

# KAUSANAPAQ UNU AGUA PARA LA VIDA



*cuando lo poquito...se hace harto:*  
*Una experiencia de optimización del*  
*agua en provincias altas del Cusco.*

Marco Sotomayor  
Walter Olarte  
Enrique Pumacahua



Proyecto  
**MASAL**  
Gestión Concertada de los  
RRNN en Municipios Rurales

inter  
cooperation



Asociación "Kausay"

**KAUSANAPAQ UNU (AGUA PARA LA VIDA)**  
**cuando lo poquito... se hace harto**

---

• PARTICIPANTES EN LA EXPERIENCIA

Equipo Kausay:

Sandro Yana Huillca  
Hernán Monterroso  
Pedro Mejía Justiniani  
Leoncio Huillca  
Flavio Valer Barazorda  
Nelly Yépez Tapara

---

• CONTRIBUCIÓN:

- Andrés Estrada - MASAL (Participación en el Estudio Base)
- 
- Oscar Olazo (Corrección de estilo, diseño y diagramación)
  - Ronald Quispe (Planos)
  - Angeles Huillca (Dibujos)
  - Unigraf Cusco s.r.l. (Impresión)
- 

© Proyecto MASAL - Asociación Kausay - Diciembre 2007

# KAUSANAPAQ UNU

## AGUA PARA LA VIDA



Marco Sotomayor  
Walter Olarte  
Enrique Pumacahua

*cuando lo poquito...se hace harto:*  
*Una experiencia de optimización del*  
*agua en provincias altas del Cusco.*



Proyecto  
**MASAL**  
Gestión Concertada de los  
RRNN en Municipios Rurales

inter  
cooperation



Asociación "Kausay"



# ÍNDICE

<b>Presentación</b> .....	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>Aspectos Generales</b> .....	<b>11</b>
1.1 Marco institucional KAUSAY .....	11
1.2 Ámbito de la experiencia.....	12
1.3 Contexto socio organizativo .....	13
1.4 Contexto agro ecológico .....	14
1.5 Contexto económico productivo.....	15
1.6 El agua como elemento vital y principal movilizador del cambio .....	16
1.7 Síntesis de la problemática.....	25
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>Los pequeños sistemas de agua de uso múltiple</b> .....	<b>26</b>
2.1 Introducción .....	26
2.2 Usuarios de los sistemas de uso de agua .....	26
2.3 Procedimiento para determinar la construcción de sistemas de agua....	28
2.4 Tipos de sistemas de agua de uso múltiple implementados y validados	29
2.4.1 Captación de agua para consumo doméstico.....	30
2.4.2 Captación de agua para consumo doméstico y de animales .....	32
2.4.3. Captación de agua para consumo doméstico, consumo de animales y para riego de hortalizas en pequeños invernaderos.	33
2.4.4. Captación de agua para consumo doméstico, consumo de animales, almacenamiento en reservorio para riego de hortalizas en invernaderos y riego de pastos en pequeñas parcelas. ....	35
2.4.5. Captación de agua y almacenamiento en reservorios para riego de pastos .....	37
2.4.6. Captación de agua para riego de pastos cultivados .....	38

### CAPÍTULO III

<b>Cambios económicos, productivos, tecnológicos y sociales.....</b>	<b>42</b>
3.1 Cambios en la salubridad y en los sistemas económico-productivos.....	42
3.2 Innovaciones y adecuaciones tecnológicas .....	49

### CAPITULO IV

<b>Efectos e impactos .....</b>	<b>53</b>
4.1 A nivel de sistemas de riego y producción .....	53
4.2 A nivel de la economía familiar .....	56
4.3 A nivel de la alimentación familiar.....	57
4.4 A nivel de la salud e higiene .....	58
4.5 A nivel de las relaciones sociales .....	58

### CAPÍTULO V

<b>La sostenibilidad de los pequeños sistemas de agua de uso múltiple..</b>	<b>60</b>
---	-----------

### CAPÍTULO VI

<b>Lecciones aprendidas .....</b>	<b>63</b>
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65
ANEXOS .....	66

# PRESENTACIÓN

El siglo XXI ha comenzado con una fuerte advertencia a la humanidad, el agua será el principal motivo de conflictos en el mundo. Estos conflictos se acentuarán aún más porque el agua es y será el recurso natural más sensible al evidente contexto de cambio climático.

Los Andes, y sobre todo las zonas con fuertes deficiencias de agua son las más vulnerables a los efectos e impactos del cambio climático, donde las medidas de adaptación que se asuman tendrán una alta significación y prioridad. Una de estas medidas consiste precisamente en cómo contribuimos a desarrollar innovaciones y propuestas para optimizar el uso del agua. Existe un patrón de comportamiento de la sociedad en general respecto a los recursos naturales, esto tiene que ver en todo caso con la cultura, y aquí lamentablemente hay que decir que hemos y estamos perdiendo la cultura por el agua y por el medio ambiente en general, persisten viejos patrones basados en la clásica "explotación" convencional donde nos creemos dueños de todo, por lo que la crisis más que ser ambiental es una crisis de la sociedad, y por eso es que se torna aún más grave.

La situación actual y los nuevos desafíos de estos tiempos nos están planteando una renovación conceptual profunda a todos, no solo al Estado como siempre se pretende satanizar, somos todos y todas los responsables de lo que estamos viviendo y de lo que vendrá, unos son más culpables que otros pero el tema del agua nos hace responsables a todos como colectividad, con liderazgos fuertes y comprometidos.

Al presentar este libro ***Kausanapaq Unu: Agua para la vida. Cuando lo poquito...se hace harto: una experiencia de optimización del agua en Provincias Altas del Cusco***, aquí ponemos a su disposición la descripción y análisis de sistemas de uso múltiple de agua en zonas con alto déficit.

El mensaje de fondo es cómo la tecnología sencilla y eficiente, sumada a la voluntad de cambio de familias campesinas puede generar un valor agregado importante en la vida de estas familias, que con la incorporación del agua en su sistema de vida familiar han generado cambios importantes que mejoran su calidad de vida.

Para el Proyecto Apoyo a la Gestión Concertada de los Recursos Naturales en Municipios Rurales MASAL, como Proyecto Especial del Ministerio de Agricultura del Perú y la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE, ha sido particularmente agradable cooperar en esta experiencia, así como en su sistematización y difusión, con la Asociación KAUSAY con quienes compartimos también otros espacios de colaboración.

Al presentar este libro tenemos que destacar el aporte de profesionales, técnicos, promotores campesinos -hoy Kamayoq-<sup>1</sup>; y a las familias campesinas de Kunturkanki, Checca y Alto Pichigua, por su valioso apoyo y aportes en la consolidación de estas innovaciones.

Una etapa para concretizar este libro ha sido un estudio encargado al Ing. Walter Olarte, el cual ha servido de referencia para la redacción final que ha estado a cargo del Mag. Marco A. Sotomayor Berrío, quien además de conocer muy de cerca la evolución de la experiencia, hace aportes importantes en la estructura y contenidos. Por otro lado, los aportes y la facilitación de información del Econ. Enrique Pumacahua, en calidad de Director Ejecutivo de Kausay han sido oportunos, no solo en la fase final del documento, sino en todo el proceso de la sistematización.

Este libro ponemos a disposición de todas las instituciones, organizaciones, profesionales y el público interesado, como testimonio de una valiosa experiencia que sirva de referencia para otros ámbitos de la sierra del país, por lo que auguramos tenga la acogida necesaria y sirva como documento de referencia y consulta, ya que sólo así tendrá sentido su difusión.

Cusco, diciembre del 2007.

*Marco A. Sotomayor B.*  
*Director Nacional MASAL*

*Enrique Pumacahua*  
*Director Ejecutivo KAUSAY*

---

<sup>1</sup> Expertos campesinos que ofertan sus servicios de asistencia técnica agropecuaria a familias campesinas en el marco de una capacitación de "campesino a campesino".



# CAPÍTULO I

## ASPECTOS GENERALES

### 1.1 Marco Institucional de la Asociación Kausay.

Kausay es una asociación civil sin fines de lucro fundada el 23 de mayo de 1987, constituida por un equipo multidisciplinario y comprometido a mejorar la calidad de vida de los pobladores, incrementando la producción e ingresos económicos, los niveles de salud y educación, con una participación activa y organizada en la vida social, política y económica de las comunidades campesinas.

Está inscrita en el Registro Público de Asociaciones del Cusco, tomo V, folio 363, asiento N° 2, el 18 de junio de 1987; inscrita en APCI, resolución N° 152-2005/APCI-GOC.

#### Fines y Objetivos.

- La promoción y el desarrollo social.
- Sistematizar experiencias de trabajo así como la problemática del desarrollo social.
- Promover y difundir alternativas aplicadas de desarrollo social tendiendo a la integración entre instituciones públicas y privadas con fines similares.
- Elaborar y ejecutar programas técnico productivos de desarrollo social y de salud preventivo promocional.

#### MISIÓN.

Una organización de promoción y servicio, orientada a fortalecer las capacidades innovadoras productivas y gestión colectiva con familias campesinas de menores recursos de las provincias altas del Cusco, para que sean actores competitivos y dinamizadores en los procesos de desarrollo local y regional.

## VISIÓN.

La Asociación Kausay en 2010, será una organización comprometida en el desarrollo sostenible con impacto social y productivo en la región. Con este fin Kausay participará en espacios de concertación para el cambio socioeconómico a nivel local, regional y nacional; ejecutando proyectos de desarrollo e investigación promoviendo innovaciones tecnológicas con recursos humanos altamente capacitados.

### Principales ejes de trabajo.

- A.- Desarrollo agropecuario y medio ambiente.
- B.- Desarrollo social y económico.
- C.- Institucionalidad y democracia.

### Metodología de trabajo.

- Análisis crítico reflexivo conjunto de la problemática.
- Planificación concertada de alternativas de solución.
- Establecimiento de acuerdos de cooperación.
- Asesoramiento y acompañamiento técnico permanente.
- Fortalecimiento de las capacidades para la gestión del desarrollo local y regional.
- Aplicación del Plan de Monitoreo y Evaluación.

### Estrategias.

- Unidades familiares, grupos organizados, promotores y productores líderes dispuestos a compartir conocimientos y experiencias.
- Potenciar la capacidad productiva de base agroecológica de la zona para garantizar la seguridad alimentaria sana.
- Producción agropecuaria, con ventajas comparativas promoviendo la transformación y comercialización de la producción local.
- Organización de base y la sociedad civil potenciando sus capacidades de propuesta y ejercicio ciudadano con equidad de género.
- Aprovechar espacios de concertación estableciendo alianzas estratégicas inter institucionales para el desarrollo económico, político y social.

## 1.2 Ámbito de la experiencia

La experiencia de optimización del agua en zonas de montaña se realiza en las provincias de Canas y Espinar, específicamente en los distritos de Checca (09 comunidades campesinas), Kunturkanki (12 Comunidades campesinas) y Pichigua (05 Comunidades campesinas), pertenecientes a la cuenca del



FOTOGRAFÍA N° 1

Contexto  
Agro ecológico  
de la zona de  
estudio

río Apurímac, de las microcuencas de Waqrahuachu, Checca, Pichigua, Ccollpamayo y Moro.

La principal vía de acceso a esta zona se efectúa a través de la carretera asfaltada Cusco - Sicuani con 142 Km. en perfecto estado de conservación y un segundo tramo mediante la carretera afirmada Sicuani - El Descanso de 47 Km. en buen estado de conservación.

### 1.3 Contexto socio organizativo

La captación de agua desde pequeños manantes y acuíferos, que son derivados a través de sistemas entubados, que se almacenan en pequeños reservorios rústicos para luego derivarlos al consumo doméstico y el micro riego de parcelas de pastos cultivados y también para los abrevaderos de ganado vacuno y ovino. Esta interesante innovación se ha desarrollado con participación activa de familias campesinas, acompañados con el asesoramiento técnico de Kausay. De esta manera se apoya para que los sistemas productivos campesinos de tipo extensivo comiencen a incorporar el agua -aún en pequeños volúmenes- como un factor vital en los complejos sistemas de vida campesina, sobre todo para mejorar su calidad de vida.

Se ha constatado que muchas familias con sus propios recursos y esfuerzos han iniciado la replica de esta innovación, para lo cual toman como referencia el "modelo" ya validado por otras familias de manera exitosa.

La población se encuentra organizada y asentada en comunidades campesinas, en cuyo interior existen otras organizaciones temporales como los comités de salud, electrificación, riego, club de madres y jóvenes, entre otros.

En los últimos años, se han incorporado a la zona nuevos proyectos y entidades del Estado tales como los Proyectos Sierra Verde ( muy transitorio), Marenass, Foncodes, Caminos Rurales, el Corredor Cusco Puno y el Proyecto Cuenca Lechera del Gobierno Regional de Cusco, y desde el año 2002 el Proyecto Apoyo a la Gestión Concertada de los Recursos Naturales en Municipios Rurales MASAL de la COSUDE – MINAG.

## 1.4 Contexto Agro ecológico

Este ámbito de acción de Kausay, corresponde a una zona típica de puna, situada desde los 3,650 hasta los 4,860 msnm. Su fisiografía, aunque variada, presenta altiplanicies y vertientes montañosas con escasas áreas en fondo de valle. La ecología según L. Holdridge, presenta dos zonas de vida: el páramo muy húmedo sub alpino subtropical (pmh-SaS) y el bosque húmedo montano subtropical (bh-MS). Estas zonas se caracterizan por tener clima seco y frío durante la mayor parte del año donde la precipitación media anual de 818.39 mm, se concentra de diciembre a marzo mostrándose claramente la necesidad de adoptar medidas tendientes a proporcionar agua para las pasturas durante el resto del año, a partir de pequeñas fuentes . De acuerdo a SENAMHI, la temperatura promedio anual es de 8.45 °C, con las temperaturas mínimas promedio registradas en julio y con valores menores a 2.4°C y riesgo permanente de heladas. Es muy frecuente la presencia de granizadas durante el periodo de lluvias. La velocidad del viento varía de 7.0 a 9.2 m/s, considerados éstos como moderados a fuertes, generando humedades ambientales menores de 45% y donde la evapotranspiración potencial anual es de 1,192.47 mm.

Dadas estas características agro climáticas y un espacio físico natural con amplias tierras y comunidades vegetales con predominio de praderas altoandinas se desarrolla una actividad ganadera mayormente extensiva y una agricultura complementaria de secano sobre la base de papa amarga, quinua, kañihua y avena forrajera para el ganado.

De acuerdo al Reglamento de Clasificación de Tierras por su capacidad de uso mayor, la zona de estudio posee el 63% de tierras aptas para pastos, seguido de un 33% de tierras de protección y sólo el 1.80% son tierras aptas para cultivos en limpio.

## 1.5 Contexto económico productivo

En el ámbito de influencia del proyecto, se han identificado 4 tipologías de familias campesinas

- Ganaderos innovadores excedentarios.
- Ganaderos tradicionales excedentarios.
- Ganaderos estacionarios innovadores y
- Ganaderos de subsistencia.

De este mismo estudio se desprende que el 93% de los jefes de familia tienen como ocupación principal la actividad ganadera, en menor grado la agricultura, complementados con actividades comerciales, artesanales, venta eventual de mano de obra como obreros.

En cuanto se refiere al tamaño de las unidades de producción familiar de las familias campesinas y de acuerdo con el cuadro N° 1, se desprende que un 1% posee más de 200 ha, un 2% entre 100 y 200 ha, un 6% dispone menos de 5 ha y un 20% posee entre 5 y 10 ha; estos resultados indican que el 56% de la población cuenta entre 10 a 50 ha. El 80% de los productores son propietarios de sus parcelas, básicamente por herencia, por alquiler o compra, el 20% usufructúan tierras y/o alguna parcela comunal y donde el 9% es beneficiario de la reforma agraria.

**Cuadro N° 1. TAMAÑO DE LOS PREDIOS FAMILIARES (ha)**

AREA TOTAL (ha)	Nº de familias encuestadas	%
< 5	10	6
5.1 a 10.0	33	20
10.1 a 20.0	43	27
20.1 a 50.0	46	29
50.1 a 100.0	22	15
100.1 a 200.0	4	2
> 200	2	1
Total	160	100

Fuente: Diagnóstico Pecuario Social Distritos de Checca, Kunturkanki, Pichigua.

En lo concerniente a las áreas cultivadas con productos agrícolas tales como papa amarga y dulce, quinua, cañihua con ecotipos y variedades resistentes

a las heladas, avena forrajera y otros, éstos representan el 57% de las superficies cultivadas (en promedio 0.69 ha/familia).

## 1.6 El agua como el elemento vital y principal movilizador del cambio tecnológico.

Por los sondeos realizados de las superficies con riego y la conducción de bofedales por las familias campesinas, se encontró un promedio de 4.8 ha/familia, donde el 45% no poseían áreas con riego, constituyéndose en un segmento de familias sin posibilidades de introducir pastos cultivados y en situación de pobreza, un 24% de familias disponían entre 0.2 a 3.0 ha, el 12% entre 3.1 a 7.0 ha y el 19% restante con más de 7.1 ha con riego. (ver cuadro N° 2).

**Cuadro N° 2 ÁREA CON RIEGO EN LOS PREDIOS IDENTIFICADOS (ha)**

ÁREAS CON RIEGO (ha)	Nº de familias encuestadas	%
No poseen	72	45
0.2 a 3.0	38	24
3.1 a 7.0	19	12
7.1 a 10.0	14	9
> 10	17	10
TOTAL	160	100

Fuente: Diagnóstico Pecuario Social Distritos de Checca, Kunturkanki, Pichigua.

### La oferta de agua

La oferta de agua en la zona tiene dos fuentes principales: las aguas superficiales que son captadas desde los ríos, sobre todo desde el Río Huacrahuachu para el caso de Kunturkanki (fuertemente contaminada desde el poblado El Descanso); y las aguas subterráneas o de infiltración que son captadas a partir de los manantiales.

#### • Fuentes de agua superficial

Los caudales en agosto y setiembre (que corresponden a la época de estiaje) y de acuerdo a los valores medios del 50% de eficiencia de conducción y 80% de eficiencia de distribución, se ha estimado los caudales disponibles a nivel de cabecera de parcela.

### Cuadro N° 3 OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL

PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD Y NÚMERO DE CURSOS DE AGUA	Caudal (l/s)
Canas	Kunturkanki	Oquebamba (03)	52.00
Canas	Kunturkanki	Pucacancha (05)	1.57
Canas	Kunturkanki	Chuquira (01)	0.90
Canas	Kunturkanki	Tjusa (04)	8.00
Canas	Kunturkanki	Cebaduyoc (02)	7.50
Canas	Kunturkanki	Vilcamarca (03)	11.50
Canas	Kunturkanki	Cullcutaya (01)	2.00
Canas	Kunturkanki	Pumathalla (01)	750.00
Canas	Kunturkanki	Huarcachapi (01)	10.00
Canas	Kunturkanki	Hanansaya Ccollana (02)	140.00
Canas	Kunturkanki	Kcana Janansaya (02)	55.00
Espinar	Pichigua	Ccahuaya baja (11)	7.83
Espinar	Pichigua	Ccollpamayo (7)	3.52
<b>TOTAL (43 CURSOS DE AGUA)</b>			<b>995.35</b>
<b>PROMEDIO</b>			<b>23.14</b>
Canas	Checca	Sausaya (04)	761.00
Canas	Checca	Quillihuara (01)	8.00
<b>TOTAL (05 CURSOS DE AGUA)</b>			<b>769.00</b>
<b>PROMEDIO</b>			<b>153.80</b>

Fuente: Plan de Uso Racional de los Recursos Hídricos. Asociación Kausay 2002.

El agua superficial se presenta como el aporte de mayor importancia. El caudal disponible de los distritos de Kunturkanki y Pichigua ascienden a 995.35 l/s aportados por 43 cursos de agua, con un promedio de 23.14 l/s por curso, mientras que en el distrito de Checca se disponen de 769.00 l/s aportados por 05 cursos de agua con un promedio de 153.80 l/s por tanto el caudal total es de 1,764.35 l/s.

- **Fuentes de agua subterránea**

Las aguas de los manantiales al igual que los cursos de agua son consideradas como la oferta de segunda importancia. Estos afloramientos de agua, presentan regímenes permanentes con fluctuaciones del orden del 30% con respecto a los meses lluviosos y son:

**Cuadro N° 4 OFERTA HÍDRICA SUBTERRÁNEA DE LA ZONA DE ESTUDIO**

PROVINCIA:	DISTRITO:	COMUNIDAD Y N° DE FUENTES:	Caudal (l/s)
Canas	Kunturkanki	Oquebamba (14)	0.27
Canas	Kunturkanki	Pucacancha (26)	0.87
Canas	Kunturkanki	Chuquira (24)	0.79
Canas	Kunturkanki	Tijusa (23)	0.99
Canas	Kunturkanki	Cebaduyoc (19)	0.67
Canas	Kunturkanki	Vilcamarca (46)	2.00
Canas	Kunturkanki	Cullcutaya (20)	1.76
Canas	Kunturkanki	Pumathalla (48)	26.26
Canas	Kunturkanki	Huarcachapi (20)	16.25
Canas	Kunturkanki	Hanansaya Ccollana (20)	20.50
Canas	Kunturkanki	Kcana Janansaya (42)	13.32
Espinar	Pichigua	Ccahuaya baja (37)	7.83
Espinar	Pichigua	Ccollpamayo (33)	3.52
<b>TOTAL (372 MANANTIALES)</b>			<b>94.03</b>
<b>PROMEDIO</b>			<b>0.25</b>
Canas	Checca	Sausaya (33)	9.39
Canas	Checca	Quillihuara (14)	1.07
<b>TOTAL (47 MANANTIALES)</b>			<b>10.46</b>
<b>PROMEDIO</b>			<b>0.22</b>

Fuente: Plan para uso racional de los Recursos Hídricos. Asociación Kausay 2002.

El recurso hídrico subterráneo, se presenta con una ubicación dispersa. El caudal total de la oferta subterránea a nivel de los distritos de Kunturkanki y Pichigua asciende a 94.03 l/s aportados por 372 manantiales con un promedio de 0.25 l/s por manantial, mientras que en el distrito de Checca se dispone de tan sólo 10.46 l/s aportados por 2 manantiales con un promedio de 0.22 l/s. Por tanto, el caudal total es de 104.49 l/s.

La oferta total de agua a nivel de los distritos de Kunturkanki y Pichigua por ambas fuentes es de 1,089.38 l/s mientras que a nivel de Checca es de 779.46 l/s. y la oferta global subterránea de la zona es de 1,868.84 l/s.



## La demanda de agua

Con la finalidad de establecer un balance entre la oferta y la demanda de agua en la zona, se determinó la demanda de agua para fines agrícolas, así como para otros usos no agrícolas tales como: el uso doméstico, ganadería, energía e industrial.

- **Demanda para fines agrícolas**

La superficie de la zona de estudio comprende un área total de 49,768 ha; de las cuales el 62.45% corresponde a suelos aptos para pastos, es decir, 31,090 ha. mientras que un 0.50% se cultivan con especies andinas de pan llevar resistentes al frío y para el autoconsumo, en 248.84 ha.

- La cédula de cultivos para las zonas de estudio se circunscribe a la siembra de pastos anuales y permanentes.
- La demanda máxima bruta del mes crítico corresponde a setiembre con 76.15 mm al 75% de eficiencia parcelaria, el módulo de riego de 0.34 l/s/ha, define la demanda crítica requerida de 10,681.57 l/s.

- **Demanda de agua para fines no agrícolas**

Además de la demanda para usos agrícolas, que se constituye como la principal demanda de agua; es necesario estimar las demandas para usos no agrícolas; entre ellos se tiene: La demanda de agua para uso ganadero, consumo doméstico. En este sentido, se considera que la demanda oscila entre el 3 al 5% de la demanda de agua para fines agrícolas, correspondiendo en este caso al 5% de 10,7681.57 l/s, que arroja un volumen de 534.07 l/s.

- **Balance hídrico global mensual**

La oferta en el mes considerado crítico es de 1,868.84 l/s. mientras que la demanda para el mismo mes es de 10,681.57 l/s, arrojando un déficit de 8,812.73 l/s; este resultado demuestra que se trata de una zona altamente deficitaria en agua, donde cualquier esfuerzo por aprovechar y hacer uso eficiente de los escasos recursos hídricos disponibles son plenamente justificados.

FOTOGRAFÍA N° 2  
Una vivienda típica de la  
zona, deficitaria en  
agua.  
Fotografía N° 2 Una



## Información bioclimática e hidrológica de la Microcuenca Waqrahuachu<sup>2</sup>

Adicionalmente a la información anterior, en esta parte incorporamos información bioclimática referencial de la Cuenca Waqrahuachu ubicada en el Distrito de Kunturkanki y en la margen derecha del Río Apurímac. La información recabada para esta microcuenca es válida para la zona de Kunturkanki, Checca y otros distritos aledaños. Los gráficos que están en esta parte son bastante ilustrativos para entender las características bioclimáticas, que asociada a la oferta de agua en la zona, determinan también características ambientales muy particulares.

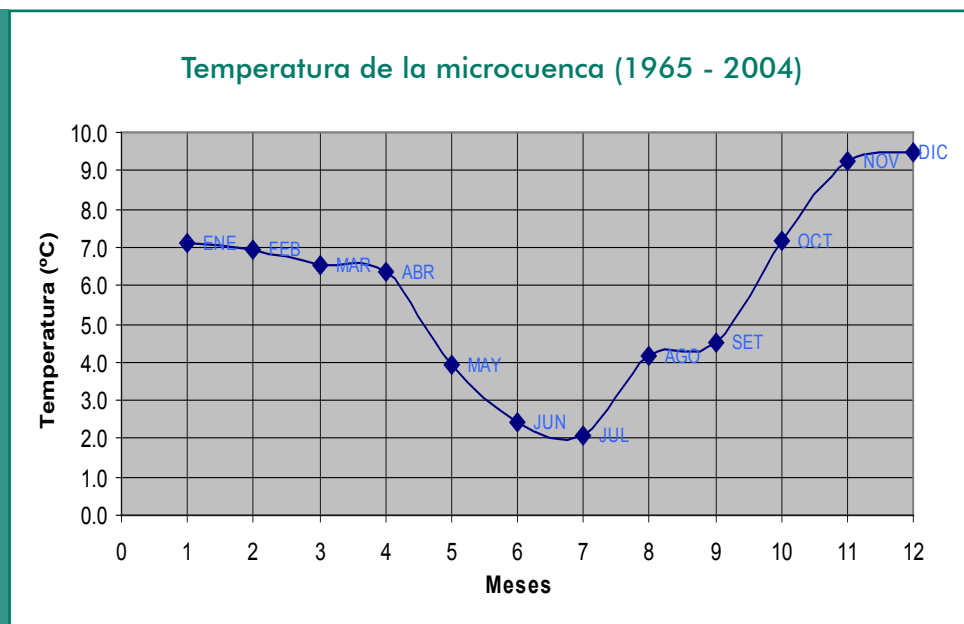
Es evidente la alta deficiencia de agua en estos ecosistemas frágiles y vulnerables sobre todo a eventos climáticos como las heladas, los friajes, las granizadas y las sequías. Es esta situación crítica y recurrente la que desafía la capacidad innovativa y el ingenio de miles de familias. Sin embargo, esta capacidad para enfrentar esta situación llega a un límite, es aquí entonces donde un agente externo con nuevas fuentes de conocimiento y tecnología, puede ayudar a incorporar nuevas prácticas; en este caso sistemas de optimización y valorización efectiva de la escasa oferta de agua en la zona, donde se ha demostrado que “con poco se hace mucho”...

---

<sup>2</sup> Datos del Estudio sobre Recursos Hídricos elaborado por MASAL y la Mancomunidad de Municipalidades Distritales Altiva Canas. Cusco 2007.

La gráfica siguiente muestra el comportamiento de la temperatura en un rango de 40 años en la microcuenca Waqrahuachu.

Gráfico N° 1 HISTOGRAMA DE LAS TEMPERATURAS.



Fuente: MASAL en base a información SENAMHI

## Precipitación

La cuenca Waqrahuachu, recibe una apreciable cantidad de precipitación pluvial a lo largo del año, con una distribución variable en tiempo y espacio; la media anual en la microcuenca se estima en 821.79mm.

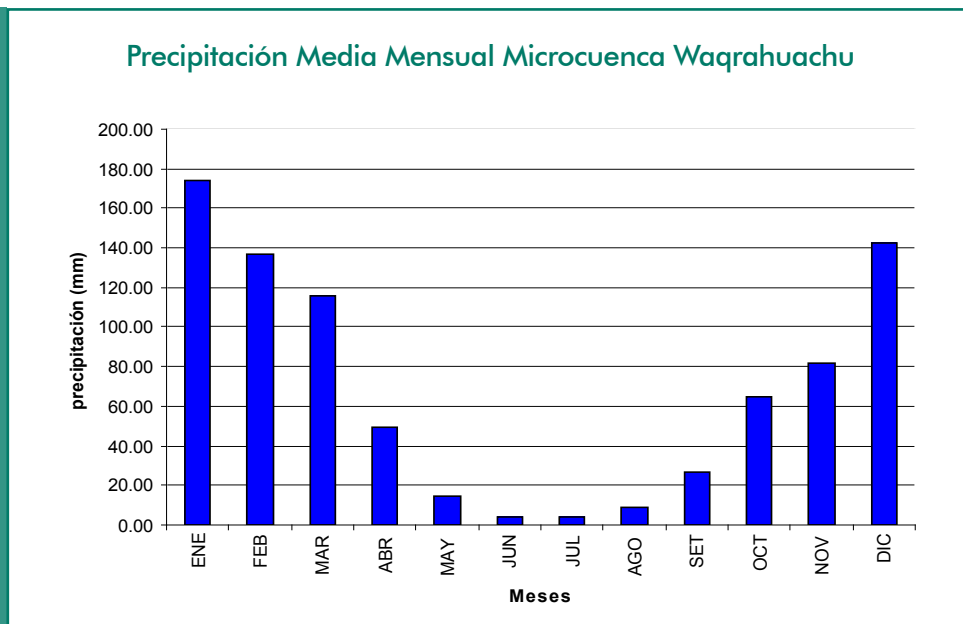
En general la distribución de la precipitación a lo largo del año es marcadamente diferente, presentándose un período "seco" largo entre los meses de Abril a Septiembre y un periodo "lluvioso" corto que se da entre diciembre a Marzo.

## Cuadro N° 5 PRECIPITACIÓN MEDIA DE LA MICROCUENCA

MESES	MEDIA	MESES	MEDIA
ENE	173.79	JUL	3.94
FEB	136.64	AGO	8.64
MAR	116.05	SET	26.32
ABR	49.05	OCT	65.05
MAY	14.93	NOV	81.53
JUN	3.71	DIC	142.14
TOTAL		821.79	

Fuente: MASAL en Base a información SENAMHI. 2007

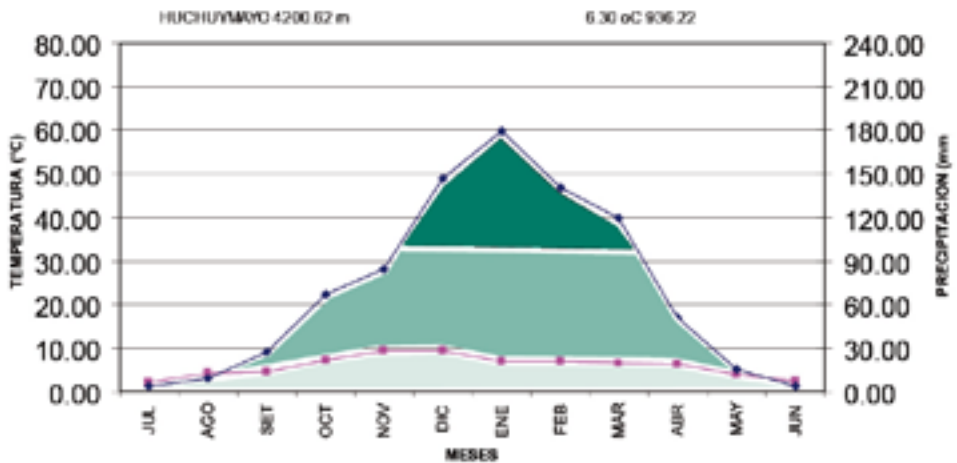
## Gráfico N° 2 HISTOGRAMA DE LAS PRECIPITACIONES



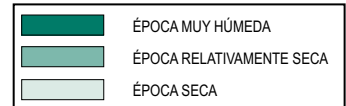
Fuente: MASAL en Base a información SENAMHI. 2007.

## Gráfico N° 3 CLIMATODIAGRAMA

### Climatodiagrama de la microcuenca de Waqrahuachu



Fuente: MASAL, en base a información SENAMHI.



## Aforos



FOTOGRAFÍA N° 3  
Aforo del riachuelo  
Ccahuasimayo  
(Dist. Checca).  
Foto MASAL 2007.

## Balance Hídrico

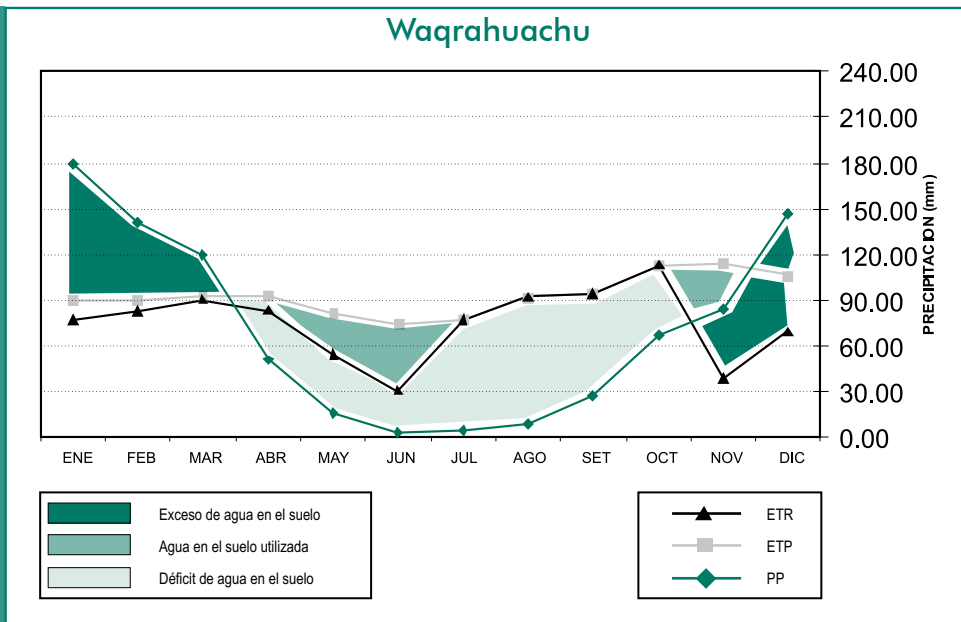
El balance hídrico es deficitario en la microcuenca, mayormente debido a la alta demanda agrícola. Las demandas domésticas son relativamente bajas, en comparación a las ofertas.

Cuadro N° 6 BALANCE HÍDRICO DE LA MICROCUENCA

Microcuenca	Oferta (l/s)	Demanda (l/s)			Balance
		Doméstica	Agrícola	Pecuaría	
Waqrahuachu	91.03	2.63	153	4.51	-69.12

Fuente: MASAL

Gráfico N° 4 BALANCE HÍDRICO



Fuente: MASAL, en base a datos de SENAMHI.

## 1.7 Síntesis de la Problemática

Como síntesis de la problemática respecto al agua, en términos generales las constataciones son las siguientes:

- Escasa infraestructura de agua para consumo doméstico, con una fuerte tendencia al uso de aguas contaminadas obtenidas directamente de las fuentes que también son abrevaderos del ganado.
- Uso restringido de obras de riego, las escasas obras existentes son generalmente a tajo abierto o parcialmente revestidas, las reducidas obras de arte se encuentran en condiciones precarias y muchas veces en estado de abandono, presentando problemas de baja eficiencia; la falta de mantenimiento es otro problema estructural que agudizó la escasez de agua, disminuyendo la vida útil de la infraestructura.
- En términos generales, la calidad de las aguas es buena y están tipificadas como APTAS para consumo doméstico previa cloración. Sin embargo, algunos manantiales tales como: Kishuarani en Waqrahuachu y de Casablanca en Hanansaya presentan problemas de salinidad. El río Waqrahuachu que constituye el mayor volumen de agua de Kunturkanki está fuertemente contaminado desde el poblado de El Descanso.
- La disponibilidad de agua a nivel de fuentes superficiales y subterráneas es ampliamente deficitaria con respecto a la demanda de las áreas aptas para el riego.
- Sólo las capitales distritales cuentan con servicios de agua y desagüe, y otros servicios como energía eléctrica, posta sanitaria, teléfono público e infraestructura educativa; mientras la mayoría de las comunidades carecen de estos servicios básicos.

## CAPÍTULO II

### LOS PEQUEÑOS SISTEMAS DE AGUA DE USO MÚLTIPLE

#### 2.1 Introducción

A la fecha, se han implementado pequeños sistemas de agua de uso múltiple que ponen en valor pequeños caudales de agua, casi nada se ha escrito sobre estas obras de infraestructura de uso de agua. De acuerdo a las características básicas de su desempeño, podríamos describir estos sistemas de agua de uso múltiple, como aquellas obras de infraestructura destinadas a captar, conducir y distribuir el agua para atender las necesidades de consumo doméstico, consumo animal, riego de hortalizas en invernaderos y para el riego presurizado de pequeñas y medianas parcelas de pastos cultivados en función a la disponibilidad del agua almacenada en pequeños reservorios mejorados con aplicación de mantas plásticas diseñados por el INIA Cusco.

#### 2.2 Usuarios de los sistemas de uso de agua

Estos pequeños sistemas de uso múltiple de agua, están dirigidos al uso doméstico y de salubridad familiar, al riego presurizado de pastos cultivados y para los abrevaderos del ganado vacuno y ovino. Como beneficiarios de esta propuesta innovadora se han elegido prioritariamente a familias simples y/o ampliadas; y en segundo lugar a familias extensas que comparten espacios y relaciones de parentesco.

En algunos casos las familias beneficiarias conforman grupos o asociaciones de carácter productivo y participan en forma organizada en los proyectos institucionales; estos grupos están unidos generalmente mediante vínculos familiares, espirituales o por intereses comunes, lo cual les facilita la toma de decisiones para participar en los procesos de adopción, capacitación e internalización de la tecnología, donde la posibilidad de integrar criterios es importante en términos de la apropiación de la tecnología y también para garantizar su sostenibilidad.



El siguiente cuadro muestra el detalle de sistemas de riego planificados y ejecutados en la zona de influencia de Kausay durante los años 1997 – 2005.

**Cuadro Nº 8 NÚMERO DE SISTEMAS DE AGUA DE USO FAMILIAR PLANIFICADOS Y EJECUTADOS POR KAUSAY SEGÚN FUENTES DE APOYO (1997 – 2005)**

PROYECTO FUENTE	MISEREOR		PAN PARA EL MUNDO		MANOS UNIDAS		PROSALUS		TOTAL PLANIF.	TOTAL EJECUT.
	P	E	P	E	P	E	P	E		
Riego por aspersión	120	117	80	80	18	55*			218	252
Protección y adecuación de manantes	117	105	90	83	40	27			247	215
Construcción de Reservorios con mantas plásticas	45	66	90	98	15	27			150	191
Construcción y mantenimiento de canales de riego	32	22.5	32	15.2	12	11.5			(*) 76	(**) 49
Sistemas de agua entubada para uso humano							440	460	440	460
<b>TOTAL</b>									<b>1131 unid.</b>	<b>1167 unid.</b>

(*)	(**)
76 Km. de agua entubada	49 Km. de agua entubada

FUENTE: Informes Kausay.

## 2.3 Procedimiento para determinar la construcción de sistemas de agua multiuso.

Para proceder a tomar decisiones respecto a la construcción e implementación de sistemas multiuso de agua a partir de pequeñas fuentes de agua, en zonas con alto déficit en agua, el procedimiento consiste en tres momentos:

### a. Identificación y evaluación de caudales.

**Identificación de fuentes.-** Luego de recibir la solicitud, de parte de familias interesadas, el equipo técnico de Kausay en coordinación con los usuarios planifica una constatación in-situ de las fuentes de agua, verificando aquí los caudales (aforos), las limitaciones y el comportamiento seriado del volumen de agua disponible considerando épocas de abundancia y estiaje.

**Diseño Técnico.-** Con la información recogida, se diseña un perfil técnico sencillo acompañado de un croquis del sistema, complementado por los costos distribuidos entre los posibles cooperantes y/o coejecutores con su respectivo cronograma de actividades.

### b. Infraestructura básica

#### **Cámara de captación.-**

Es la infraestructura inicial que se construye para la recepción del agua del manante y suministra a la red de conducción con autorregulación o tubería de desfogue que será una caja de concreto simple cuyas dimensiones varían para cada caso.

**Línea de conducción.-** La línea de conducción se instala teniendo en cuenta el cálculo hidráulico y topográfico del terreno, el caudal del uso y las distancias entre la cámara de carga, con tubería PVC de  $\frac{3}{4}$ " y  $\frac{1}{2}$ " de diámetro SAL case 7.5 PAVCO VINDUIT, que serán enterradas a 0.40 m. de profundidad del suelo en una distancia de 100 ml. calculada para soportar una presión efectiva de 5 bares (20 m.c.a.).

**Reservorio.-** El reservorio es una infraestructura semi rústica impermeabilizada con geomembrana y/o manta plástica especial, cuyas dimensiones 4 m x 3 m x 120 m, es decir con una capacidad de almacenamiento de agua de 14 metros cúbicos aproximadamente, protegidas con paja y

culos de tierra en los bordes del reservorio, a partir del cual suministrará la red de distribución hasta los hidrantes en la parcela.

**Línea red de distribución.-** La línea de distribución se inicia con tubos PVC, SAP de 1.5" de diámetro, solamente a la salida del reservorio y luego con tubos PVC SAP de ¾", clase 7.5 hasta la cabecera de la parcela, concluyendo en los hidrantes.

### c. Equipamiento básico.

**Hidrantes.-** Se construyen de 1 a 2 o más hidrantes y/o cajas de concreto ciclópeo para proteger accesorios de la válvula de purga de aire y/o equipo de acople rápido para una operación fácil. Dependiendo si es un sistema familiar y/o multifamiliar; además estas cajas se ubicarán en sitios estratégicos dentro de la parcela con pasto cultivado para facilitar un riego simultáneo con varios equipos móviles de riego.

**Equipo de riego móvil.-** La línea móvil del sistema consta de mangueras de polietileno de 32 mm. (3/4) y con accesorios de distribución de marca MANDRAGON, por la simplicidad que presenta en la operación del sistema cada módulo familiar por 40 ml.

**Aspersores.-** Los aspersores son dispositivos que distribuyen el agua sobre la superficie a través de una o varias boquillas por efecto de la presión del agua, para el funcionamiento adecuado de los aspersores las familias se equipan con elevadores de tuberías de fierro galvanizado de ¾" x 0.90m. de altura con accesorios de conexión a la línea móvil y aspersores; con estructura de soporte del aspersor se utiliza trípodes metálicos tipo pata de gallo, de fierro corrugado o liso de ½" x ½" y 0.90 m. de altura pintados con esmalte de color blanco para mayor visualización y evitar su oxidación prematura.

## 2.4 Tipos de sistemas de agua de uso múltiple implementados y validados.

La cantidad de agua en la fuente, define la mayor o menor diversidad de usos del agua, por tanto, la cantidad de componentes de un sistema de agua para atender una o más demandas. Se puede afirmar que el proceso de innovación tecnológica se ha iniciado a partir de la necesidad de satisfacer las demandas más primordiales y urgentes para la familia campesina, que

en orden de prioridades se expresa en: agua para consumo doméstico, agua para consumo de los animales y finalmente agua para el riego de parcelas de pastos cultivados. En este sentido, los sistemas primigenios construidos fueron los sistemas más simples orientados al uso y manejo de los caudales más pequeños. A medida que la oferta de agua en las fuentes eran mayores se ha procedido a construir sistemas cada vez más complejos para emplear los excedentes hacia la satisfacción de necesidades de segunda y tercera prioridad. A continuación la descripción de estos sistemas de agua de uso múltiple en un orden creciente de complejidad:

### 2.4.1 Captación de agua para consumo doméstico

Estos pequeñas sistemas de agua se construyeron para aprovechar mejor las pequeñas cantidades de agua ofertada por las fuentes (manantes), con caudales menores de 0.01 l/s. Lo primero que realizaron las familias campesinas con asesoramiento de los técnicos de Kausay fue aislar la fuente mediante obras simples de protección del ojo del manantial utilizando mortero de cemento, y provistos de una tapa del mismo material, para evitar de esta manera la contaminación de sus aguas con gérmenes y otros agentes externos como ocurre generalmente cuando los animales domésticos abreven directamente de la misma fuente. Posteriormente, esta agua, es conducida a través de tubería plástica hasta un reservorio con protección interna de manta plástica tipo INIA, de la cual se derivan a una o más piletas para su utilización con fines de uso doméstico, y otros como ya se ha mencionado.

La tecnología de innovación es muy simple, los materiales predominantes son el mortero de cemento y los agregados arena y grava, las redes de conducción y distribución son de PVC de 1/2" y 3/4" de diámetro y de tramos generalmente cortos. Los reservorios, son también de pequeñas dimensiones que fluctúan entre 15 hasta 50 m<sup>3</sup>; y están construidos a tajo abierto y recubiertos con manta plástica. Las tareas de operación son simples y consisten en la apertura y cierre de llaves de las piletas; el trabajo de mantenimiento se realiza generalmente cada 3 a 6 meses, por su magnitud estos sistemas sirven a un reducido número de familias.

Indudablemente, estos sistemas de uso de agua son obras muy simples y de muy bajo costo, pero eficientes y vitales en su uso, logrando el mejoramiento de la salud especialmente infantil. Así como la higiene personal y del hogar en su conjunto.



DIBUJO Angeles Huilca - MASAL

DIBUJO Nº 1

FOTOGRAFÍA Nº 4.

Manantial protegido con mortero de cemento para la captación y derivación a piletas para consumo doméstico



FOTOGRAFÍA Nº 5

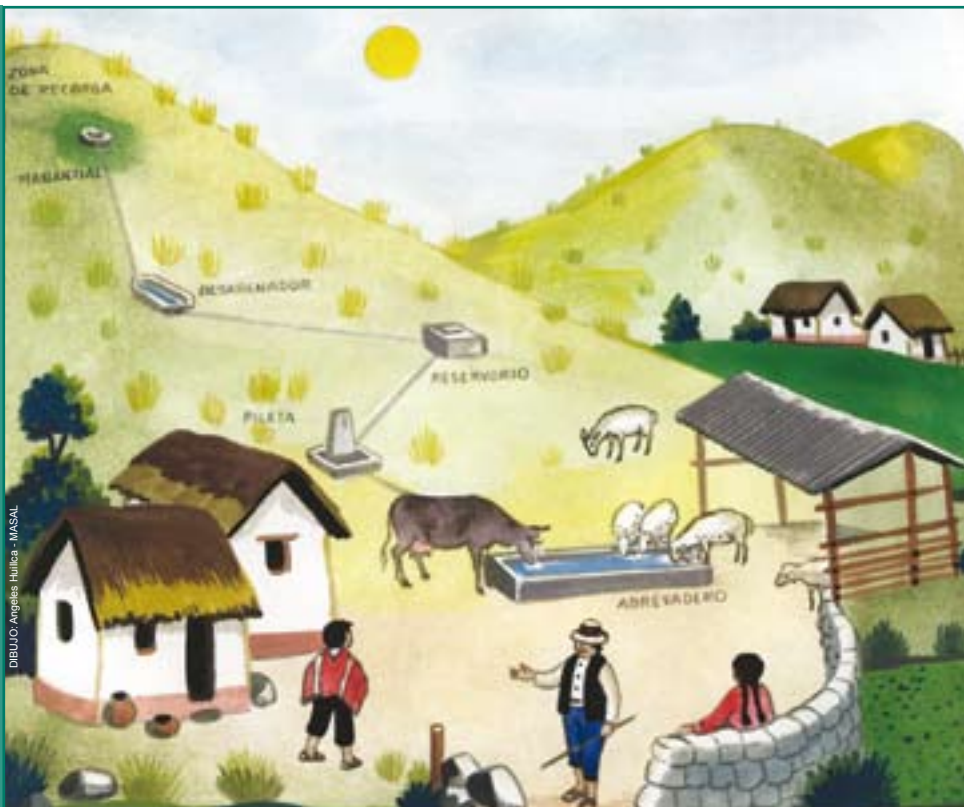
Pileta para consumo doméstico de agua



## 2.4.2 Captación de agua para consumo doméstico y consumo de animales.

Una primera variante al sistema anterior, es que las cantidades de agua ofertadas por la fuente en periodos críticos son mayores que los anteriores, varían entre 0.01 a 0.10 l/s, la cual permite no sólo captar sus aguas para satisfacer la demanda familiar para uso doméstico, sino también para el consumo de sus animales domésticos. En estas condiciones, se protege el manantial al igual que en el caso anterior, se procede al desarenado, luego se almacenan los excedentes en un reservorio para derivar las aguas a piletas para uso doméstico y además los excedentes son derivados a un pequeño abrevadero construido para tal fin.

Este tipo de sistemas, igualmente se ubican en las inmediaciones de las viviendas. La tecnología de innovación es también simple, y los materiales de construcción son el mortero de cemento, la manta plástica, tuberías de





PVC y los agregados, las redes de conducción y distribución son de PVC de ½" de diámetro y de tramos más largos. Los reservorios, en caso de existir, son también pequeños y están construidos a tajo abierto cubiertos con manta plástica, aunque es posible encontrar revestidos de concreto. Las tareas de operación son simples y consisten en abrir y cerrar las llaves de las piletas, el abastecimiento de agua al abrevadero es manual; el trabajo de mantenimiento se realiza cada 3 a 6 meses. Por su magnitud estos sistemas sirven a mayor número de familias variando de 3 a 4 y sus costos varían entre S/ 500 a S/ 700 (175 a 230\$ US) por sistema.



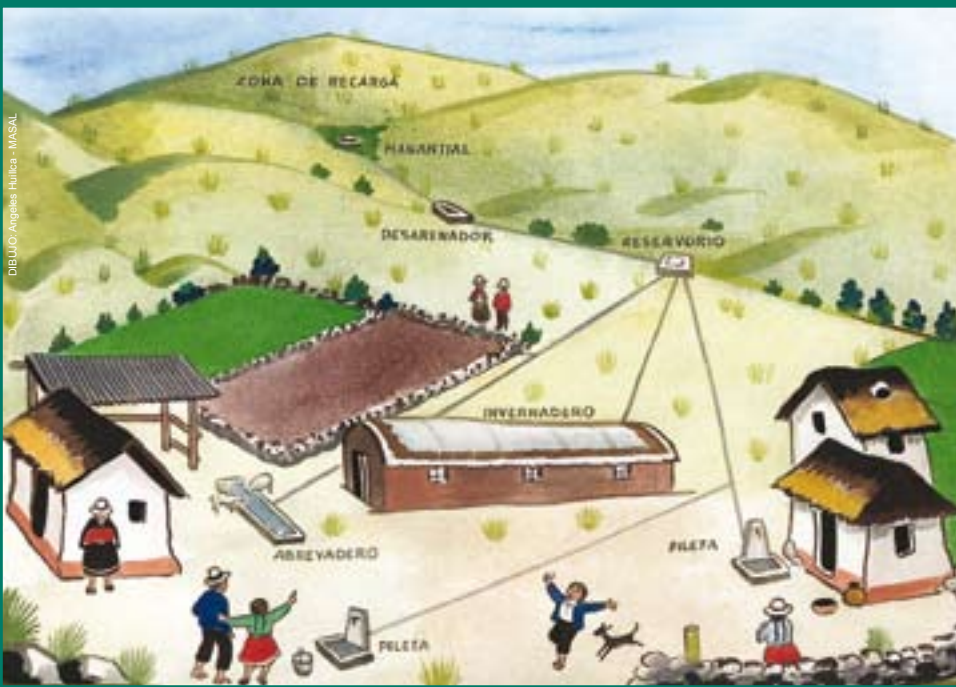
FOTOGRAFÍA N° 6

Abrevadero construido para los excedentes de agua procedentes de las piletas de uso doméstico.

### 2.4.3 Captación de agua para consumo doméstico, consumo de animales y para riego de hortalizas en pequeños invernaderos.

Esta segunda variante, es un sistema ampliado con respecto al anterior y se trata de sistemas con cantidades de agua ofertadas por la fuente iguales o ligeramente mayores a 0.10 l/s, lo cual permite captar las aguas para satisfacer la demanda de uso doméstico, la demanda de agua para el consumo de animales y además los excedentes para el riego del cultivo de hortalizas en pequeños invernaderos. En estas condiciones, y al igual que en los casos anteriores, se protege el manantial y se derivan las aguas a piletas para uso doméstico, luego a los abrevaderos y finalmente los excedentes a un reservorio revestido para el riego de los cultivos instalados en pequeños invernaderos.

La tecnología de innovación es todavía simple y los materiales de construcción son el mortero de cemento, la manta plástica, los invernaderos de adobe y cubierta de plástico, las tuberías de PVC, los agregados, las redes de conducción y distribución son de PVC de ½" de diámetro y de tramos algo más largos. Los reservorios, están construidos a tajo abierto



DIBUJO Nº 3

cubiertos con manta plástica y en casos aislados revestidos de concreto. Las tareas de operación son simples y consisten en abrir y cerrar las llaves de las piletas, el abastecimiento de agua al abrevadero e invernadero es manual; el trabajo de mantenimiento se realiza semestralmente. Por su magnitud estos sistemas sirven a mayor número de familias alcanzando hasta 5 y sus costos varían entre S/ 500 a S/ 900 nuevos soles (166 a 300 \$US) por sistema. Estos sistemas son todavía obras simples construidas contando con la mano de obra de los campesinos, aunque es necesaria la presencia de un gasfitero.

FOTOGRAFÍA Nº 7.

Invernadero con hortalizas y pileta familiar.

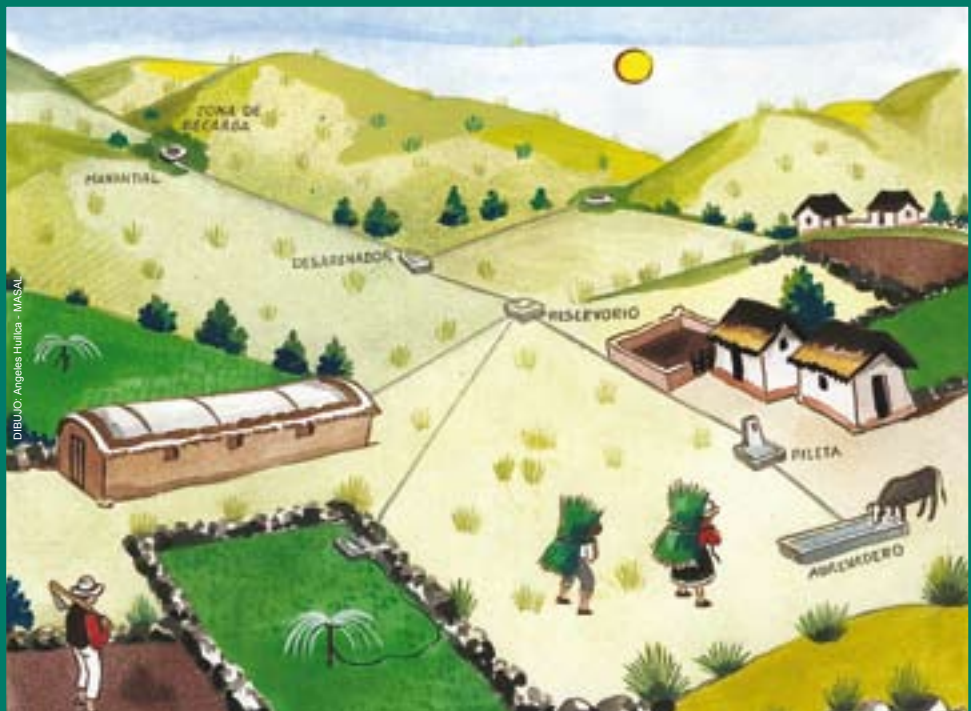




#### 2.4.4 Captación de agua para consumo doméstico, consumo de animales, almacenamiento en reservorio para riego de hortalizas en invernaderos y riego de pastos en pequeñas parcelas.

Se trata de una tercera variante, donde estos sistemas de agua se han construido cuando las cantidades de agua ofertadas por las fuentes son mayores a 0.10 l/s, alcanzando caudales hasta de 1.00 l/s, las mismas que proceden de una o más fuentes, lo que permite captar aguas para satisfacer la demanda de uso doméstico, así mismo para satisfacer la demanda de agua para el consumo de animales, y por otra parte para atender el riego de hortalizas en pequeños invernaderos y que además presentan remanentes que permiten ser almacenados en reservorios durante la noche para el riego de pequeñas parcelas con cultivos o pastos.

En este tipo de sistemas, la tecnología de innovación ya requiere la presencia de un técnico para que asesore su construcción; los materiales de construcción son el mortero y el concreto de cemento, la manta plástica, los invernaderos de adobe y cubierta de plástico, las tuberías de PVC, los agregados, las redes de conducción y distribución son de PVC de ½" a 1" de diámetro y de tramos



largos. Los reservorios, están contruidos a tajo abierto cubiertos con manta plástica o revestidos de concreto en algunos casos. Las tareas de operación son simples y consisten en la apertura y cierre de las llaves de las piletas, el abastecimiento de agua al abrevadero e invernadero es manual; el agua derivada a las parcelas de riego es mediante pequeños hidrantes donde se acopla una manguera provista de un aspersor de baja presión y pequeño círculo húmedo. El trabajo de mantenimiento se realiza anualmente, por su magnitud estos sistemas sirven a mayor número de familias y según la oferta hídrica puede alcanzar hasta 5, variando sus costos entre S/. 1,200 a S/. 3,500 nuevos soles ( 400 a 1,175 \$US) por sistema.

FOTOGRAFÍA N° 8.

Reservorio a tajo abierto y revestido de manta plástica tipo INIA.



FOTOGRAFÍA N° 9

Hidrante y manguera con aspersor para el riego de una pequeña parcela con pastos cultivados.



## 2.4.5 Captación de agua y almacenamiento en reservorios para riego de pastos.

Estos sistemas, tienen características particulares que los hacen diferentes a los anteriores, se construyen cuando las cantidades de agua ofertadas por la fuente son mayores de 1.00 l/s, lo cual permite captar agua para ser derivada y almacenada directamente en reservorios nocturnos para el riego de parcelas con pastos cultivados. En este caso, se construye una estructura de captación y además se deriva el agua entubando la totalidad de su caudal hasta un pequeño reservorio nocturno para su almacenamiento y luego para proceder al riego diurno de los pastos instalados en parcelas ubicadas en las inmediaciones de las viviendas o estancias. Cabe manifestar que en estas condiciones las demandas de agua para uso doméstico y de los animales generalmente son satisfechas por otras pequeñas fuentes de agua, de las cuales éstas son totalmente independientes.



DIBUJO N° 5

DIBUJO: Angeles Huilca - M.S.A.L.

En este tipo de sistemas se requiere la presencia de un técnico para que dirija y asesore su construcción; los materiales necesarios son el mortero y el concreto de cemento, la manta plástica, las tuberías de PVC, las unidades de riego de manguera o polietileno, agregados, las redes de conducción y distribución son de PVC de 1" a 3" de diámetro y de tramos largos. Los reservorios están contruidos a tajo abierto cubiertos con manta plástica o revestidos de concreto. Las tareas de operación requieren la capacitación de los usuarios, especialmente para el riego parcelario; el agua derivada a las parcelas de riego es mediante pequeños hidrantes donde se acopla una manguera provista de uno o más aspersores de baja presión y pequeño círculo húmedo. El trabajo de mantenimiento se realiza anualmente o cuando las condiciones así lo exijan, por su magnitud estos sistemas sirven a mayor número de familias y según la oferta hídrica puede alcanzar hasta 5, variando sus costos entre S/. 1,600 a S/. 1,800 nuevos soles ( 530 a 600 \$US) por sistema.

Estos sistemas, son contruidos contando con mano de obra no calificada de los usuarios y requieren la presencia de un gasfitero albañil y la asistencia de un asesor comunal. Por otra parte, cabe manifestar que estos pequeñas sistemas de riego permiten el cultivo de pastos en pequeñas áreas y dinamizan la producción ganadera hacia sistemas semi intensivos.

#### 2.4.6 Captación de agua para riego de pastos cultivados

Estos sistemas de riego se construyen cuando las cantidades de agua ofertadas por las fuentes son mayores de 2.00 l/s, que proceden generalmente de riachuelos y ríos. En estas condiciones, se puede regar parcelas mayores de 6.00 ha, lo cual permite implementar pequeños sistemas de riego convencionales para el riego de parcelas con pastos instalados; en este caso las obras cumplirán estrictamente las funciones de riego. Es decir, cuentan con estructuras de: captación, conducción, distribución y riego parcelario sin reservorios, dando lugar a los clásicos sistemas de riego por aspersión. Al igual que en el caso anterior, las demandas de agua para uso doméstico y de los animales son satisfechas por otras pequeñas fuentes de agua.

En este tipo de sistemas, la tecnología de innovación requiere la presencia de un profesional para que apoye en el diseño y construcción; los materiales de construcción son el mortero y el concreto de cemento, las tuberías de PVC, las unidades de riego con polietileno, agregados, las redes de conducción y distribución son de PVC de 1" a 6" de diámetro y de tramos



generalmente muy largos. Las tareas de operación y distribución requieren la capacitación de los usuarios para el riego parcelario, la dotación de agua a las parcelas de riego es mediante hidrantes a los que se acopla una manguera de PE provista de varios aspersores de baja, mediana o alta presión. El trabajo de mantenimiento se realiza anualmente o cuando las condiciones lo exijan, por su magnitud estos sistemas sirven a un mayor número de familias y según la oferta hídrica puede beneficiar hasta 20 familias, variando sus costos entre S/ 10,000 a S/ 15,000 nuevos soles (3,300 a 5,000 \$US) por sistema.

Estos sistemas de riego con caudales mayores permiten el cultivo de pastos en medianas y grandes áreas y permiten dinamizar la producción ganadera hacia sistemas semi intensivos. Ver cuadro N° 9.

FOTOGRAFÍA N° 10.

Captación desde canal mediante cámara de carga para el riego de parcelas por aspersión.



Adicionalmente a este cuadro síntesis (Cuadro N° 9), mostramos también la estructura de costos y sus componentes en la construcción de estos sistemas multiuso de agua, este cuadro nos da una idea aproximada no sólo de sus componentes, sino también de cómo se articulan los aportes locales y los aportes del proyecto. Ver cuadro N° 10.

Cuadro N° 9 SINTESIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE USO MÚLTIPLE

TIPO	CAUDAL (l/s)	COMPONENTES	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN MANTENIMIENTO	FAMILIAS USUARIAS	COSTOS SUS
Captación de agua para consumo doméstico	< 0.01	-Protección de manantial -Desarenador -Pileta	-Cemento -Agregados -Grifería	Operación Simple Mantenimiento trimestral	1 a 3	100 a 165
Captación de agua para consumo doméstico y consumo de animales	0.01 a 0.10	-Protección de manantial -Reservorio -Pileta -Abrevadero	-Cemento -Manta plástica -Agregados -Tuberías de PVC -Grifería	Operación Simple de válvulas Mantenimiento trimestral	3 a 4	165 a 230
Captación de agua para consumo doméstico, consumo de animales y para riego de hortalizas en invernadero	> 0.10	-Protección de manantial -Desarenador -Reservorio -Pileta -Abrevadero	-Cemento -Manta Plástica -Agregados -Tuberías PVC -Grifería	Operación simple de válvulas Mantenimiento semestral	1 a 5	165 a 300
Captación de agua para consumo doméstico, consumo de animales, riego de hortalizas en invernadero y riego de pastos en pequeñas parcelas	0.10 a 1.00	-Protección manantial -Desarenador. -Reservorio -Pileta. -Abrevadero -Red invernadero.	-Aspersores -Mangueras -Cemento, -Manta plástica -Agregados, -Tuberías PVC -Grifería	Requiere de conocimientos básicos de riego parcelario. Mantenimiento anual	1 a 5 según oferta de la fuente	400 a 1665
Captación de agua para almacenar agua en reservorio y riego de pastos en parcelas medianas y grandes	> 1.00	-Captación -Desarenador -Reservorio -Red a la parcela	-Aspersores -Mangueras -Cemento, -Manta plástica -Agregados, -Tuberías PVC -Grifería.	Requiere de conocimientos de riego parcelario. Mantenimiento anual	1 o más según oferta de la fuente	530 a 600
Captación y derivación del agua a las parcelas de riego con pastos cultivados	> 2.00	-Captación -Desarenador -Red a la parcela	-Aspersores -Mangueras -Cemento, -Manta plástica -Agregados, -Tuberías PVC -Grifería.	Requiere de conocimientos de riego parcelario. Mantenimiento anual	Varias familias según oferta de la fuente	3,300 a 5,000

## Cuadro N° 10 ESTRUCTURA DE COSTOS POR TIPO DE SISTEMAS DE AGUA

(Estimación promedio)  
En Dólares US

N° de orden	DESCRIPCION	TIPOS DE SISTEMAS DE AGUA DE USO MULTIPLE					
		3.3.1. Captación de agua para consumo doméstico	3.3.2. Captación de agua para consumo doméstico y consumo de animales	3.3.3. Captación de agua para consumo doméstico y consumo de animales y riego de hortalizas en pequeños invernaderos	3.3.4. Captación de agua para consumo doméstico y consumo de animales y almacenamiento en reservorio para riego de hortalizas en invernaderos y riego de pastos en pequeñas parcelas	3.3.5. captación de agua y almacenamiento en reservorios para riego de pastos	3.3.6. captación de agua para riego de pastos cultivados
1	Recursos Locales	25	34	34	34	34	100
2	Materiales externos	137	167	300	467	400	267
3	Accesorios	40	42	67	83	34	867
4	Mano de Obra calificada	34	50	100	117	40	667
5	Mano de obra no calificada	17	20	50	60	67	200
COSTO TOTAL		253	313	551	761	575	2,101

Fuente: Kausay 2006

### Aclaraciones:

**Recursos Locales.**- Están considerados piedras, arena fina y hormigón, entre otros.

**Materiales externos:** Cemento, fierro corrugado, alambres, manta plástica, etc.

**Accesorios.**- Tubos, codos, grifos, niples, mangueras, trípode, aspersor, etc.

**Mano de obra calificada.**- Pago del albañil y/o técnico en construcción asumido por Kausay.

**Mano de obra no calificada.**- Se valoriza el trabajo individual y familiar del beneficiario.

## CAPÍTULO III

### CAMBIOS ECONÓMICOS, PRODUCTIVOS, TECNOLÓGICOS Y SOCIALES .

Este capítulo da cuenta sobre los cambios y/o efectos más importantes que se han producido por la incorporación del agua aún en pequeños volúmenes en sistemas de producción familiares tradicionalmente de secano y extensivos en la intensidad de uso de sus medios de producción. Para ilustrar mejor estos cambios se acompaña algunos testimonios recogidos en terreno.

#### 3.1 Cambios en la salubridad y en los sistemas económico-productivos.

Aún cuando en muchos casos la implementación de estos pequeños sistemas de agua de uso múltiple tienen poco tiempo (2 a 3 años), se perciben cambios favorables que se traducen en:

- La captación, derivación, desarenado y entubado de los pequeños caudales ofertados para su conducción a una pileta ha permitido mejorar las condiciones de uso del agua, tanto para las familias como para los animales: En las familias se evidencian mejoras en sus condiciones de salud, higiene y en la alimentación.

**Ahora nuestros niños tienen agua limpia y sana para tomar, antes tomábamos agua junto con los animales de la misma fuente.**

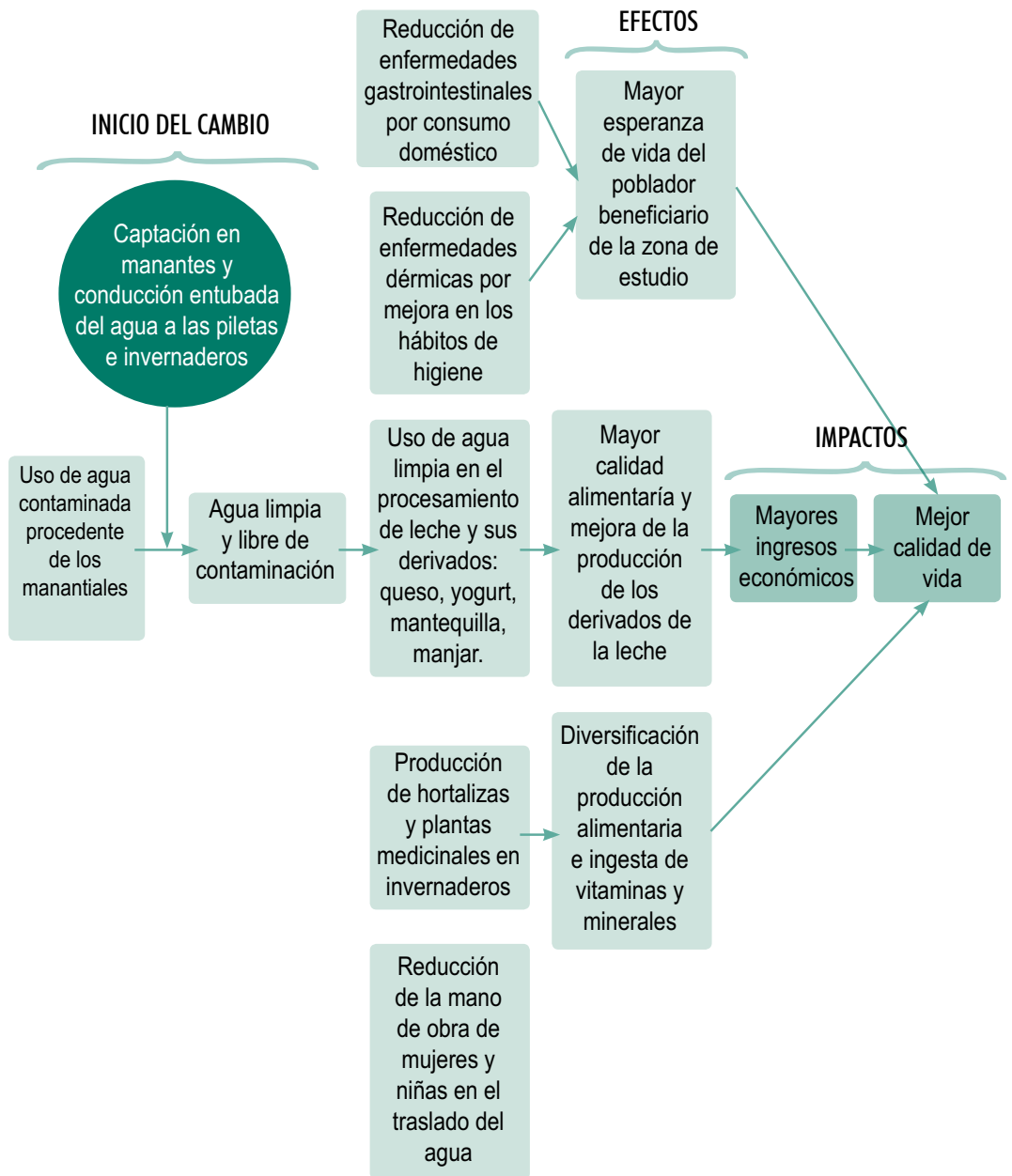
Santusa Puma Challco, Comunera de Orccocca, sector Paucara 2006.

- La incorporación del agua a través de pequeños sistemas de riego por aspersión dentro de la propiedad familiar permite utilizar los escasos caudales antes no usados, para ser incorporados a la producción de pastos y forrajes cultivados durante todo el año, incrementando así la oferta de alimentos para los animales.



El siguiente esquema, muestra la cadena de cambios producidos en la salubridad, higiene, la diversificación productiva y en el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores de la zona de estudio.

Figura N° 1 CADENA DE EFECTOS E IMPACTOS





FOTOGRAFÍA N° 11

Incorporación de pastos cultivados bajo riego incrementados en los últimos años.

Foto MASAL 2006

- El incremento de la disponibilidad de forraje fresco para la época seca, ha permitido disminuir drásticamente la mortalidad de crías en ovejas, lo que hace posible una mayor tasa de saca y mejora en la calidad de los animales al destete.

**Antes, de 20 crías que nacían en época de frío sólo quedaban 5, ahora quedan vivas casi todas, no teníamos leche para los niños en estas épocas ni para las crías, la producción de queso era muy poca, ahora estamos produciendo más pastos, los más pobres tenemos en promedio 20 animales por familia.**

Valeriano Aparicio, promotor de Ccollpamayo

- En el caso de vacunos, el efecto directo es que la longitud de producción de leche se ha ampliado de tres meses/año a 8 meses, con un incremento medio de más de 1 litro/día/vaca, esto significa en la práctica mayor producción de leche al año. Esto hace posible dos cosas: un mayor consumo en la familia, sobre todo niños; y la producción de derivados transformados para el mercado como el queso, yogurt, manjar blanco. Por otro lado, a medida que se incrementa la superficie y la calidad de la oferta forrajera, se mejora también la calidad de los animales y su productividad individual. Existe una tendencia al incremento de pastos bajo riego, porque a estas iniciativas de proyectos, se suman las inversiones municipales en la promoción del riego presurizado que en los últimos años ha crecido considerablemente, sobre todo en zonas con mayor oferta hídrica (Informe Diagnóstico GIRH – MASAL 2007).

- El ganado ovino criado en pasto natural tenía un peso promedio en carcasa de 10 Kg. y su costo promedio de S/. 45.00, ahora el ovino es mejorado y se cría con pasto cultivado incrementando su peso a 20 Kg. con un precio promedio de S/. 90.00; este hecho ha permitido la re-inversión de sus ganancias en la ejecución de más reservorios y redes de riego por aspersión a cargo exclusivamente de las familias plenamente convencidas de los impactos del riego.

**Antes nuestros carneros que se criaban en pasto natural pesaban sólo 10 Kg y se vendía a S/. 45, ahora que criamos con pasto cultivado aumentó su peso y vendemos a S/. 90.00 y tenemos más dinero para la familia.**

Juan Condori Quispe, Comunero de Chuquirá,  
Sector de Pucaccasa

- La producción de forrajes cultivados para corte y ensilado, utilizando abonos naturales tales como el biol, compost, humus y estiércol en calidad de restituidores de la fertilidad de los suelos, permiten complementar la alimentación de los animales al pastoreo extensivo, especialmente en épocas de secas. Además, se ha permitido una mayor difusión de especies forrajeras asociadas a partir del riego, tales como: Dactilis, Phalaris, Tréboles, entre otros, puesto que hasta hace algunos años, sólo se cultivaba rye grass + trébol.

**Con el riego tenemos pasto todo el año y las crías de nuestros animales crecen más rápido por que sus madres tienen leche. Conocemos otras variedades de pastos para los animales.**

Maximiliano Choqueneyra, Comunero de Pumathalla,  
Sector de Chunchullhuaycco.

- El riego al implementar pastos mejorados, está permitiendo reemplazar el ganado criollo por ganado mejorado tanto en ovinos como en vacunos y una sustitución marcada del ganado ovino por el vacuno por la mayor rentabilidad de su crianza en áreas con pastos cultivados.



FOTOGRAFÍA N° 12.

Pastos cultivados bajo riego.



FOTOGRAFÍA N° 13.

Incorporación de ganado vacuno mejorado en pastos cultivados bajo riego

- Estos cambios llevados a términos monetarios y como lo manifiestan algunas familias, tienen un buen significado en el mejoramiento de sus economías, especialmente de los que se encuentran en pobreza y extrema pobreza, generando utilidades y mejoras en su economía.

**Un borrego criollo cuesta S/. 50.00; un borrego mejorado vendemos ahora a S/. 100.00, un torete criollo vendíamos a S/. 400.00 ahora un torete engordado vendemos a S/. 700.00**

Agripino Chayña Vargas, comunero de Chihuinayra,  
Comunidad de Kjana Janansaya

- Las mujeres y las niñas han disminuido el tiempo invertido en el recojo de agua desde los manantes, las distancias para esta actividad en muchos casos son lejanas y se tornan complejas en época de lluvias y

friajes propias de esta zona. Este cambio es muy apreciado sobre todo desde la perspectiva de la mujer. El ahorro que se genera por dejar de ir a coger agua a los manantes en términos de tiempo se calcula entre una hora a hora y media por día/ mujer o niña.

Al efectuar una evaluación de los incrementos marginales para una familia promedio como efectos de la innovación tecnológica a través de la incorporación del agua para la producción de pastos con riego, los resultados son los siguientes:

**Cuadro Nº 10 INCREMENTO MARGINAL PROMEDIO PARA UNA FAMILIA COMO EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL AGUA PARA RIEGO.**

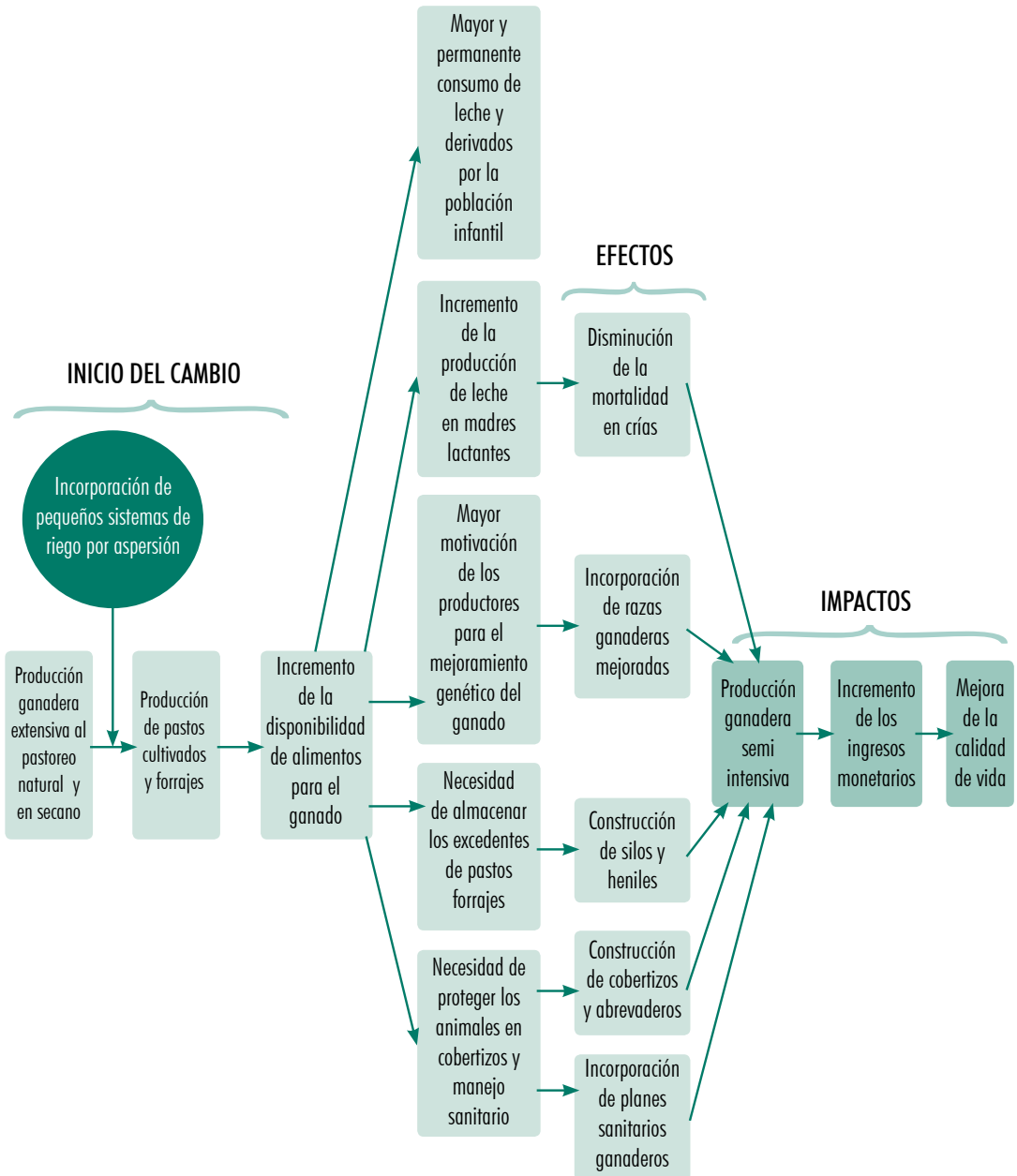
RUBRO	PRODUCCIÓN DE LECHE
Incremento de la producción de leche. Promedio de vacas en producción. Cantidad marginal de leche/día. Precio por litro de leche. Incremento marginal por día. Incremento marginal por leche/240 días.	1 litro/vaca/día 4 4 litros/día S/. 0.50 /litro S/. 2.00 <b>S/. 480.00 por vaca / 8 meses</b>
RUBRO	DISMINUCIÓN DE LA MORTALIDAD DE CRÍAS DE OVINO
Número adicional promedio de crías que sobreviven el periodo de seca y frío. Precio estimado por cría destetada. Incremento marginal por año.	15 S/. 20.00 <b>S/. 300.00</b>
RUBRO	VENTA DE CARNE DE OVINO
Incremento de la producción de carne. Número de ovinos vendidos por año. Incremento marginal de carne por año. Incremento marginal por carne, por año.	10 Kg./ovino 5 50 Kg. S/. 250.00
RUBRO	VENTA DE VACUNOS EN PIE (TORETES)
Incremento del precio por torete. Número de toretes vendidos por año. Incremento marginal por venta de toretes.	S/. 300.00/torete 3 toretes por año <b>S/. 900.00</b>
<b>INCREMENTO MARGINAL DE INGRESOS POR FAMILIA Y POR AÑO</b>	<b>S/. 1,930 nuevos soles (643 \$US) Ingreso per cápita <sup>3</sup>/familia: 143 \$US año</b>

Fuente: Estudio MASAL - KAUSAY 2005

<sup>3</sup> Se estima 4,5 miembros por familia para este caso, considerando datos que utiliza la Encuesta Nacional de Hogares en el Perú. Con este dato es que se estima el ingreso promedio

El siguiente esquema, muestra la cadena de los cambios de un sistema de producción extensiva a otra semi intensiva y por tanto en la calidad de vida:

Figura Nº 2 CADENA DE CAMBIOS / EFECTOS E IMPACTOS



### 3.2 Innovaciones y adecuaciones tecnológicas

La incorporación de pequeños sistemas de agua de uso múltiple ha generado una serie de cambios en la cultura comunal, aquí señalamos los siguientes:

- La incorporación de las tuberías de PVC, PE y similares, ha permitido que el agua se mantenga limpia y no se contamine en el trayecto desde la fuente hasta las piletas de la vivienda campesina e incluso dentro de sus cocinas.

FOTOGRAFÍA N° 14.

Manantial natural antes de captado

Foto: Kausay



- Los sistemas de agua para consumo doméstico asociada a las cocinas mejoradas permiten contar con agua caliente y los niños se asean con mayor frecuencia.
- La incorporación de la tecnología de almacenamiento de agua y el riego presurizado incrementan la eficiencia en el uso del poco agua disponible que existe.
- Los pequeños reservorios posibilitan utilizar el agua de las fuentes que aportan caudales muy pequeños y que no son posibles de utilizar por métodos de gravedad.





FOTOGRAFÍA N°15.

Los caudales muy pequeños se almacenan en reservorios para el riego de pequeñas parcelas por aspersión.

- La topografía de los suelos con predominio de laderas no constituye ningún problema para implementar estos pequeños sistemas de riego entubados.



FOTOGRAFÍA N°16.

El acondicionamiento de los terrenos de ladera para el riego es otra innovación que se incorpora paulatinamente.



FOTOGRAFÍA N°17.

Riego típico por aspersión en zona de alta montaña.



- El entubado de las aguas permite reducir la presencia de Fasciola hepática en las fuentes de agua, donde se evita el empantanamiento de los manantiales.
- Se ha entendido plenamente que el mantenimiento y conservación de los sistemas es una tarea importante ligada a la vida útil, por tanto esta actividad está a cargo de las familias, aunque aquí todavía existen problemas que tienen que ser superados.
- Las familias tienen una visión integral del manejo de su sistema productivo ganadero, donde han articulado el cultivo de pastos bajo riego, con la incorporación de animales mejorados, la aplicación de técnicas de sanidad animal, los sistemas de conservación y almacenamiento de forrajes en forma de ensilado, el uso de cobertizos y la producción de compost entre otras prácticas incorporadas en los últimos años.

FOTOGRAFÍA Nº 18.

Pequeños silos para la conservación de pastos para épocas de estiaje.



- La implementación de pastos cultivados con agua permanente ha permitido introducir técnicas de pastoreo rotativo utilizando ya en muchos casos cercos eléctricos.

FOTOGRAFÍA Nº 19 .

Uso de cercos eléctricos en parcelas.



- Se han recuperado y difundido las técnicas de abonamiento natural de los suelos (hispatchiscca)<sup>4</sup>, para mejorar la productividad de las parcelas con pastos cultivados.

### 3.3 Cambios sociales

Desde el punto de vista social, también se han producido algunos ajustes al interior de la familia y la comunidad, que han repercutido favorablemente en las relaciones interpersonales tales como:

- Un cambio evidente es el ahorro en el tiempo dedicado por mujeres (sobre todo niñas) en el recojo de agua desde los manantes, esto significa, como hemos dicho, un ahorro entre una hora a hora y media por día. Este efecto directo sobre un tema muy sensible como el trabajo de la mujer es vital, más aún considerando que a veces en estado de gestación tienen que atender esta tarea.
- De hecho que la incorporación del agua limpia en la vida de las familias ha influido no sólo en los aspectos de la salud, la salubridad y la higiene en general, sino también en la autoestima de la familia.
- En los medianos y grandes sistemas de agua, el reparto desde una misma fuente se ha ordenado, especialmente de aquellas que se encuentran lejanas a las fuentes que ya no tenían acceso por la baja eficiencia con el riego por gravedad logrando un tiempo de asignación del agua igual para todos. La autorización de uso de agua se hace de manera más equitativa, prevalece la distribución secuencial a un conjunto de usuarios y no asignando a una sola persona como antes, generando conflictos.
- La participación de los usuarios en las faenas para la construcción y mantenimiento de los sistemas de riego, les ha otorgado derecho al uso, estableciéndose el respeto al turno de riego y habiendo disminuido el robo de agua.

**Los gobiernos locales están comenzando a apoyarnos con alquiler de maquinaria, nos han dado S/. 25,000 para el canal de Cebaduyoc, nos están apoyando con S/. 22,000 procedente del canon para la construcción de cobertizos y Foncodes con S/. 25,000 también para construir cobertizos.**

Eusebio Quispe, Presidente del Comité de Regantes de Cebaduyoc.

<sup>4</sup> Práctica tradicional que consiste en el abonamiento de parcelas, en este caso de pastos cultivados, con rebaños de ovejas que duermen en corrales rotativos dentro de las mismas parcelas, durante la época de lluvias. Se conoce también como práctica de los corrales itinerantes, majadeo y otros sinónimos (Sotomayor, M. Informe Pan para el Mundo- Alemania. Cusco 2000).

# CAPÍTULO IV

## EFFECTOS E IMPACTOS

Aún cuando la aplicación de sistemas de uso de agua para uso múltiple en todas sus formas es todavía reciente en zonas de alta montaña y para los casos de Canas y Espinar que estamos tratando, se han generado varios impactos muy concretos y fácilmente identificables, lo que posiblemente seguirán cambiando en el corto y largo plazo.

Los sistemas productivos, económicos, alimenticios, de salud e higiene han experimentado cambios de manera permanente por la importancia de los sistemas construidos en el escenario familiar y comunal; así tenemos:

### 4.1 A nivel de sistemas de riego y producción

- **Los pequeños sistemas de agua de uso múltiple están incorporando cambios en el uso de los suelos de manera diferente a los usos tradicionales.**

Los sistemas de producción tradicionales, eminentemente de secano y de connotación **extensiva**, están caracterizados por la producción ganadera en grandes superficies con pastos naturales; donde los animales abreven en manantiales con altos riesgos de contaminación y proclives al contagio con enfermedades como la fasciola hepática, pederia y otros; donde además no hay suplementos alimenticios; con predominio de ganado criollo de poco peso y bajo rendimiento, por tanto de bajo precio en el mercado; susceptibles a los riegos climáticos especialmente en épocas secas y frías; con altos índices de mortalidad de crías; ausencia de calendario sanitario; reproducción en forma natural; desconociéndose los programas preventivos contra las enfermedades realizándose las curaciones en la medida que éstas se presentan.

Estos sistemas extensivos están ingresando en una fase de cambio sustantivo hacia un sistema de producción **semi intensiva**, caracterizadas por la producción en mayor cantidad con pastos permanentes y forrajes cultivados

de mayor calidad bajo riego por aspersión, que no requiere necesariamente la presencia de los usuarios durante las prácticas de riego, haciendo esta actividad menos riesgosa para la salud en un escenario extremadamente frío durante la noche, de tal manera que les permite producir pastos y almacenarlos con la debida oportunidad para épocas de escasez en silos y heniles.

Se han difundido la construcción de abrevaderos reduciendo los riesgos de enfermedades digestivas y cutáneas; alternando la alimentación natural con pastos cultivados, que permiten a las familias campesinas mejorar genéticamente su hato ganadero con razas de mayor rendimiento, criados en cobertizos para hacer frente a las inclemencias del clima; reduciéndose la mortalidad de las crías por la producción necesaria de leche para las ovejas lactantes, especialmente en épocas de sequía, donde se aplican los calendarios sanitarios, todo esto con una producción orientada al mercado.

- **La cultura comunal se ha enriquecido con la incorporación generalizada de una novedosa modalidad de riego por aspersión de sus pastos y forrajes.**

El acervo cultural de las comunidades campesinas de la zona se ha incrementado con las nuevas técnicas de uso más eficiente del agua de riego que es trascendental en espacios deficitarios de agua, por la mayor uniformidad, su facilidad de aprendizaje, el ahorro de agua y de mano de obra y sobre todo por su aplicación conservacionista de los pequeños caudales en laderas y terrenos ondulados, comparativamente más ventajosas que el riego por gravedad, ha sido plenamente entendida por los productores e internalizada en su racionalidad productiva con una clara tendencia hacia la **gestión sostenible del agua** y ha encontrado su propio espacio por la excelente adaptación a la zona de vida del Proyecto.

- **Se ha observado cierta especialización en la construcción y manejo de sistemas de agua de uso múltiple.**

En términos generales, todos los sistemas de agua de uso múltiple, implementados en la zona del Proyecto están operando adecuadamente. Sin embargo, en algunos casos aún se presentan algunas dificultades fácilmente superables. Cabe resaltar que no se ha observado sistemas en desuso o en abandono, lo que demuestra que los sistemas de riego están respondiendo a

las expectativas de las familias involucradas en esta innovación tecnológica. Todas las estrategias de capacitación para el uso adecuado de estos sistemas y el acompañamiento de los técnicos con la finalidad de efectuar los ajustes y fortalecer los sistemas productivos han jugado un rol preponderante.

Se cuenta con varios promotores campesinos de riego especializados que se encuentran aptos para ofertar sus servicios orientados a la motivación y capacitación de campesino a campesino en aspectos de construcción, operación, manejo y mantenimiento de estos sistemas de agua de uso múltiple.

- **El uso de agua no contaminada proveniente de manantes protegidos y conducidos en forma entubada ha permitido reducir las enfermedades gastro intestinales especialmente de la población infantil.**

La protección y sellado de los manantiales, la captación mediante la ejecución de obras sencillas revestidas de cemento, la derivación y conducción a través de sistemas entubados completamente enterrados hasta las piletas públicas o domiciliarias, han mejorado ostensiblemente el uso de agua de calidad con fines domésticos, habiéndose incrementado fuertemente la demanda de estos pequeños sistemas de uso del agua por parte de las familias campesinas, al contribuir a una drástica disminución de los problemas sanitarios y de higiene.

- **Se observan procesos de difusión de la innovación tecnológica para el uso de sistemas de agua a diferentes niveles.**

Muchas familias campesinas al comprobar las ventajas económicas que generan estas tecnologías para el uso de agua, especialmente de los segmentos de productores innovadores, han empezado a **reinvertir** sus propias ganancias y recursos para ampliar mayores áreas con pastos cultivados bajo riego por lo menos parcialmente y utilizando materiales más eficaces tales como en la adquisición de nuevos aspersores con mayores alcances y presiones, comprando sus propias mantas plásticas para el revestido de reservorios o la compra de tuberías para la ampliación de sus redes de riego por su propia iniciativa e interés.

## 4.2 A nivel de la economía familiar

La producción permanente de pastos cultivados y forrajes verdes para la producción ganadera orientada al mercado como soporte del desarrollo de la economía familiar se encuentra sustentada de dos maneras: Primero, por la demanda estable de carne y queso por los mercados locales y regionales del Cusco y Arequipa donde se comercializa la producción en forma tradicional. Segundo, por la generación de valor agregado a sus productos transformados en mejores condiciones de calidad y cantidad como: queso, yogurt, manjar, entre otros propiciando mayores ingresos económicos para la familia y la comunidad. En estas condiciones, las expectativas de las familias han ocasionado los siguientes impactos en su economía:

- **Ha comenzado un proceso de diversificación productiva generando cambios en la economía familiar.**

Se ha diversificado fuertemente la producción de pastos cultivados asociados y forrajes para corte y henificación para incrementar la oferta alimenticia para los animales como soporte básico, que hace posible el mejoramiento genético, el adecuado manejo ganadero y adecuadas prácticas sanitarias, las que se traducen en animales de mayor rendimiento en carcasa, productos derivados y transformados para el mercado y por tanto de mejor precio.

Como consecuencia las familias campesinas comienzan a vincularse con el mercado en mejores condiciones; demandando de mayor cantidad de insumos y materiales que dinamizan la economía local puesto que sus productos llegan con mayor frecuencia y regularidad en comparación con la producción extensiva, contribuyendo de esta manera a mejorar los ingresos monetarios y elevar el nivel de vida del poblador.

- **El uso racional del agua ha permitido dinamizar los factores de producción, los agricultores han entendido que el desarrollo de sus sistemas productivos tiene un carácter integral.**

La producción de forrajes cultivados para corte y ensilado, la utilización de nuevas especies forrajeras asociadas en la zona a partir del riego, la sustitución del ganado ovino por el vacuno mejorado, la producción y masiva utilización de abonos naturales, el reemplazo del ganado criollo por el mejorado, el empleo de actividades relacionadas con la sanidad animal, el uso de cobertizos y la introducción de técnicas de pastoreo rotativo

utilizando cercos eléctricos; la implementación de pequeños sistemas de riego, demanda la inversión de recursos económicos procedentes de la familia campesina. Estos cambios se producen en varios años a medida de como las familias van logrando recursos para estas inversiones.

- **La implementación de sistemas de agua de uso múltiple ha incrementado el precio de sus parcelas y del capital familiar**

La implementación del riego en sus parcelas, ha permitido elevar considerablemente el precio de sus parcelas que asociadas al crecimiento del capital ganadero, vienen contribuyendo a estimular la cultura del ahorro para la reinversión en sus sistemas productivos y se constituyen en la base del incremento sostenible de los ingresos familiares que les permite de alguna forma acceder a los servicios como el de salud o educación y a elevar el nivel de vida de la familia.

### **4.3 A nivel de la alimentación familiar**

Aún cuando por la naturaleza del presente estudio, no se han cuantificado las cantidades de ingesta de alimentos por parte de las familias campesinas, es posible identificar algunos cambios en la dieta campesina a partir de los cambios producidos en los sistemas productivos:

- **Se ha mejorado la calidad del agua para el consumo doméstico de las familias y de los animales.**

El uso de agua limpia no contaminada proveniente de manantes protegidos, la construcción de piletas, muchas veces dentro de sus hogares, asociada al uso de cocinas mejoradas que permiten el uso de agua caliente hace que las familias vivan en mejores condiciones. Por otra parte, la utilización de abrevaderos a partir de las redes entubadas que ha permitido reducir drásticamente la presencia de *Fasciola hepática* en las fuentes; se constituyen en indicadores fehacientes de la mejor calidad de agua para el consumo doméstico y animal, con implicancias positivas en la disminución de los índices de morbilidad y mortalidad por causas gastro intestinales especialmente infantiles, así mismo están logrando disminuir los niveles de morbilidad en los animales.

- **La producción de pastos en forma permanente durante todo el año permite la producción de alimentos diversos.**

La producción sostenida de pastos permite incrementar la cantidad de leche para su consumo permanente, además está permitiendo establecer una mayor variedad de formas de consumo tales como: yogurt, queso, manjar blanco, con lo que contribuye a la diversificación y seguridad alimentaria.

#### **4.4 A nivel de la salud e higiene**

Indudablemente, la higiene infantil y familiar en general ha mejorado considerablemente al contar con piletas que conducen agua entubada limpia y sana para consumo directo hasta las viviendas, disminuyendo los riesgos de adquirir enfermedades infecciosas, no sólo por el consumo de agua limpia no contaminada sino también por el aprendizaje del lavado de manos. Por otra parte, se observa un mayor ordenamiento de la cocina y la preparación limpia de sus alimento. De igual manera, algunas familias han comenzado a implementar duchas en sus domicilios.

Finalmente debido al valor agregado generado, las familias están empezando a reinvertir sus ganancias en el mejoramiento de sus viviendas, compra de herramientas e instrumentos para la elaboración de sus productos y en la adecuación de ambientes específicos para estas actividades de transformación.

#### **4.5 A nivel de las relaciones sociales**

La vida y las relaciones sociales de las familias campesinas han venido cambiando en el tiempo como consecuencia de la implementación de los diferentes sistemas de agua de uso múltiple, así se tiene:

- **Cuando los sistemas de agua de uso múltiple dentro de la comunidad no son accesibles para todos, se profundiza los procesos de diferenciación social.**

Tal como se ha identificado en el diagnóstico, la zona de estudio cuenta con diferentes tipologías de productores. La implementación y adopción de esta tecnología puede contribuir a profundizar las diferencias económicas y sociales dentro de las tipologías más pobres y de producción de subsistencia, aún cuando el apoyo de Kausay está más orientado a este segmento.



Un apoyo equitativo y generalizado por parte de Kausay a todas las familias por igual, demanda de ciertas condiciones básicas que no siempre se cumplen tales como: disponer de una fuente de agua, contar con tierras aptas para una producción más intensa que la tradicional y cercana a las fuentes, que tengan cierta capacidad de ahorro para hacer frente a la obligación de su aporte compartido con la institución de apoyo, que cuente con mano de obra mínima requerida para hacer frente a las nuevas tareas y demandas de mano de obra para el trabajo semi intensivo.

- **La incorporación de agua en los sistemas productivos ha generado nuevos roles en los miembros de la familia.**

Los usuarios organizados en comités de regantes dentro del ámbito comunal son una condición básica exigida por las autoridades de riego y por tanto inciden en la mejora de su capacidad de gestión ante las entidades públicas y privadas. Por otra parte, la mujer se incorpora con mayor presencia en la toma de decisiones y de una forma más activa porque ha encontrado en esta experiencia una oportunidad que antes no tenía. Asimismo, las parcelas con riego constituyen espacios para el aprendizaje de la familia, donde los niños, adultos y ancianos, participan activamente en tareas inherentes a los cambios producidos en su unidad productiva.

Asimismo, en los medianos y grandes sistemas de agua, se ha organizado mejor el reparto de agua, respetando el turno de riego desde una misma fuente, en la perspectiva de alcanzar mayor oportunidad y suficiencia, cumpliendo los usuarios de riego nuevos roles dentro de los comités de regantes. De esta manera, los conflictos han disminuido y se apunta a una distribución equitativa y regulada del agua.

## CAPÍTULO V

### LA SOSTENIBILIDAD DE LOS PEQUEÑOS SISTEMAS DE AGUA DE USO MÚLTIPLE

#### **Factores que se deben considerar.**

Toda innovación tecnológica para tener un carácter sostenible en el tiempo, tiene que cumplir algunas condiciones básicas (factores) no sólo para ser incorporado como conocimiento y práctica culturalmente aceptable en los sistemas productivos campesinos, sino para que esta innovación sea viable en términos de reproducción, replicabilidad y se garanticen adecuadas prácticas para su operación y mantenimiento, lo que significa la apropiación y adecuación de la tecnología en la lógica campesina. Los factores a considerar son los siguientes:

#### **a. Seguridad de la disponibilidad permanente de agua en la fuente.**

El aspecto tal vez más importante a tomar en cuenta es asegurar la disponibilidad de agua a nivel de fuente, que permita alimentar en forma permanente los manantiales. Este hecho demanda desarrollar una serie de actividades puntuales tendientes a la conservación del recurso hídrico en la fuente tales como la implementación de prácticas para mejorar las zonas de recarga acuífera a través de la forestación, incorporación de prácticas colaterales como son las zanjas de infiltración, cercado de áreas de directa relación con los acuíferos o manantes, lo que en el conjunto significa garantizar las zonas de recarga y por otro lado constituyen prácticas de siembra de agua. Este conjunto de acciones son todavía parte de la agenda pendiente en la zona.

Los sistemas de agua de uso múltiple que se ejecutan a partir de fuentes no protegidas corren el riesgo de quedar en desuso por falta de agua, arriesgando las inversiones efectuadas en estas obras; por tanto surge la necesidad imperativa de asumir por una perspectiva de gestión integrada y sostenible de estas pequeñas microcuencas, de este modo las prácticas y decisiones salen del dominio familiar para convertirse en decisiones/prácticas de interés público.

### **b. Manejo adecuado del caudal mínimo disponible.**

Tal como se constata en esta experiencia, la ejecución de un determinado tipo de sistema de uso de agua depende fundamentalmente del caudal disponible en la fuente, es así que si el caudal es muy pequeño ( $< 0.01$  l/s) se adopta por sistemas orientados preferentemente al consumo doméstico, si la oferta es mayor que el anterior ( $0.01$  a  $0.10$  l/s) se adoptarán obras destinadas al consumo doméstico y consumo de animales; si el caudal disponible es aún mayor ( $0.10$  a  $1.00$  l/s) se orientarán a la ejecución de sistemas para tres usos: consumo doméstico, consumo animal y riego de hortalizas en invernaderos y así sucesivamente.

Por tanto, es importante tomar en cuenta la oferta hídrica en fuente para definir el tipo de sistema a construir, y tienen que generarse prácticas que aseguren un caudal mínimo manejable, para abastecer cada sistema de uso múltiple, de lo contrario es posible que se lleven a cabo inversiones que despiertan mayores expectativas que las reales y que, luego, al no ser cumplidas puedan generar desconfianza, decepción, abandono y oposición a la difusión de estas innovaciones.

### **c. Apoyo inicial para la ejecución de los sistemas de uso múltiple de agua.**

Otro aspecto muy importante a tomar en cuenta al momento de diseñar y construir estos sistemas de agua de uso múltiple es el apoyo económico inicial desde una fuente externa, a cargo de las entidades públicas o privadas, que a manera de "semilla" van a permitir sensibilizar y convencer a los usuarios sobre la utilidad de estos sistemas, reafirmar sus ventajas y potencialidades, difundir la tecnología y replicar en otros escenarios similares.

Este apoyo debe ser orientado a usuarios con serias limitaciones económicas (familias en pobreza y extrema pobreza), que generalmente no están en condiciones de afrontar con sus escasos recursos la inversión en este tipo de obras. Sin embargo, se ha constatado que algunas familias por iniciativa y decisión propia han logrado incorporar agua en sus predios, movilizándolo sus propios recursos, existen casos en los cuales han invertido más de 600 \$ US.

### **d. Asistencia técnica mínima.**

La incorporación de nuevos conocimientos e innovaciones como en este caso, requiere de una asistencia técnica y capacitación en terreno; no

solamente se trata de hacer bien la obra, sino sobre todo de que las familias se involucren en todo el proceso y hagan suyos los nuevos conocimientos e innovaciones. Este hecho implica que, inicialmente se debe contar con técnicos conocedores del tema, que orienten el diseño, la construcción, la capacitación y organicen a los usuarios en la operación, mantenimiento y reparación de estos sistemas, solo así es posible el funcionamiento adecuado y sostenible de estos sistemas e inversiones.

#### **e. Implementación de un Plan de Gestión.**

Los sistemas de agua para uso múltiple abarcan muchas veces a varias familias que usan una misma fuente de agua. Este hecho demanda en forma imperativa la formación de organizaciones de usuarios fortalecidas para que puedan gestionar adecuadamente sus sistemas de agua, que implican acciones de: operación del sistema, distribución del agua, mantenimiento de las obras, reparación, riego parcelario y la protección de las fuentes de agua. La implementación del Plan de Gestión deberá ser asesorada por técnicos especialistas quienes capacitarán y acompañarán a los usuarios un tiempo prudencial, al final del cual se deberá proceder a la fase de retirada y dejar la responsabilidad de su gestión plena a los beneficiarios.

# CAPÍTULO VI

## LECCIONES APRENDIDAS

- ◆ La atención en la eficiencia de uso del agua “parcela adentro”, es importante y hay la necesidad de mejorarlo, pero **no hay que perder de vista el ecosistema como tal, es decir el cómo mantener, preservar y mejorar las zonas de recarga acuífera**. Por tanto, una mirada de gestión integrada del agua debe ser la base que oriente este tipo de acciones.
- ◆ **Un tema que queda pendiente es el de la propiedad sobre los manantes**, al ser el agua un bien público, lo que se ejerce como derecho es mas bien lo consuetudinario, que es válido hasta ciertos límites, pero en la medida en que la presión por el agua se incrementa probablemente este derecho va a ser cuestionado.
- ◆ **Este conjunto de innovaciones que promueven la optimización del uso de pequeños volúmenes de agua constituyen medidas de adaptación al cambio climático**. El agua será el recursos natural más sensible frente al evidente cambio climático de inminentes implicancias no solamente técnicas, sino sobre todo económicas, ambientales y sociales.
- ◆ **La optimización de pequeñas fuentes de agua con ínfimos caudales, permiten ampliar oportunidades para la vida de miles de familias campesinas en ecosistemas secos y fríos de alta montaña**. Los caudales disponibles en una gran cantidad de fuentes de agua y que no pueden ser utilizados en condiciones naturales (con caudales de sólo 0.01 l/s) permiten mantener cinco familias campesinas con cinco miembros cada una.
- ◆ **El diseño y construcción de un determinado tipo de sistema de agua de uso múltiple, depende del caudal ofertado en la fuente**. El tipo de la obra para la utilización eficiente de los recursos hídricos en zonas de alta montaña, depende de la cantidad de agua ofertada por la fuente, de tal manera que a pequeños caudales corresponderá construir

un pequeño sistema, priorizando el consumo doméstico y a medida que se dispone de fuentes con mayores ofertas de agua corresponderá construir sistemas con doble propósito tales como consumo doméstico y para consumo de animales.

- ◆ **Aún siendo poco el volumen de agua incorporado en la vida familiar campesina, ha logrado cambios significativos de orden social.** Las mujeres y niñas/os han disminuido sus horas dedicadas al traslado de agua desde acuíferos distantes, en este caso se calcula entre una hora a hora y media por cada día. Este hecho es altamente significativo por que reduce la carga de trabajo en un grupo de por si ya con muchas tareas cotidianas.
- ◆ **Si los proyectos y sus acciones no promueven desde el principio la apropiación de estas innovaciones por parte de las familias campesinas entonces no está en la dirección de la sostenibilidad.**
- ◆ **El agua incorporado en sistemas productivos extensivos, es el factor que dinamiza una cadena de cambios hacia sistemas semi intensivos e intensivos,** aún incorporando pequeños volúmenes permite cambios importantes que generan beneficios económicos de manera sostenida, asociada a otros cambios en zonas tradicionalmente ganaderas. Sin embargo estos volúmenes pequeños como oferta tienen un límite ante la creciente demanda y es ahí donde hay que buscar nuevas alternativas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Asociación para el desarrollo Andino Kausay, Perfil Institucional, Cusco Perú 2005.
2. Asociación para el Desarrollo Andino Kausay, Ejecución de Actividades por Fases de Cooperación, Cusco Perú 2005.
3. Asociación para el Desarrollo Andino Kausay, Resumen de Información Institucional, Relación de beneficiarios de los sistemas de riego 2000-2005. Cusco Perú 2005.
4. Asociación para el Desarrollo Andino Kausay, Plan Operativo Institucional Kausay 2004, Cusco Perú 2005.
5. Cadena Félix. La Sistematización como Creación del Saber de Liberación, AIPE CEEAL La Paz Bolivia. 1987.
6. CIDE FLACSO. Apuntes sobre Sistematización de experiencias. Talagante Chile 1984.
7. Diagnóstico con enfoque de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en la mancomunidad de Munciplaidades Rurales Altiva Canas. MASAL, Cusco 2007.
8. Los concursos campesinos: Cambios y Efectos. Los casos de Checca y Añilmayo, Ana María Villafuerte Pezo et al. Proyecto MASAL 2005 Cusco Perú.
9. Ecotop Nogub COSUDE, Invernaderos Campesinos en Bolivia. Sistematización de Experiencias. T. Blanco, J. Gonzáles, F. Augustburger. La Paz Bolivia 1999.
10. Selener Daniel, Zapata G. y Pudrí C. Manual de Sistematización Participativa. Instituto Internacional de Reconstrucción Rural, 2da. Edición. Quito Ecuador 1997.
11. Sotomayor Marco. Riego, producción de forrajes en la zona altoandina. MASAL. Cusco 2002.
12. Sotomayor Marco. Informe evaluación Pan Para el Mundo – Alemania -2001.
13. FIDAMERICA y PREVAL, Berdegué Julio, Ocampo Ada, Escobar G. Versión I Sistematización de Experiencias Locales de Desarrollo Agrícola y Rural. Lima Perú 2000.
14. Ministerio de Agricultura PRONAMACHACS. MIMA Ccorimarca Gonzales R. J. Antezana J. W. La Gestión y Manejo de sus Recursos Naturales. Cusco Perú 2003.
15. Tapia Soco Gonzalo. Sistematización de Experiencias del Plan Meriss Inka. Cusco Perú 1998.
16. Diagnóstico pecuario social de los distritos Checca, Kunturkanki, Pichigua - IUR-UNSAAC-KAUSAY, 1995
17. Estudio Kausay -MASAL: Los sistemas multiuso de agua en el ámbito de acción de la Asoc. Kausay. Olarte. W. Cusco 2006.

## ANEXOS

( W. Olarte 2006).

- ¿CÓMO DISEÑAR UN PEQUEÑO SISTEMA DE AGUA DE USO MÚLTIPLE?

Tomando en cuenta un promedio de cinco familias con 6 miembros cada una de ellas (30 personas en total), que habitan más o menos en forma conjunta usufructuando un manantial, donde cada familia dispone de 50 ovinos, 10 vacunos, 4 equinos (340 animales en total). Por otra parte cada familia cuenta con un pequeño invernadero de 15 m<sup>2</sup> (área total de 75 m<sup>2</sup>) y además cuentan con un topo para los cultivos de pastos asociados (16,665 m<sup>2</sup>). El diseño básicamente consiste en estimar el caudal requerido para atender esta demanda y además dimensionar el reservorio que permita almacenar el volumen de agua.

### A. Cálculo de las demandas

#### A-1. Demanda de agua para consumo doméstico

De acuerdo con las normas establecidas por el Ministerio de Salud, para poblaciones rurales se requiere entre 50 a 60 l/persona/día, luego el caudal máximo diario para 50 personas será de:

$$Q \text{ máximo diario doméstico} = \frac{30 \times 50}{86,400} \text{ l/s.}$$

$$Q \text{ máximo diario} = 0.017 \text{ l/s.}$$

#### A-2. Demanda de agua para consumo de animales

Los animales domésticos mayores demandan cantidades diferentes sin embargo en promedio requieren de 10 l/animal/día, luego para 340 animales el caudal máximo diario será de:

$$Q \text{ máximo diario para animales} = \frac{340 \times 15}{86,400} \text{ l/s.}$$

$$Q \text{ máximo diario} = 0.059 \text{ l/s.}$$



### A-3. Demanda de agua para cultivo de hortalizas en invernadero

De acuerdo al cálculo de la Evapotranspiración Real para la zona de estudio (ver cuadro N° 03), la demanda anual es de 963.42 mm/año y el mes de máxima demanda es octubre con 97.84 mm, lo que equivale que multiplicando por 75 m<sup>2</sup> se requiere de 7.338 m<sup>3</sup>/mes; por tanto,

$$Q \text{ máximo diario para hortalizas} = \frac{7.338 \text{ M}^3}{2592000 \text{ seg.}}$$

$$Q \text{ máximo diario} = 0.0028 \text{ l/s.}$$

### A.4. Demanda de agua para pastos cultivados

De acuerdo al mismo cálculo anterior la Evapotranspiración real para el mes de octubre es de 97.84 mm y para una área de 5 topos (16,665 M<sup>2</sup>) corresponde un volumen de 16,665 M<sup>2</sup> x 0.09784 = 1,630.50 M<sup>3</sup>/mes. Luego el caudal máximo diario es de:

$$Q \text{ máximo diario para pastos} = \frac{1,630.50 \times 1,000 \text{ l.}}{2,592,000 \text{ seg.}}$$

$$Q \text{ máximo diario} = 0.629 \text{ l/s.}$$

### A.5 Demanda total

- Demanda para uso doméstico = 0.017 l/s
- Demanda para animales = 0.059 l/s
- Demanda para hortalizas = 0.003 l/s
- Demanda para pastos = 0.629 l/s.

---

$$\text{Demanda Total} = 0.708 \text{ l/s}$$

## B. Diseño del reservorio

Tomando en cuenta el Manual de Diseño y Gestión de Sistemas de Riego por Aspersión en Laderas (página 109), diseñaremos un reservorio de forma tronco de pirámide invertido, que tenga un talud de 2:1 es decir  $Z = 2$ , la jornada de riego es de 12 horas, por tanto el tiempo de llenado será de 12 horas y la pendiente media del terreno es del 10%.

### B.1 Cálculo de la capacidad del reservorio

$$C = Q_a (24 - tr)$$

$$C = 0.70 (24 - 12)$$

$$C = 8.40 \times 3,600$$

$$C = 30,240 \text{ l.} = 30.240 \text{ M}^3$$

$$\mathbf{C = 31.00 \text{ M}^3}$$

### B.2 Cálculo de la altura

$$h = \frac{9 C}{2} \left[ \frac{1}{(S + Z)^2 + (S - 2Z)^2} \right]$$

$$h = \frac{9 \times 31}{2} \left[ \frac{1}{(10 + 2)^2 + (10 - 2 \times 2)^2} \right]$$

$$\mathbf{h = 0.80}$$

### B.3 Cálculo del lado de la base menor (b)

$$C = \left[ \frac{b^2 + B^2}{2} \right] h$$

$$\text{Donde: } B = b + 2Zh$$

$$Z = 2$$

$$H = 0.80 \text{ m}$$

$$C = 31 \text{ m}^3$$

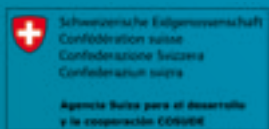
$$31 = \left[ \frac{b^2 + (b^2 + 2Zh)^2}{2} \right] h$$

$$\mathbf{b = 4.40\ m}$$

B.4 Cálculo del lado de la base mayor (B)

$$B = b + 2Zh$$

$$B = 4.40 + 2 \times 2 \times 0.80 = \mathbf{6.50\ m}$$



**Brot**  
für die Welt

MINAG



## KAUSANAPAQ UNU AGUA PARA LA VIDA



Proyecto  
**MASAL**  
Gestión Concertada de los  
RRNN en Municipios Rurales

Av. Oswaldo Baca J-12  
Urb. Magisterio 1ra. etapa  
Cusco - Perú  
Telf. (084) 228061  
E-mail: Web: [www.masal.org.pe](http://www.masal.org.pe)  
[postmast@masal.org.pe](mailto:postmast@masal.org.pe)



Asociación "Kausay"

Av. José Gabriel Cosio 210  
Magisterio 1ra. Etapa  
Cusco - Perú  
Telefax: 084-239891  
E-mail: [kausay1@terra.com.pe](mailto:kausay1@terra.com.pe)  
[kausay1@speedy.com.pe](mailto:kausay1@speedy.com.pe)