on Irrigation and Drainage. 119 --130 p. Q.44, R.11
- Apollin, F.; Christophe, E.
1998 Metodologías de análisis y diagnóstico de sistemas de riego campesino. Riego.andino. Ed CAMAREN. Quito, Ecuador. 104 p.
- Apollin, F; Murillo, R et al.
1996. Rehabilitación del riego campesino particular y participación de los usuarios; tres años del proyecto – RIEGUS “Rehabilitación de los sistemas de riego de Urcuquí y San Blas. CICDA. Quito, Ecuador. 162 p.
- Bleumink, H.; Sijbrandij, P
1990 De monoflujo a multiflujo: organización de riego en el Valle Alto de Cochabamba. Tomo 1. Informe final. Cochabamba, Bolivia. UAW-PRIV/GTZ.
- Centellas, R.
1998 Estudio de las prácticas de barbecho dentro y fuera del área de influencia de los sistemas de riego en Punata (borrador). Tesis para Ing. Agr. FCAPyF, UMSS. Cochabamba, Bol. p. irreg.
- Del Callejo, I. , Duran A., Gutiérrez Z.
2002. Pautas para el diseño de sistemas de riego. Los casos de riego Condorchinoka y Realenga. Investigación Aplicada. Tomo I. PRONAR Cochabamba, Bolivia
- Delgadillo, O.
1997 Análisis de las principales causas para la no adopción de los planteamientos de PROSANA inherentes a la distribución de agua; comunidades Kallaj Chullpa Grande y La Comuna, Arque (Cochabamba). Monografía. Curso de Postgrado Diplomado “Gestión campesina de sistemas de riego”. CESU-UMSS-PRONAR-PEIRAV. Cochabamba, Bol. 100 p.
- Delgadillo, O.
1996 Análisis de las prácticas campesinas de manejo de suelos destinados a la optimización del agua de riego en el Sistema de Riego Punata. Tesis Ing. Agr. FCAPyF, UMSS. Cochabamba, Bol. 114 p.
- Duran, A.
1997 Criterios campesinos en el proceso de diseño e implementación de sistemas de riego con aguas subterráneas en el Valle de Punata. Tesis M.Sc. Cochabamba, Bolivia. PEIRAV - UMSS - UAW. 140 p.
- Duran, A.
1995 Introducción a las prácticas campesinas de producción agrícola bajo riego en Punata. PEIRAV. Cochabamba, Bol. 45 p.

- Duran, A.
1998 Disponibilidad de agua y decisiones productivas: el rol de las estrategias de uso de agua en la agricultura regada campesina. Documento presentado en: Curso postgrado de especialización en Gestión campesina y diseño de sistemas de riego (junio-diciembre de 998). PEIRAV-PRONAR-FCAPFYV. Cochabamba, Bolivia. 20 p.
- Gerbrandy, G.
1990 Conceptos de operación para el Proyecto de Riego Intervalles (PRIV) en el Departamento de Cochabamba, Bolivia. Informe preliminar. PRIV-MACA/GTZ. 42 p
- Gerbrandy, G. 1994 Consideraciones conceptuales sobre desarrollo de riego: hacia un enfoque socio-técnico. FCAP, UMSS. Cochabamba, Bol. Revista de Agricultura N° 23: 12-17 p.
- Gerbrandy, G.; Hoogendam, P.
1998 Aguas y Acequias; los derechos al agua y la gestión campesna de riego en los Andes bolivianos. PLURAL/PEIRAV. La Paz, Bolivia. 139 p.
- Greslou, F, et al.
1990 Agua, visión andina y usos campesinos. HISBOL. La Paz, Bolivia. 215 p.
- Guerra, J. et al.
1991 Operación, mantenimiento, distribución y administración en sistemas de riego. En: RURALTER (Revista de Desarrollo Rural Alternativo). 1991. Agua y Desarrollo Rural en los Andes. CICDA/DEVNOG. Lima, Perú. Revista N° 9: 45-96.
- Gurovich, I.
1985 Fundamentos y diseño de sistemas de riego. Levantex. San José, C.R. 433 p.
- Gutiérrez, Z.
1992 Descripción y valoración del riego parcelario en el sistema Punata (Versión preliminar). PRIV-MACA/GTZ. Cochabamba, Bol. 39 p.
- Gutiérrez, Z.
1990 Riego de preparación o preriego en Punata. PRIV-MACA/GTZ. Cochabamba, Bol. 10 p.
- Gutiérrez, Z.; Claure, W.
1995 El proceso social en la definición de la distribución del agua de la represa de totora Khocha en la zona de riego Punata. Tesis Msc: Programa de suelo y Agua. UAW. Wageningen, Holanda. 134 p.
- Gutierrez, Z.; Gerbrandy, G.
1996 Concepciones campesinas de equidad en la distribución de agua (Documento). PEIRAV-UMSS. Cochabamba, Bol. 30 p.
- Hendriks, J.
1986 Distribución de aguas en sistemas de riego: Problemas y Alternativas. In: Allpanchis. 1986. De. Por Instituto de Pastoral andina. Cuzco, Perú. No 28 Año XVIII. P: 185-210.

- Horst, L.
1998 The dilemmas of water division. Considerations and criteria for irrigation system Design. IIMI. Wageningen Agricultural University. Colombo, Sri Lanka. Indonesia.
- Humérez, O.
1996 Estudio socio-técnico del riego parcelario a nivel familiar en el sistema de “El Paso”: con énfasis en los riegos de preparación. Tesis Ing. Agr. FCAPyF, UMSS. Cochabamba, Bolivia. 145 p.
- Levine, G.; Coward, W.
1989 Consideraciones de equidad en la modernización de sistemas de riego. Trad. Por Ricardo Eid. ODI-IMI. Londres, GB. 16 p.
- Ostrom, E; Benjamin, P.
1991 Principios de diseño y desempeño de los sistemas de riego administrados por agricultores en NEPAL. IN Tercer seminario internacional de la red de FMIS “Evaluación del desempeño en sistemas de riego administrados por agricultores”. IIMI-INCYTH. Mendoza, Argentina Vol I. p 11.
- van der Zaag, P.
1993 Factors influencing the operational flexibility of three farmer – managed irrigation systems in Mexico. International Comisión on Irrigation and Drainage. Fiteenth Congress. The Hague. Wageningen Agricultural University. Holanda. p. 652-661
- Rafael, R.
1994 Principales factores que determinan la práctica del riego por inundación, en el Sistema de Riego Punata. Tesis Ing. Agr. FCAPyF, UMSS. Cochabamba, Bol. 172 p.
- Romero, R.
1997 Análisis de prácticas campesinas relacionadas con uniformidad de aplicación de agua a nivel parcelario en la zona de Punata. Tesis Ing. Agr. FCAPyF, UMSS. Cochabamba, Bol. 219p.
- Soriano, R.
1999 Micro riego en comunidades de valles interandinos; sistematización de experiencias. NOGUB-COSUDE/CID. La Paz, Bolivia. 64 p.
- Soto, H.
1997 Oportunidad de riego según acceso al agua en las comunidades de Pucara y Larasuyo de la Provincia Punata. Tesis Ing. Agr. FCAPyF, UMSS. Cochabamba, Bol. 156p.
- Soto, L.
1997 Estrategias de manejo y agua a nivel familiar según su acceso: Estudios de caso en la comunidad de Chillcar Grande. Tesis Ing. Agr. FCAPyF, UMSS. Cochabamba, Bol. 157 p.
- Verweij, M.

- 1993 Agua entre sociedad y naturaleza: el fenómeno de las quebradas en el riego tradicional de Tiquipaya. PEIRAV. Cochabamba, Bol. 73 p.
- Yoder, R.
1994 Designing Irrigation Structures for Mountainous Enironments. IIMI. Colombo, Sri Lanka. Indonesia. P 11-34.
- ZONISIG.
1997 Zonificación Agroecológica y socioeconómica de dos áreas pilotos del Departamento de Chuquisaca. Ed. Qori Llama. Sucre, Bolivia.
- ZONISIG
2000 Zonificación Agroecológica y socioeconómica. Departamento de Potosí. Ed. SIERPE. Potosí, Bolivia.
- ZONISIG.
2000. Zonificación Agroecológica y socioeconómica. Departamento de Chuquisaca. Ed. SIERPE. Sucre, Bolivia.

ANEXOS

ANEXO 1

RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS CASOS DE ESTUDIO

Sistema de riego Ascapa

Localidades beneficiadas	Secciones Ascapa y Challa Uno, pertenecientes a la comunidad Río Abajo
Condiciones de acceso	Vía troncal Potosí – Villazón: terraplén estable hasta cruce (90 Km.) No existe camino a la comunidad, ingreso por la quebrada Suntaqui (15 Km.) Acceso incierto en época de lluvias
Altitud	2840 m.s.n.m. valle Inter. Andino, clima templado
Aspectos climáticos	PP media anual 300 – 400 mm. Temp. media anual 17°C con grandes variaciones entre las temp. mensuales. Existe incidencia de heladas.
Cuenca hidrográfica	Cuenca mayor Cuenca del Pilcomayo, subcuenca Limeta, microcuenca del río Totorá.
Fuente de agua	Río Totorá (Ascapa). Agua con problemas de salinidad Q medio mensual: 55 l/s. Q máx. mensual: 185 l/s Q estiaje: flujo superficial 0 l/s (años secos)
Fisiografía y suelos	Los valles tienen pendientes casi planas a ligeramente inclinadas, conformando subpaisajes de piedemontes, terrazas y lechos de río. Los suelos en la zona se caracterizan por presentar una textura franco arenosa, sin estructura ligeramente adherente y plástico filtrable en húmed y duro en seco de naturaleza no calcarea, suelos de color pardo amarillento
Proyecto de mejoramiento	Pre-inversión (1997): Proyecto de Desarrollo Agropecuario Cotagaita San Juan del Oro - HAM-Cotagaita
Ejecución (1998):	PDACSJO/FDC (Administración Delegada) Supervisión: Fondo de Desarrollo Campesino (FDC-Potosí)
Proceso de intervención	A solicitud de los beneficiarios (Ascapa y Challa Uno) Diseño de infraestructura mayor: toma, canal, sifones (tomas parcelarias) Las obras para la distribución se diseñaron durante el proceso de construcción No se consideraron aspectos relacionados a la gestión futura del sistema
Costo	103 638 \$us; 927 \$us/ha; 686 \$us/flía
Infraestructura (parcialmente mejorada)	Obra de toma tipo tajamar con toma lateral, revestimiento parcial del canal principal (55 l/s) y obras de arte: sifones, acueducto, pasos de quebrada.
Área bajo riego	56 ha S/P; 76 ha C/P; 111,8 ha campaña 00/01
Tradición de riego	Existe experiencia antes del proyecto.
Usuarios en la cuenca	Aguas arriba: Comunidades/secciones Casón, Totorá. Uso del agua para riego Aguas abajo no hay usuarios. A partir de la confluencia con el río Cotagaita existen comunidades que hacen uso del agua para riego. Estas aguas están contaminadas por actividad minera. En ninguno de los casos existe acuerdos para el uso del agua (tomas secuenciales)
Nº usuarios	151 (Ascapa, Challa Uno, Cotagaita y otras secciones en menor proporción)
Organización para riego	Juez de agua: Uno por sección: Challa Uno y Ascapa. Celador: Challa Uno.

Continúa ...

Derechos de agua	A nivel de sección: Todos tienen derecho al agua A nivel usuarios: Existen usuarios de diversas secciones, correspondientes a dos ayllus El derecho no está cuantificado. Se riega hasta terminar la parcela y se prioriza según la necesidad del cultivo Los derechos no fueron modificados a causa del proyecto. Derecho ligado a la tierra
Acceso al agua	Tenencia de tierra, Herencia, Alquiler de tierra, Trabajos al partido, Préstamos
Épocas de riego	Junio hasta el inicio de lluvias. Riego complementario.
Modalidad de distribución de agua.	Turnos y a demanda (libre) El turno (Citación) no está definido por un tiempo de riego determinado, se riega “hasta terminar”, de acuerdo a los requerimientos de los cultivos y/o pedido de los usuarios. La modalidad de entrega de agua es rotacional y monoflujo Algunos sectores de Ascapa (cola) riegan solamente de noche. Otros lo hacen igual, excepto los martes y domingos que riegan de día, según acuerdos con Challa Uno.
Tipo de mantenimiento	Rutinario y de emergencia. Dos veces por año. Refacciones en el canal de H° por mala calidad de la obra
Aportes	Jornales y cuotas según la necesidad
Cultivos bajo riego	Maíz para choclo, grano (consumo) y forraje Hortalizas y frutales en pequeños huertos
N° cosechas por año	Una sola cosecha
Épocas de siembra	Siembra misk'a (sep - oct); Siembra grande (jatun) (nov - dic)
Destino de la producción	Principalmente al autoconsumo.
Tipos de riego	Preparación: para barbecho y para la siembra Riego al cultivo (maíz principalmente): primer riego “chaki” Se suelen aplicar láminas altas para lavar sales (riego de preparación) (prof. Humedecim. > 1 metro)
Métodos de riego	Inundación y Melgas principalmente
Q manejados	20 a 30 l/s
Aspectos socioeconómicos	Incidencia de pobreza 92.32%. El grado de analfabetismo alcanza a un 17% en hombres; y 62.5% en mujeres Tamaño promedio de hogar 3.75.
Origen cultural	Quechua. Organización mixta: originaria (ayllu) y sindical (sección o comunidad)
Idiomas	Quechua y castellano principalmente.
Actividades principales	La agricultura (autoconsumo) y la migración (zafra y jornaleros).
Migración	Acentuada: Santa Cruz, Tarija y Argentina
Apoyo institucional	Hasta 1998 apoyo en la implementación del Proyecto San Juan del Oro y el ex – Fondo de Desarrollo Campesino. En la actualidad ninguna.

Sistema de riego Limeta

Localidades beneficiadas	Sección Limeta
Condiciones de acceso	Vía troncal Potosí – Villazón: terraplén estable hasta cruce (85 km) Camino vecinal hasta la comunidad, sin puentes ni obras de arte (30 km) Acceso incierto en época de lluvias
Altitud	2650 msnm, clima templado.
Aspectos climáticos	PP media anual 306 mm, Temperatura media anual 17 a 20 °C, con una media máxima anual de 20°C y una media mínima anual de 10°C
Cuenca hidrográfica	Ubicado en la cuenca del Pilcomayo, subcuenca Limeta.
Fuente de agua	Río Limeta. Buena calidad de agua Caudal medio mensual: 56.73 l/s Caudal máximo mensual: 130 l/s: Caudal estiaje flujo superficial: 0 l/s (años secos)
Fisiografía y suelos	Paisaje compuesto por serranías y valles, la zona es de material aluvial, con alto índice de permeabilidad.
Proyecto de mejoramiento	Primera fase (1992): Proyecto de Desarrollo Agropecuario Cotagaita San Juan del Oro. Segunda fase: Preinversión (1997): Proyecto de Desarrollo Agropecuario Cotagaita San Juan del Oro - HAM Cotagaita Ejecución (1998): PDACSJO/FDC (Administración Delegada) Supervisión: Fondo de Desarrollo Campesino (FDC - Potosí)
Proceso de intervención	A demanda de la comunidad Diseño de infraestructura mayor: toma, canal, sifón. Las obras para la distribución se diseñaron durante el proceso de construcción. No se consideraron aspectos relacionados a la gestión futura del SdR.
Costo	Costo 2da fase: 61.667 \$us
Infraestructura (parcialmente mejorada)	Primera Fase: Dos sifones y un pequeño tramo de canal Segunda Fase: Obra de toma tipo tajarar con toma lateral, revestimiento parcial del canal principal (56 l/s) y obras de arte: acueductos, pasos de quebrada.
Área bajo riego	Con proyecto: 25 has; Proyectado 56 has, Actual: 41,30 has
Tradicición de riego	Existe experiencia antes del proyecto.
Usuarios en la cuenca	Aguas arriba: Tablea Chica y Luri, no existe acuerdos para el uso del agua. Aguas abajo: Tablea Palca no existe acuerdos para el uso del agua.
Nº usuarios	80
Organización para riego	Juez de aguas

Continúa ...

Derechos de agua	A nivel sección: Todos tienen derecho al agua. A nivel usuario: El derecho no está cuantificado. Se riega hasta terminar de regar la parcela y se prioriza según la necesidad del cultivo. Los derechos no fueron modificados a causa del proyecto. Derecho está ligado a la tierra.
Acceso al agua	Tenencia de tierra, herencia, alquiler de tierra, trabajos al partido.
Épocas de riego	De julio hasta el inicio de la época de lluvias
Modalidad de distribución	A demanda. (libre) El turno (Citación) no está definido por un tiempo de riego determinado, se riega “hasta terminar”, de acuerdo a los requerimientos de los cultivos y/o pedido de los usuarios. La modalidad de entrega de agua es rotacional y monoflujo. Los sectores de la cola riegan solamente de noche. El agua del sistema también es usada para consumo humano y animal.
Tipo de mantenimiento	Rutinario y de emergencia. Dos veces por año. 1era limpieza: Julio a Agosto 2da limpieza: septiembre a octubre En ambos casos no existe una fecha fija para el mantenimiento
Aportes	Jornales y cuotas según la necesidad.
Cultivos bajo riego	Maíz, Haba, Papa Huertos frutales (uva, durazno, membrillo, pera, otros) Pequeños huertos hortícolas
Nº cosechas por año	Dos cosechas por año
Épocas de siembra	Siembra mishka: julio a agosto Siembra grande (jatun): septiembre a noviembre
Destino de la producción	Principalmente autoconsumo y trueque
Tipos de riego	Preparación: para barbecho y para la siembra. Riego al cultivo (maíz principalmente): primer riego “chaki”.
Métodos de riego	Surcos, inundación y melgas principalmente
Caudales manejados	De 20 a 30 l/s
Aspectos socio económico	Índice de analfabetismo alcanza a un 48%, índice de pobreza 92.32%.
Origen cultural	Quechua, Organización mixta: originaria (ayllu) y sindical (sección o comunidad).
Idiomas	Quechua, castellano principalmente
Actividades principales	La agricultura (autoconsumo) y la migración (Jornaleros)
Migración	Acentuada al sur del país y Argentina
Apoyo Institucional	HAM - Cotagaita

Programa Mundial de Alimento (PMA)	
Sistema de riego Paccha	
Localidad beneficiada	Comunidad Lamani Alta.
Condiciones de acceso	Vía troncal Potosí – Sucre: asfalto hasta cruce (47 km). Camino vecinal estable a la comunidad (12 km). Acceso estable durante todo el año.
Altitud	3 300 m.s.n.m. Cabecera de valle, clima templado
Aspectos climáticos	Temperatura media anual 11° C, precipitación media anual 428 mm, heladas se presentan en los meses de mayo a julio, granizo se presentan en los meses de septiembre a noviembre.
Cuenca hidrográfica	Cuenca mayor: Cuenca del Plata, subcuenca Mataka
Fuente de agua	Río Paccha. Agua de buena calidad. Q medio mensual: 8 l/s (estimado en el proyecto).
Fisiografía y suelos	Llanura de piedemonte, con pendientes entre 2 y 8% y laderas (terraceo). Suelos moderadamente profundos, con texturas media a moderadamente ligera.
Proyecto de mejoramiento	Inversión: Ejecución 1er estanque en el río Paccha (1984) Ejecución canal principal y 2 estanques (1992): Ejecución de la presa en el río Paccha (1994 a 1998) Modalidad de ejecución: Administración Directa.
Proceso de intervención	A solicitud de los usuarios. Al inicio fueron obras ejecutada en el marco de medidas de emergencia. No existen detalles del diseño de infraestructura. Las obras se diseñaron durante el proceso de construcción. El diseño y la construcción de obras prácticamente fueron realizados por los usuarios. Los aspectos relacionados a la gestión futura del sistema se dejaron en manos de los usuarios. Se fomentó la producción intensiva de hortalizas (cebolla y zanahoria principalmente). Sin embargo, no existe una proyección/diseño al respecto.
Costo	119 385 \$us; 4 609 \$us/ha; 801 \$us/flía
Infraestructura de riego y otras acciones	Presa H°C° (altura: 9,7 m, largo: 25 m, ancho base 6 m). Revestimiento del canal principal H°C°, M°P° (50x30 cm, 30x30 cm, 30x25 cm). Estanque tipo tajamar en el río Paccha (M°P°). Estanques de regulación H°C° (2). Obras de arte: pasos de quebrada, acueductos. Muros de protección M°P°. Construcción de nuevas terrazas de cultivo (con maquinaria). Extensión agropecuaria.
Área bajo riego	9,1 ha S/P; C/P 25,9 ha
Tradicición de riego	Amplia experiencia

Continúa ...

Usuarios en la cuenca	Aguas arriba: Comunida Yohani, uso del agua para riego, pero no existe relación directa con el sistema. Aguas abajo de la presa: dos tomas rústicas (m. derecho) que benefician a 4 familias e irrigan superficies pequeñas de terrazas. El riego en éstas es libre todo el año. Aguas abajo. Comunidades de Lamani Baja y Tecoya Baja, uso de agua para riego, pero no existe una relación directa con el sistema Derechos secuenciales de captación. También el sistema de riego Paccha se relaciona con tres pequeños sistemas de riego: T'io Pampa, T'api Khuchu y K'asa Lamani.
Nº usuarios	149 (Lamani Alta, Lagunillas, Lamani Baja).
Organización para riego	Un Juez de agua y tres relojeros: uno por cada sector de riego (sección).
Derechos al agua	En periodos de escasez de agua, sólo tienen derecho al agua las personas que trabajaron en la construcción de la infraestructura. El derecho está cuantificado y se expresa en tiempo: ½ hora a 1 hora por usuario y 2 días (48 h) por sección. Los derechos fueron modificados con la ejecución del proyecto, por decisión de los propios usuarios.
Acceso al agua	Derechos, Préstamos, Compra/Venta, Colaboración al relojero, Robo (poco frecuente).
Épocas de riego	Prácticamente se riega todo el año. Mayor intensidad de uso Septiembre – Noviembre. Riego suplementario y complementario.
Modalidad de distribución de agua.	A demanda (libre), multiflujo. Turnos, rotación – monoflujo: Periodo de transición: hasta terminar de regar la parcela. Turnos controlados por reloj: según derechos al agua. La presa opera continuamente luego de su apertura. La regulación se realiza con los estanques existentes. El riego se realiza de día y de noche se recargan los estanques. Intervalo de riego a nivel de usuario entre 6 a 12 días. Intervalo de riego a nivel de sección (3): 6 días
Tipo de mantenimiento	Rutinario y de emergencia. Dos veces por año. Abril y Diciembre (normalmente).
Aportes	Jornales y cuotas según la necesidad.
Cultivos bajo riego	Cebolla (verde), Zanahoria, Haba, Papa. En menor proporción, maíz, cereales menores, lechuga y otros. Áreas de cultivo: terrazas. Superficie promedio entre 150 a 300 m ² .
Nº cosechas por año	2 a 3 cosechas por año.
Épocas de siembra	Siembras tempranas (julio-agosto), Siembras tardías (octubre-noviembre).

Continúa ...

Destino de la producción	Hortalizas: venta. Papa y Haba: autoconsumo y venta. Maíz, cereales menores: autoconsumo. Principales mercados: Sucre, Potosí y Betanzos.
Tipos de riego	Preparación: para barbecho y para la siembra (“rociada”) Riego al cultivo: hortalizas, papa, maíz, cereales menores. Riego de transplante Riego de cosecha
Métodos de riego	Inundación, surcos y melgas principalmente, con diferentes variantes.
Q manejados	3,5 a 5 l/s
Aspectos socioeconómicos	Incidencia de pobreza: 92,5%. Tamaño promedio del hogar: 4 a 5 miembros. Educación: Primaria y Secundaria. Analfabetismo: Hombres 37% y mujeres 65%.
Origen cultural	Quechua. Ex – Hacienda. Organización sindical.
Idiomas	Quechua: casi la totalidad. Castellano / Quechua: 47%.
Actividades principales	Agricultura: producción hortícola intensiva. Algunos se dedican al transporte y comercio como actividades complementarias a la agricultura.
Migración	Jóvenes migran a Argentina y salen de la comunidad a estudiar (Potosí, Sucre).
Apoyo institucional	Proyecto de Desarrollo Agropecuario MINK’A: apoya a la producción en la comunidad con la construcción de terrazas y proporcionando algunos insumos: semilla, agroquímicos. El financiamiento para la zona concluye el año 2002.

Sistema de riego El Zapallar

Localidad beneficiada	Comunidad El Zapallar
Condiciones de acceso	Carretera troncal de tierra Sucre-Monteagudo-Zapallar 314 km. El sistema de riego se encuentra 3 km de Monteagudo. Acceso regular durante todo el año.
Altitud-zona agro ecológica	1130 m.s.n.m. Clima cálido (subtropical)
Aspectos climáticos	Temperatura media anual 20 °C, mínima 15 °C (junio) y máxima media 23 °C (enero). Riesgos de heladas en el mes de julio. Precipitación media anual 926 mm. Humedad relativa promedio anual 67%.
Cuenca hidrográfica	Cuenca mayor: Cuenca del río Pilcomayo, subcuenca El Bañado, microcuenca: complejo Esperanza compuesto por serranías de amplitud baja y colinas.
Fuente de agua	Río Zapallar, presenta un caudal continuo todo el año. Teniendo un caudal medio mínimo de 180 l/s en agosto y un máximo de 2330 l/s en febrero, siendo un caudal medio anual 875, 8 l/s Calidad de agua buena C1S1
Fisiografía y suelos	Terrazas bajas, medias y pie de monte. La topografía es plana a ondulada. Los suelos son moderadamente profundos, con textura gruesa a mediana, con baja retención de humedad.
Proyecto nuevo.	Pre-inversión (1992 a 1993): CORDECH realiza el estudio para el aprovechamiento de las aguas del río Zapallar, basado en prioridades establecida en el Plan Subregión IV Ejecución (1994): Supervisión: Fondo de Desarrollo Campesino (FDC-Chuquisaca) HAM Monteagudo.
Proceso de intervención.	Iniciativa institucional y posteriormente apoyada por los beneficiarios (El Zapallar). Diseño de infraestructura mayor: toma con azud, vertedero de excedencias, cámaras repartidoras con compuertas de operación, canal, sifón, acueductos Las obras para la distribución se diseñaron durante el proceso de construcción No se consideraron aspectos relacionados a la gestión futura del sistema.
Costo	Costo total 98.850 \$us; 2.459 \$us/ha, 7,061 \$us/flia.
Infraestructura	Obra de toma con azud, vertedero, revestimiento del canal principal (35 l/s) y obras de arte: sifones, acueductos.
Área bajo riego	Sin proyecto: 10.5 ha, con proyecto; 40.18 ha, Actual; 42.10 ha
Tradicición de riego	No existía (algunas familias regaban con bombas, pequeñas áreas de cultivo).
Usuarios en la cuenca	Aguas arriba: no existen aprovechamientos para riego, sólo para agua potable (comunal). Aguas abajo: Se encuentra el sistema de riego Chunkusla, en la actualidad no funciona. No hay relaciones directa ni acuerdos.
Nº usuarios	14 familias. 12 familias, Centro Frutícola La Esmeralda (Prefectura) y Núcleo Escolar.

Continúa ...

Organización para riego	Comité de riego: Presidente, Secretario de actas, Secretario de hacienda, Secretario de mantenimiento, Tomero (encargado contratado).
Derechos de agua	Tienen derecho al agua aquellos que aportaron en la construcción.
Acceso al agua	Préstamos, herencias, arriendo (alquiler de terrenos), compra de tierras.
Épocas de riego	Agosto a hasta el inicio de lluvias (noviembre - diciembre).
Modalidad de distribución de agua.	Libre y por turnos. El turno ya esta definido por un rol semanal fijo, riegan 2 usuarios por día. La modalidad de entrega es rotacional y monoflujo (generalmente).
Tipo de mantenimiento	Rutinario, cada dos meses en época de verano (enero a junio) y en forma mensual en época de verde (julio a diciembre). Mantenimiento preventivo de emergencia, realizado por una persona contratada, (tomero). Refacciones en el canal de H ^o , obras de protección, limpieza de cámaras de entrada y salida de sifones, engrase de compuertas.
Aportes	Jornales y cuotas fijas mensuales (10 Bs/ha) para pago a tomero y semestrales 25 Bs/ha para el mantenimiento.
Cultivos bajo riego	Papa y maíz. En menor proporción, maní y ají. Algunos usuarios tienen pequeños huertos de hortalizas para autoconsumo. Parcelas con superficies de ½ ha a 4 ha.
Nº cosechas por año	Dos cosechas por año.
Épocas de siembra	Siembra misk'a (agosto); Siembra grande (octubre), siembra postrera (mayo)
Destino de la producción	Papa, Ají, Maní: venta y autoconsumo. Maíz (choclo): venta y autoconsumo. Principales mercados: Santa Cruz, Sucre y Monteagudo.
Tipos de riego	Riego de preparación no se realiza. Riego post-siembra. Riego al cultivo maíz y papa especialmente.
Métodos de riego	Surcos.
Q manejados	7 a 15 l/s.
Aspectos socioeconómicos	Hombres: 51.48%, mujeres: 48.52%. Tamaño promedio de hogar 5. Índice de pobreza 84.94%
Origen cultural	Quechua, guaraní. Ex – hacienda.
Idiomas	Castellano
Actividades principales	Agricultura. Existen usuarios en el sistema de riego que son profesionales, ganaderos o avicultores para estos la actividad agrícola es complementaria.
Migración temporal	Los jóvenes suelen salir de la comunidad para estudiar.
Apoyo institucional	Actualmente, la comunidad no recibe el apoyo de ninguna institución.

Sistema de riego La Marca

Localidades beneficiadas	Comunidad La Marca
Condiciones de acceso	Camino troncal Sucre Sopachuy - Azurduy, la mayor parte de tierra, en épocas de lluvias se dificulta el acceso a la población de Azurduy - La Marca, la comunidad de la Marca dista a 3 km del poblado de Azurduy.
Altitud.	2530 msnm, cabecera de valle y valle clima templado
Aspectos climáticos	Precipitación media anual: 708 mm, temperatura media anual 15.6 °C con una mínima anual de 13.2°C y una máxima anual de 17.1°C
Cuenca hidrográfica	Cuenca mayor del río Amazonas, subcuenca Parapeti, microcuenca del río La Rinconada.
Fuente de agua	Río La Rinconada: 84 l/s (octubre), 83 l/s (julio) Proy. riego La Marca Flujo permanente todo el año. Buena calidad de agua.
Fisiografía y suelos	El área del sistema de riego presenta terrazas bajas aluviales, llanuras fluvio lacustre y abanicos aluviales, presenta suelos profundos, franco arenosos y arenosos, franco arcillo arenosos, franco arcillosos y arcillosos, con presencia de grava y piedra en la superficie, suelos de baja fertilidad, topografía plana de 0.5% a 1%
Proyecto nuevo	Pre – inversión, 1989: Corporación de Desarrollo de Chuquisaza (CORDECH), recursos del Fondo Social de Emergencia (FSE) 1992: CORDECH 1997: Prefectura del Departamental / UTOAF
Inversión	1989: CORDECH (Administración directa) 1992: CORDECH / Empresa Constructora Curcuy Gumiel (Licitación) 1998: UTOAF
Proceso intervención.	Iniciativa institucional y de algunas personas interesadas de la zona Ejecución en 3 ocasiones (fases) El rol de los beneficiarios fue pasiva Diseño de infraestructura mayor: toma y canales. Las obras para la distribución (tomas parcelarias) se diseñaron durante el proceso de construcción.
Costo	La futura gestión del sistema debía ser responsabilidad de la unidad de Gerencia y Operación de CORDECH. Sin embargo, no se intervino y fue dejada a la iniciativa de los regantes a pesar de no tener experiencia en riego. 1era fase: 351.616,93 Bs. 2da fase: Sin datos 3ra fase: Sin datos

Continúa ...

Infraestructura de riego.	1era fase: Obra de toma (tiroleza), canales, compuertas metálicas para organizar, acueductos, pasos de quebrada 2da fase: Revestimiento de canales, rápidas, acueductos, compuertas metálicas 3ra fase: Revestimiento de canales secundarios y reconstrucción de acueducto Canal de sección variable telescópico: (1ra fase: 60*60; 2da fase: 40*30; 3ra fase 30*30).
Área bajo riego	1era fase: 170 has 2da fase y 3ra fase: 49 ha Total: 219 ha
Tradición de riego	No existía tradición de riego
Usuarios en la cuenca	Ninguno: Pichacani: Molino hidráulico, existen acuerdos para el uso del agua Aguas abajo: Sistema de riego el Churu y Molino hidráulico (captación secuencial, no existen acuerdos para la distribución del agua)
Nº usuarios	72. usuarios, el 70% de la comunidad de La Marca y un 30% del pueblo de Azurduy
organización para riego	Directiva: Presidente, Vicepresidente, Secretaria de Hacienda, Secretaria de Deportes, Vocales (3) y un Juez de Aguas La organización se renueva cada año, se pretende actualizar la lista de socios del sistema de riego (re empadronamiento)
Derechos de agua	Los derechos se adquirieron por la organización en algunos trabajos requeridos para la construcción de la infraestructura de riego (apertura de camino de acceso y mano de obra 3ra fase). Todos por igual, el derecho (nominal) se expresa en tiempo (5 horas) Aún los derechos al agua no están claramente definidos
Acceso al agua	Relacionado al acceso de la tierra: arriendo, al partido, compra, herencia
Épocas de riego	Julio hasta el inicio de lluvias (noviembre – diciembre)
Modalidad de organización de agua.	A demanda (libre) y Turnos Los turnos son a pedido, no existe un orden, ni frecuencia de riego. La modalidad de reparto es muy flexible (poca presión sobre el agua). Existen saltos de agua El juez de agua lleva un registro de los usuarios que riegan para realizar el cobro de 2 Bs por cada 5 horas de riego, Existen conflictos por el uso no autorizado de agua.
Tipo de mantenimiento	Rutinario y de emergencia Antes 2 limpiezas por año: en abril y octubre Actual: una limpieza por año (problemas de organización)
Aportes	Antes se aportaba 10 Bs./mes/usuario Ahora se aportan 2 Bs. Por cada 5 horas de riego y cuotas extraordinarias cuando se requieren (1 Bs. Para el juez de agua y 1 Bs. Para la organización y mantenimiento)

Continúa ...

Cultivos bajo riego	Cultivos principales: Maíz grano y papa Frutales: Manzana (riego durante el periodo de establecimiento, durante los tres primeros años) Hortalizas (algunos huertos pequeños).
Nº cosechas por año	Una sola cosecha (normalmente)
Épocas de siembra	Siembra mishka: a mediados de agosto (menos frecuente) Siembra grande (jatun): octubre – noviembre
Destino de la producción	Autoconsumo principalmente: maíz, papa, hortalizas. Venta y autoconsumo: manzana
Tipos de riego	Preparación Riego al cultivo (maíz y papa principalmente)
Métodos de riego	Inundación y melgas principalmente Surcos
Q manejados	10 a 20 l/s
Aspectos socio económico	Índice de pobreza 95.86%, tamaño promedio del hogar 4.87
Origen cultural	Quechua. Antes de la Reforma Agraria, la comunidad era parte de una hacienda
Idiomas	Quechua y castellano especialmente
Actividades principales	Agricultura y comercio, transporte profesionales y otras complementarias.
Migración	Moderada a alta
Apoyo institucional	Actual: ninguna

Sistema de riego Milanés Abajo

Localidad beneficiada	Comunidad Milanés Abajo
Condiciones de acceso	Camino troncal de tierra Sucre – Arquillos – Sopachuy, ~210 km. El sistema de riego se encuentra a 10 km de Sopachuy, por lo general con acceso estable durante todo el año.
Altitud - zona agroecológica	Clima que varía de húmedo a seco, subhúmedo a húmedo con una altitud de 2065 m.s.n.m.
Aspectos climáticos	PP media anual 927.6 mm. Temp. media anual 18.3°C, temperatura mínima 9.1 °C, temperatura máxima 27.5°C. Heladas en los meses de Mayo a Agosto, Granizadas en los meses de Octubre a febrero.
Cuenca hidrográfica	Cuenca mayor: Cuenca del Río Amazonas, subcuenca: Milanés, a su vez tres microcuencas confluyen al río Milanés: Microcuenca del río Horcas, microcuenca de Matela y microcuenca del río San Antonio..
Fuente de agua	Río Milanés, curso permanente de agua. Caudal medio de 14,6 m3/s y máxima crecida de 123 m3/s. Agua de buena calidad C1S1
Fisiografía y suelos	Valles, pie de montes, planicies, serranías, colinas bajas, terrazas aluviales, de bosque ralo mayormente verde semideciduo montano. Topografía plana a ondulada varía de 5 a 8%. Los suelos son moderadamente profundos a profundos, textura franco arcilloso y pobres en nutrientes.
Proyecto de riego (nuevo)	Pre-inversión (1993): Acción Cultural Loyola (ACLO). Proyecto “Jatun Ruay” presentado a la Cooperación Técnica Suiza (COTESU), cuyo eje era la ejecución de proyectos de riego y que incluía como área de acción el municipio de Sopachuy. Ejecución (oct. 1993 – ago. 1994): ACLO (Administración Directa)
Proceso de intervención	A solicitud de los beneficiarios (comunidad de Milanés) Diseño de infraestructura mayor: toma con azud derivador, desarenador, canal Las obras para la distribución se diseñaron durante el proceso de construcción (puntos de derivación) Se consideró la conformación de una organización para riego complementaria a la existente y la formación de jueces de agua, responsables de organizar la administración y mantenimiento del sistema de riego En el aspecto de la producción agrícola bajo riego se contempló un plan de cultivos, acompañado de capacitación, asistencia técnica y crédito para la producción.
Costo	64 749 \$us; 2 398 \$us/ha; 5.396 \$us/flía
Infraestructura	Obra de toma con azud derivador y compuerta de regulación tipo gusano (no funciona), desarenador con compuerta de limpieza tipo gusano, canal revestido (866 m) y canal de tierra (1 224 m), compuertas parcelarias metálicas tipo gusano (no funcionan) y obras de arte: puente canal (93 m), pasos de camino (12,5 m) y 6 pasos de quebrada. Capacidad del sistema: 100 l/s (molino hidráulico)
Área bajo riego.	19 ha S/P; 27 ha C/P
Tradición de riego	Sí. Algunas familias regaban pequeñas parcelas aledañas al río.
Usuarios en la cuenca	Varias comunidades hacen uso de las aguas del río Milanés y/o de sus afluentes. Sin embargo, no existe una relación directa entre los usuarios aguas arriba y abajo de la cuenca. No existen acuerdos, tampoco conflictos, la disponibilidad de agua alta.

Continúa ...

Nº usuarios	12 familias
Organización para riego	Ligada a la Asociación Comunal Milanés Presidente, Vice-presidente, Secretario de actas, Tesorero Juez de aguas / Molinero (una misma persona)
Derechos de agua	Todas las familias que tienen parcelas en el área de riego tienen derecho al uso del agua. Todas las familias con derecho al agua aportaron en la construcción El derecho al agua está ligado a la tierra Existen dos tipos de usuarios: Riego y molino Sólo molino No está descartado el ingreso de nuevos socios.
Acceso al agua	Arriendo de tierras, trabajos al partido
Época de riego	Julio hasta el inicio de lluvias (Nov - Dic)
Modalidad de distribución de agua.	No existen turnos Se riega de acuerdo a la demanda (riego libre).
Tipo de mantenimiento	Rutinario: una vez al año para el inicio de la temporada de riego (julio), limpieza de canales y engrase de la compuerta del desarenador Mantenimiento de emergencia de acuerdo a requerimientos
Aportes	Jornales y cuotas de acuerdo a la necesidad. Las cuotas son excepcionales pues se cuenta con recursos que provienen de la molienda.
Cultivos bajo riego	Papa, Maíz, Fríjol, Orégano, Maní. Pequeños huertos hortícolas y frutales (escasos)
Nº cosechas por año	Una cosecha por año. Se pueden obtener dos cosechas al año
Épocas de siembra	Siembra mishk'a (julio - agosto); Siembra grande (noviembre - enero)
Destino de la producción	Papa, fríjol, orégano: Venta y autoconsumo. Arveja, maíz y otros: Autoconsumo Principales mercados: Santa Cruz, Sopachuy.
Tipos de riego	Riegos de preparación (julio – agosto) para siembra mishk'a Riego al cultivo papa, maíz, fríjol y orégano especialmente,
Métodos de riego	Inundación para riegos de preparación Surcos para riego de cultivos
Q manejados	Alrededor de 10 l/s
Aspectos socioeconómicos	Tasa de analfabetismo 75%, promedio de habitantes por familia 3.7
Origen cultural	Quechua. La comunidad era parte de una hacienda.
Idiomas	Quechua 51%, 49% español quechua.
Actividades principales	La agricultura (autoconsumo y mercado) y la migración.
Migración	Migración temporal a Santa Cruz, Bermejo y a la República de Argentina La migración disminuyó con la implementación del proyecto.
Apoyo institucional	A través de la Fundación Acción Cultural Loyola y el Proyecto AGROCENTRAL.

