
UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS Y GRAN CANARIA – ESPAÑA
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA

**IMPORTANCIA DE LA GESTION Y USO ACTUAL DE LAS AGUAS
RESIDUALES URBANAS EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

(Municipio de Punata, Departamento de Cochabamba)

Proyecto Final de Master presentado por:

Alan Camacho Saavedra

Para la obtención del Título:
Master en Gestión y Auditorías Ambientales
en Ingeniería y Tecnología Ambiental

Profesor tutor: **Dr. Eduardo García**

Cochabamba, Diciembre 2005
Bolivia

Dedico el presente estudio a mi familia por el apoyo, paciencia, cariño y confianza que me brinda, y especialmente a mi madrecita Georgina Saavedra, a mi novia Blanquita, a mis sobrinitos Daniel y Paolita, y a todos mis amigos y compañeros de trabajo de la Consultora AGRISEC S.R.L. que me dieron apoyo moral desinteresado en forma permanente

Agradecimientos:

Un agradecimiento profundo por todo el apoyo y la confianza depositada en mi persona para que la presente investigación salga adelante:

- *Al personal del Centro A.G.U.A. – UMSS- UW*
- *Asociación de Regantes “Tajamar Centro”*
- *Dirigentes y usuarios de las comunidades de estudio*

Índice General

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	OBJETIVOS.....	2
2.1.	<i>Objetivo General.....</i>	<i>2</i>
2.2.	<i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>2</i>
2.3.	<i>Pregunta Central:.....</i>	<i>3</i>
2.4.	<i>Subpreguntas.....</i>	<i>3</i>
3.	MARCO CONCEPTUAL.....	3
3.1.	<i>Aguas Residuales.....</i>	<i>3</i>
3.2.	<i>Tratamiento de aguas residuales.....</i>	<i>3</i>
3.3.	<i>Reúso de aguas.....</i>	<i>4</i>
3.3.1.	<i>Efectos del reúso de aguas en el suelo.....</i>	<i>4</i>
3.4.	<i>Aguas residuales urbanas en Bolivia.....</i>	<i>5</i>
3.4.1.	<i>Contaminación de aguas – legislación vigente.....</i>	<i>5</i>
3.5.	<i>Gestión de riego.....</i>	<i>5</i>
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
4.1.	<i>Materiales.....</i>	<i>7</i>
4.1.1.	<i>Materiales de campo.....</i>	<i>7</i>
4.1.2.	<i>Material de gabinete.....</i>	<i>7</i>
4.2.	<i>Metodología.....</i>	<i>7</i>
4.2.1.	<i>Primera fase: Diagnóstico.....</i>	<i>8</i>
4.2.2.	<i>Segunda fase: Trabajo de campo.....</i>	<i>9</i>
4.2.3.	<i>Tercera fase: Trabajo de gabinete.....</i>	<i>11</i>
5.	CONTEXTO.....	13
5.1.	<i>Localización.....</i>	<i>13</i>
5.2.	<i>Características físicas de Punata.....</i>	<i>16</i>
5.3.	<i>Características socioeconómicas.....</i>	<i>16</i>
6.	RESULTADOS.....	18
6.1.	<i>Diagnóstico General de la red de Agua Potable y Alcantarillado.....</i>	<i>19</i>
6.1.1.	<i>Proceso de intervención.....</i>	<i>19</i>
6.1.2.	<i>Agua Potable.....</i>	<i>21</i>
6.1.3.	<i>Red de Alcantarillado.....</i>	<i>22</i>
6.2.	<i>La Gestión de riego en función a la disponibilidad y uso del agua residual.....</i>	<i>24</i>
6.2.1.	<i>Infraestructura de captación y aducción.....</i>	<i>24</i>
6.2.2.	<i>Infraestructura de conducción y distribución.....</i>	<i>28</i>
6.2.2.1.	<i>Caudales de operación.....</i>	<i>35</i>
6.2.3.	<i>Derechos de agua.....</i>	<i>36</i>
6.2.3.1.	<i>Mantenimiento de los derechos de agua.....</i>	<i>40</i>
6.2.3.2.	<i>Acceso al agua.....</i>	<i>40</i>
6.2.4.	<i>Organización.....</i>	<i>43</i>
6.2.5.	<i>Distribución.....</i>	<i>44</i>
6.2.5.1.	<i>Operación de la infraestructura.....</i>	<i>45</i>
6.2.5.2.	<i>Modalidad de reparto de agua.....</i>	<i>47</i>

6.3.	<i>Los usos del agua y su relación con el riego parcelario.....</i>	55
6.3.1.	Usos del agua.....	55
6.3.2.	El riego parcelario.....	56
6.3.2.1.	<i>Tipos y métodos de riego practicados</i>	59
6.3.2.2.	<i>Medidas de protección en el riego</i>	63
6.4.	<i>Los usos y efectos causados por la utilización del agua residual en la producción agropecuaria.....</i>	64
6.4.1.	Intensidad de cultivo.....	65
6.4.2.	Calendario de cultivo.....	67
6.4.3.	Rotación de cultivos.....	69
6.4.4.	Destino de la producción.....	69
6.4.5.	Costos de producción.....	71
6.5.	<i>La calidad de aguas y la percepción de los usuarios sobre la misma.....</i>	72
6.5.1.1.	<i>Eficiencia de remoción de contaminantes</i>	75
6.5.1.2.	<i>Carga contaminante.....</i>	76
6.5.2.	Clasificación de aguas con fines de riego.....	77
7.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	79
7.1.	<i>Actividades orientadas al acceso al agua.....</i>	79
7.1.1.	El diseño y la construcción del sistema de riego.....	79
7.1.2.	La adquisición de los derechos para acceder al agua.....	80
7.1.3.	Las formas de asignación de agua.....	80
7.1.4.	La distribución del agua.....	81
7.1.5.	Organización de regantes.....	83
7.1.6.	Mantenimiento de la infraestructura de riego.....	83
7.2.	<i>Los efectos del uso del agua residual en la producción agropecuaria</i>	84
7.2.1.	Disponibilidad de agua y su relación con el uso.....	85
7.2.2.	La disponibilidad del agua y la producción agrícola.....	86
7.2.3.	La disponibilidad de agua y su relación con la calidad del agua.....	87
7.3.	<i>Relación del uso del agua con la normativa.....</i>	88
7.3.1.	La calidad del agua y su efecto en la valorización del terreno.....	89
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
8.1.	<i>Recomendaciones</i>	92
9.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	95

Índice de Tablas

Tabla N° 1:	Datos de población del municipio de Punata.....	16
Tabla N° 2:	Datos los últimos tres censos realizados por el INE.....	17
Tabla N° 3:	Tasa de crecimiento Municipio de Punata	17
Tabla N° 4:	Ubicación de pozos privados en el área urbana de Punata	21
Tabla N° 5:	Número de conexiones agua potable	21
Tabla N° 6:	Dimensiones de tuberías red de alcantarillado.....	22
Tabla N° 7:	Número de conexiones red de alcantarillado.....	23
Tabla N° 8:	Tipos de usuarios a la red de alcantarillado.....	23
Tabla N° 9:	Análisis biológico de las aguas residuales planta de Colque Rancho	27
Tabla N° 10:	Infraestructura de conducción para riego.....	30
Tabla N° 11:	Red de distribución de aguas para riego	32
Tabla N° 12:	Acuerdos para el mantenimiento de canales entre comunidades	33
Tabla N° 13:	Acuerdos para el mantenimiento de cárcamos y cámaras sistema riego -comunal	34
Tabla N° 14:	Control y sanciones para trabajos de mantenimiento	34
Tabla N° 15:	Aforos al ingreso y salida de la planta.....	35
Tabla N° 16:	Jornales trabajados en el mejoramiento de los sistemas de riego.....	36
Tabla N° 17:	Usuarios del sistema.....	37
Tabla N° 18:	Turnos de riego por comunidad	38
Tabla N° 19:	Horas de riego por comunidad.....	39
Tabla N° 20:	Formas de acceso al agua.....	40
Tabla N° 21:	Compensaciones establecidas por cumplir funciones en la organización de riego.	41
Tabla N° 22:	Compensaciones a usuarios.....	42
Tabla N° 23:	Organización del sistema de riego	43
Tabla N° 24:	Organización de riego en comunidades	44
Tabla N° 25:	Características de operación de sistemas de riego.....	46
Tabla N° 26:	Modalidad de reparto de agua en los sistemas de riego	48
Tabla N° 27:	Tiempos de riego asignados	50
Tabla N° 28:	Distribución multiflujo en los sistemas de riego.....	51
Tabla N° 29:	Tiempos y turnos de riego asignado a parcela, Comunidad Chirusi Rosario.....	52
Tabla N° 30:	Designación de controles en los sistemas de riego.....	53
Tabla N° 31:	Principales usos del agua en el área de estudio.....	55
Tabla N° 32:	Características generales del riego parcelario.....	60
Tabla N° 33:	Laminas aplicadas al riego de preparación.....	61
Tabla N° 34:	Lámina de riego aplicado al cultivo principal	62
Tabla N° 35:	Frecuencias de riego a cultivos.....	63
Tabla N° 36:	Superficie sembrada en tres bloques representativos en el área de estudio	67
Tabla N° 37:	Calendario climático y de cultivos	67
Tabla N° 38:	Calendario climático y de cultivos actual	68
Tabla N° 39:	Destino de la producción	70
Tabla N° 40:	Destino de la producción	70
Tabla N° 41:	Lugares de venta del producto cosechado.....	70
Tabla N° 42:	Comparación de rendimientos, antes y después de la construcción de la planta de tratamiento	71

Tabla N° 43: Relación beneficio costo los principales cultivos.....	72
Tabla N° 44: Comparación con la norma vigente en Bolivia.....	73
Tabla N° 45: Elementos que no cumplen con la legislación boliviana.....	74
Tabla N° 46: Eficiencia de remoción de contaminantes en la planta de tratamiento.....	75
Tabla N° 47: Eficiencia de remoción durante la conducción del área tratada al área de riego	76
Tabla N° 48: Carga contaminante que lleva el agua desde la salida de la planta.....	77
Tabla N° 49: Clasificación de agua con fines de riego.....	77
Tabla N° 50: Clasificación de aguas según otras normas	77
Tabla N° 51: Clasificación de las aguas residuales según diversos autores	78
Tabla N° 52: Capacidad de remoción de contaminantes en humedales.....	92

Índice de Figuras

Figura N° 1:	Generalización de sistemas de tratamiento de aguas residuales	4
Figura N° 2:	El esquema metodológico:	8
Figura N° 3:	Ubicación de la provincia de Punata	13
Figura N° 4:	División Política Administrativa de la Provincia Punata	14
Figura N° 5:	Ubicación del área de estudio.....	15
Figura N° 6:	Ubicación de las comunidades beneficiadas con aguas de la planta de tratamiento	19
Figura N° 7:	Consumo de agua mensual, gestión 2005	22
Figura N° 8:	Croquis de la planta de tratamiento.....	25
Figura N° 9:	Dispositivos de entrada a las lagunas	26
Figura N° 10:	Dispositivos de ingreso, salida y distribución en las lagunas	26
Figura N° 11:	Salida de agua de la planta.....	27
Figura N° 12:	Cámaras de distribución de agua	29
Figura N° 13:	Infraestructura para el riego parcelario.....	30
Figura N° 14:	Infraestructura de riego en el área de estudio	31
Figura N° 15:	Cárcamo y mejoramiento de un sistema de riego, Comunidad Chirusi Grande... ..	32
Figura N° 16:	Cárcamo comunidad Tajamar Centro.....	33
Figura N° 17:	Trabajos realizados para adquirir y mantener los derechos de agua.....	37
Figura N° 18:	Tareas de operación en el riego	47
Figura N° 19:	Croquis de grupos de riego existente en el sistema de riego Tajamar Centro	49
Figura N° 20:	Distribución de agua a nivel parcela, Comunidad Chirusi Rosario	52
Figura N° 21:	Usos del efluente de la planta de tratamiento	56
Figura N° 22:	Riego por al cultivo por melgas.....	57
Figura N° 23:	Riego de preparación.....	58
Figura N° 24:	Mano de obra en el riego parcelario.....	59
Figura N° 25:	Acoples y pérdidas de agua por mala unión entre tubos de PVC.....	60
Figura N° 26:	Riegos de preparación practicados en las comunidades en estudio.....	61
Figura N° 27:	Levantamiento de cultivos en el área de estudio.....	66

1. INTRODUCCIÓN

El recurso agua ha sido el tema central en varias conferencias internacionales, como el Segundo Foro Mundial del Agua en La Haya (2000), y un año después la Conferencia Internacional sobre el Agua Dulce en Bonn.

Según los informes de las Naciones Unidas Sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, 2003, indica que de la totalidad de agua existente en la tierra, el agua dulce ocupa 2,53% y el resto es agua salada. Aproximadamente las dos terceras partes del agua dulce se encuentran inmovilizadas en glaciares y al abrigo de nieves perpetuas.

El consumo de agua per cápita a escala mundial aumenta por la mejora de los niveles de vida y el crecimiento poblacional. En consecuencia el porcentaje de agua utilizada se eleva, y que la cantidad de agua existente para los diferentes usos empieza a escasear.

Por otro lado, la constante contaminación del agua dulce, esta originando que este recurso se este reduciendo considerablemente. Según el Informe de las Naciones Unidas Sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, 2003 indica que unos 2 millones de toneladas de desechos son arrojados diariamente en aguas receptoras, incluyendo residuos industriales y químicos, vertidos humanos y desechos agrícolas (fertilizantes, pesticidas y residuos de pesticidas). Estos datos sobre la extensión y gravedad de la contaminación son incompletos, se estima que la producción global de aguas residuales es de aproximadamente 1.500 km³.

Esta reducción de la cantidad de agua dulce por contaminación, se ve incrementado por los cambios climáticos. El Informe de las Naciones Unidas Sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, 2003 señala que, las estimaciones recientes sugieren que el cambio climático será responsable de alrededor del 20% del incremento de la escasez global de agua.

En Bolivia, el Informe Nacional sobre la Gestión del Agua, indica que las aguas residuales tratadas alcanzan a 49.31 millones de metros cúbicos por año, de las cuales las aguas servidas y tratadas con lagunas son de a 33.31 Mm³/año (xx), las aguas servidas tratadas con cámara séptica llegan a 16.00 Mm³/año (xx) y las aguas servidas eliminadas sin tratamiento alcanzan a 68.06 Mm³/año (xx)

Las únicas entidades que tratan las aguas con sistema de lagunas desde hace varios años atrás son: Aguas del Illimani (Ciudad de La Paz), SEMAPA (Ciudad de Cochabamba), COSAALT (ciudad de Tarija), todas ellas congregan el 46% de las viviendas con mas de 5.000 habitantes. Actualmente, algunos municipios están empezando a dar importancia al tratamiento de las aguas residuales, para su posterior reúso.

En la mayoría de las poblaciones bolivianas, existen cámaras sépticas para tratar las aguas servidas, donde solamente se tratan las aguas provenientes de inodoros, dejando que las aguas de baños y cocinas fluyan directamente hacia las calles.

En el departamento de Cochabamba, son muy pocos los municipios que tratan sus aguas provenientes de actividades domésticas y en algunos casos industriales, estas aguas generalmente son desfogadas en canales y ríos para posteriormente ser aprovechadas en riego de diversos productos.

En el municipio de Punata, en los años noventa, ante el crecimiento de la mancha urbana y de la población, el Gobierno Municipal de Punata se vió forzado a encaminar trabajos de mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado, pero estos trabajos también conllevan una responsabilidad grande en cuanto al uso y destino final del agua, lo que origino que en los trabajos de estudio a diseño final se considera la construcción de plantas de tratamiento tanto para agua potable como para aguas residuales

En un inicio, varias comunidades se rehusaron a la construcción de esta planta en su sector, arguyendo la contaminación de suelos, malos olores y depreciación del costo de los suelos. Esto origino un retraso considerable en la culminación de obras.

Durante la fase de construcción, la comunidad de Tajamar Centro ofreció un lote baldío salitroso que estaba siendo utilizado como un botadero y ocasionaba malos olores en la zona, atracción de animales y otros.

A través de acuerdos y convenios se llegó a un consenso con las comunidades, para la instalación y construcción de la planta de tratamiento que desde hace aproximadamente cuatro años atrás se encuentra en funcionamiento.

En la actualidad la planta es administrada por el Gobierno Municipal, y existe un convenio para que los efluentes de las lagunas son usados para el riego de parcelas agrícolas en las comunidades de: Tajamar Centro, Chirusi Rosario, Chirusi Grande, Sobra Chirusi y Colque Rancho.

A la fecha no se tiene un conocimiento claro de los efectos producidos de la utilización de estas agua en riego, la importancia del uso de esta agua, la calidad de aguas y mucho menos como es la gestión de riego.

La presente investigación, pretende mostrar como se organizaron y distribuyeron el agua residual, que cambios originó y cual la importancia el uso del agua residual en la agricultora, que percepción tienen los usuarios con relación a la calidad de las aguas y si estas cumplen con la legislación en Materia de Contaminación Hídrica vigente en Bolivia, la finalidad persigue es dar pautas a la comunidad, gobierno Municipal y personal externo, en caso de que si se desearía realizar trabajos para mejorar la calidad del agua (tratamientos terciarios) se considere los puntos mencionados para evitar conflictos al interior de las comunidades que pudiesen en un futuro poder entorpecer los trabajos de mejoramiento.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Conocer la importancia del aprovechamiento uso de las aguas residuales urbanas tratadas en términos de gestión de riego y uso en la producción agropecuaria en función a su disponibilidad y calidad

2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar la gestión y uso del agua en el Sistema de Riego de Aguas Residuales de la zona sud de Punata.

- Determinar los cambios producidos en la producción agropecuaria por la utilización de aguas residuales en el riego.
- Conocer si la calidad de aguas residuales urbanas tratadas cumplen con la legislación vigente para su utilización en riego
- Conocer la percepción que tienen los diferentes actores con relación al uso de las aguas residuales tratadas y su entorno.

2.3. *Pregunta Central:*

¿Cuál es la importancia del uso de las aguas servidas tratadas en la producción agropecuaria y que cambios produjo en la producción agropecuaria la utilización de dichas aguas en el Municipio de Punata en función a su disponibilidad y calidad?

2.4. *Subpreguntas*

1. ¿Como es la gestión de riego actual con aguas servidas tratadas?
2. ¿Qué cambios ocurrieron en cuanto a la diversificación e intensificación agropecuaria por la utilización del agua residual?
3. ¿Qué percepción tienen los regantes, y autoridades municipales con relación al uso de las aguas residuales tratadas en la producción agropecuaria y su entorno?
4. ¿Las aguas residuales tratadas cumplen con la legislación vigente en materia de contaminación hídrica y en la calidad de aguas para riego?

3. *MARCO CONCEPTUAL*

3.1. *Aguas Residuales*

Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población , después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias, siendo recogidas por la red de alcantarillado que las conducirá hacia un destino apropiado (Sergio Rolim Mendoca, 2000).

Según su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua, que provienen de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual (Mendoca, 2000)

Seoanez, 1995 define a las aguas residuales a los líquidos procedentes de la actividad humana, que llevan en su composición gran parte de agua, y que generalmente son vertidos a cursos o a masas de agua continentales o marinas (pp28)

3.2. *Tratamiento de aguas residuales*

Gutierrez 2004, indica que el tratamiento convencional de aguas residuales es una combinación de procesos y operaciones físicas y biológicas bien establecidas en la práctica de la ingeniería sanitaria, las que remueven sólidos, materia en suspensión, bacterias y en algunos casos apreciables cantidades de nutrientes del agua residual cruda. (pp11)

El mismo autor realiza un diagrama de las alternativas de tratamiento de aguas residuales

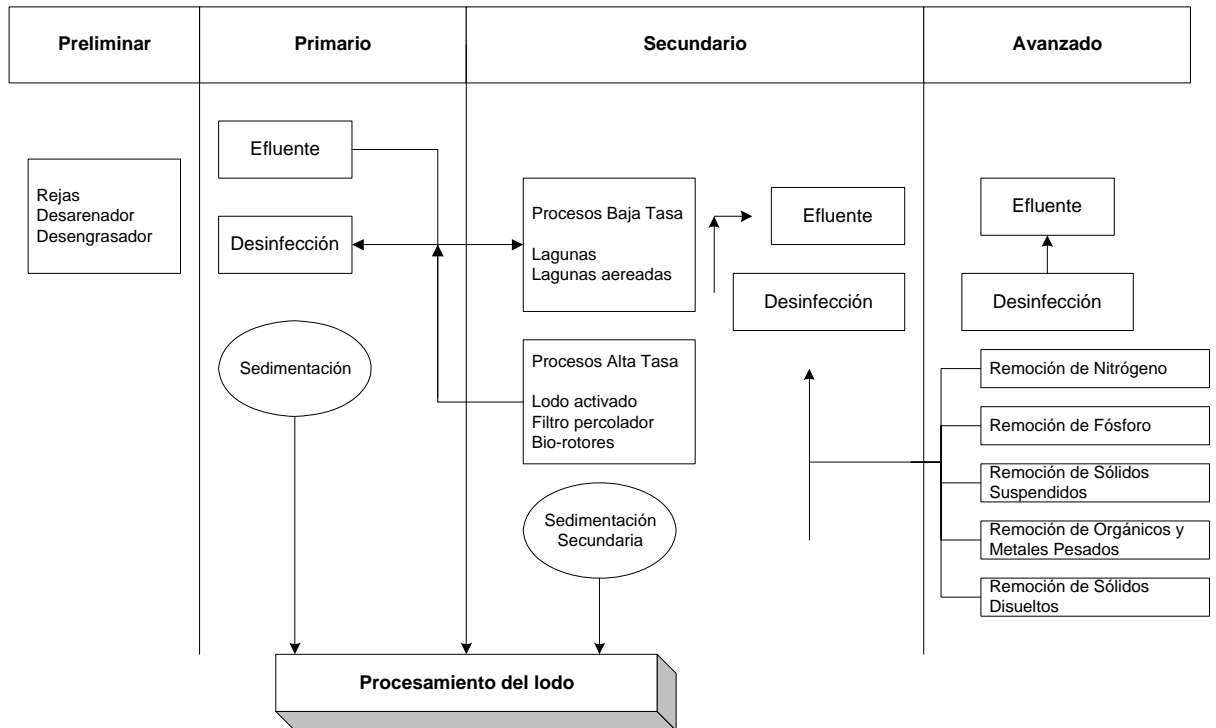


Figura N° 1: Generalización de sistemas de tratamiento de aguas residuales

3.3. *Reúso de aguas*

Gutierrez 2004, indica que hay muchas guías y criterios desarrollados para la calidad de las aguas residuales utilizadas en el reúso. Asimismo, afirma que el diseño e implementación de regulaciones necesitan incluir las características específicas de cada país. Muchos países en vías de Desarrollo solo copian la mejor regulación internacional a mano, este procedimiento puede ser la causa de un costo extra en el tratamiento de las aguas residuales haciendo el reúso no factible. (pp6)

Garcia 1998, señala que las aguas de uso agrario deben tener ciertas exigencias en lo que se refiere a problemas básicos de salinidad, permeabilidad, toxicidad específica por ciertos iones y contaminación desde el punto de vista sanitario.

3.3.1. **Efectos del reúso de aguas en el suelo**

Los suelos deben tener ciertas características compatibles con la admisión de volúmenes elevados de agua en las que pueden estar presentes un conjunto de productos que pueden modificar la estructura y estado anteriores al vertido y alterar el equilibrio ecológico del medio en que se sitúa el área de aplicación, (Garcia 1998).

M.L. Luna Guido, Et al. (2002 mencionan la experiencia en México donde se ha incrementado el tratamiento de aguas residuales con la creación de grandes cantidades de biosólido. Estos biosólidos residuales, provenientes de reactores biológicos de aguas

residuales, pueden representar un impacto benéfico en suelos agotados debido a que constituyen un fertilizante excelente por su contenido de nutrientes (C, N y P). Pero quedan sujetos a los resultados del examen en laboratorios antes de implantar el sistema de manejo; para ello es necesario conocer y controlar o eliminar el contenido de mutágenos, cancerígenos, microorganismos patógenos, así como metales que se pueden acumular en el suelo.

3.4. Aguas residuales urbanas en Bolivia

Paul Van Damme, 2002, menciona que en Bolivia, la mayor parte de los poblados rurales, e incluso muchas poblaciones intermedias y grandes que cuentan con sistemas de alcantarillado sanitario, no tienen ningún tipo de tratamiento para sus aguas residuales. En la mayoría de los casos, vierten el agua a cuerpos receptores naturales como son los ríos o lagos.

El panorama general respecto al tratamiento de las aguas residuales en Bolivia puede resumirse en tres situaciones:

- Sin tratamiento alguno, se descarga directamente hacia un río, o tienen letrinas
- Con tratamiento primario (tanques séptico e Imhoff)
- Con tratamiento a través de lagunas de estabilización secundarias o terciarias

El anterior autor indica que, una de las estrategias adoptadas para maximizar el aprovechamiento hídrico es el uso que se hace del agua residual urbana con fines de riego para la producción agrícola. Este uso no es igual en todo el país sino que se limita a las regiones áridas: el altiplano y los valles. En estas regiones, las formas de uso de las aguas residuales se pueden diferenciar en: uso directo e indirecto.

3.4.1. Contaminación de aguas – legislación vigente

Según la ley 1333 del Medio Ambiente en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica define al agua contaminada como: “Alteración de las propiedades físico-químicas y/o biológicas del agua por sustancias ajenas, por encima o debajo de los límites máximos o mínimos permisibles, según corresponda, de modo que produzcan daños a la salud del hombre, deteriorando su bienestar o su medio ambiente.

La ley del Medio ambiente o ley 1333 del 27 de abril de 1992, en el Título IV “De los Recursos Naturales”, capítulo II “Del Recurso Agua” confiere atribuciones específicas del estado relacionadas al agua potable y alcantarillado.

Mediante el Decreto Supremo 24176, se aprueban diferentes reglamentos de la ley 1333 entre los que se tiene el relacionado al agua: “En Materia de Contaminación Hídrica”. El reglamento prevé los límites máximos para vertidos de aguas residuales a cuerpos receptores. Las empresas prestadoras de servicios de agua potable y alcantarillado deben monitorear las aguas y sus concentraciones para adecuarse al reglamento.

3.5. Gestión de riego

Es importante comprender la gestión de riego ya que la misma esta determianda por la disponibilidad de agua para riego existente.

Gutierrez Z, 1996: define a la gestión de riego como el proceso por el cual organizaciones e individuos establecen los objetivos de un sistema; determinan condiciones apropiadas; identifican, movilizan y usan recursos para alcanzar objetivos; y aseguran que todas las actividades sean llevadas adelante sin efectos adversos cualesquiera.

Dentro de los elementos que comprenden a la gestión se tiene:

Gutierrez, 1996 menciona que el **mantenimiento de la infraestructura** es un trabajo de preservación de las obras construidas de manera que no sufran un deterioro prematuro y signifique pérdidas económicas por reparación, exista pérdidas por infiltración.

Los **derechos al agua**, fruto de los aportes realizados para la construcción del sistema de riego y acuerdos establecidos entre los usuarios, definen la distribución: quién riega, cuándo y muchas veces dónde y cuánto. (PRONAR 2003)

La **organización para riego** responde principalmente a los requerimientos surgidos de la distribución de agua y el mantenimiento de la infraestructura. En algunos casos la organización para riego esta mas inclinada a la distribución de agua, mientras que en otros al mantenimiento de la infraestructura del sistema. (PRONAR 2003)

Según el PRONAR, 2003 indica que la **distribución del agua** comprende tres aspectos centrales:

- Manejo de la infraestructura, conocida como operación del sistema en sí
- Organización de los usuarios para distribuirse el agua
- Aspectos de normatividad: normas, mecanismos, acuerdos y criterios para realizar la distribución del agua.

Con relación al **acceso al agua** el PRONAR, 2003, señala que en una gran parte de los sistemas de riego los usuarios desarrollan distintas estrategias de acceso al agua, en el marco de sus estrategias familiares de producción, que posibilitan ajustar el intervalo de entrega a sus requerimientos específicos, entre las formas mas frecuentes de acceso al agua se tiene:

- Arriendo de terrenos
- Préstamos de aguas
- Trabajos al partido (compañía)
- Retribución por servicio comunitario (ejemplo por desempeño de cargos)
- Relaciones de parentesco
- Robo
- Compra –venta de turnos

Y por último factor de la gestión lo constituye el **Riego parcelario**, en este sentido el PRONAR, 2003 indica que uno de los criterios del riego parcelario es el de regar la mayor superficie posible, criterio ampliamente difundido y se manifiesta claramente en la infraestructura de riego del sistema (capacidad y disposición) y en la estrategia de uso del agua. Este criterio muestra que desde la óptica de riego campesino no se busca realizar un riego óptimo sino que optan por realizar un riego deficitario (subriego).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Materiales de campo

- Fotografías aéreas actuales esc. 1:25000
- Cartas IGM esc 1:50.000
- Grabadora
- Cassetts
- Marcadores de color
- Marcadores de acetatos
- Acetatos
- GPS
- Boletas de encuestas
- Cámara fotográfica
- Rollo de película
- Molinete
- Cronómetro
- Flexómetro
- Huincha de 50 metros.

4.1.2. Material de gabinete

- Software ILWIS
- Software para cálculos y redacción de documento: Word, Excel, Acces
- Papelería
- Scanner
- Fotografías aéreas
- Cartas IGM esc. 1:50.000
- Acetatos

4.2. Metodología

La base metodológica para el desarrollo de la investigación en el trabajo de campo, fue mediante la observación directa, entrevistas informales y estructuradas, y levantamiento de datos.

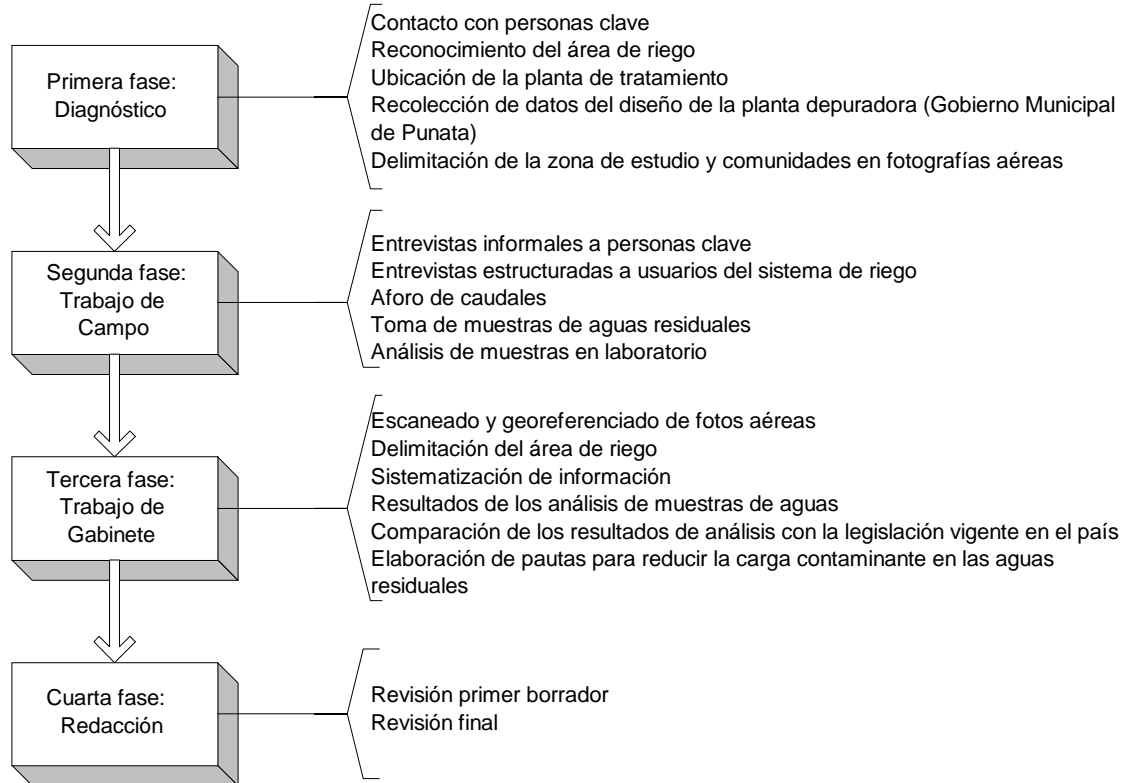
Mediante las encuestas se busca obtener datos cuantitativos para hacer inferencias hacia la población, existen otros métodos llamados cualitativos que se basan en entrevistas informales, sin la presión de un cuestionario formal, los cuales pueden aportar información con mayor profundidad sobre los sistemas de producción.

El estudio de investigación tiene un enfoque participativo de los diferentes actores y, las técnicas a emplearse para la recolección de información son:

- Reconocimiento del área de estudio
- Contacto con personas clave: gobierno Municipal, Comité de Vigilancia, Regantes y no regantes
- Observación directa
- Entrevistas no estructuradas a informantes claves (dirigentes, jueces de agua, técnicos del municipio de Punata)

- Entrevistas estructuradas
- Levantamiento de datos

Figura N° 2: El esquema metodológico:



4.2.1. Primera fase: Diagnóstico

a). *Contacto con personas clave*

En un inicio se contactará con los dirigentes de los regantes para explicar los alcances de la tesis y solicitar apoyo en la presente investigación, esto con la finalidad de evitar susceptibilidades posteriores que podrían afectar el desenvolvimiento de la investigación.

b). *Reconocimiento de la zona de estudio y ubicación de la planta de tratamiento*

Este se realizará con la finalidad de conocer la zona, ubicar los accesos al área de riego, ubicación de la planta de tratamiento y determinar las características del mismo

Para la ubicación de la planta de tratamiento y el área de riego se utilizara Geographical Positioning System (GPS)

c). *Recolección de datos del diseño de la planta depuradora (Gobierno Municipal de Punata)*

Se realizará una entrevista informal con los técnicos del municipio de Punata con la finalidad de recabar la siguiente información:

- Las características y criterios de diseño de la planta de tratamiento
- Capacidad de tratamiento de la planta
- Eficiencia de depuración de la planta
- Mantenimiento que se realiza a esta planta
- Número y tipo de usuarios que tienen acceso a la red de alcantarillado
- Costos por concepto de uso de alcantarillado a la población
- Acuerdos y convenios existentes con los regantes para el uso de estas aguas
- Otros datos de interés para el estudio.

Este trabajo no se pudo completar, porque con el cambio de alcaldes el año 2003 también existió renovación de todo el personal, es decir, que todo el personal técnico que trabajaba fue cambiado.

La información con relación al diseño de la infraestructura no estaba disponible en el gobierno Municipal, debido a que toda la documentación e información sobre la planta de tratamiento se encontraba en la Contraloría General de la República de Bolivia para fines de auditoría técnica –financiera a los trabajos ejecutados.

d). Delimitación de la zona de estudio y comunidades en fotografías aéreas

Ubicada el área de riego se procede a delimitar las comunidades beneficiadas en las fotografías aéreas, para este trabajo se solicitó el apoyo de los dirigentes de las diferentes comunidades.

Aparte de la delimitación de las comunidades se llegó a delimitar el área de riego con las aguas provenientes de la planta de tratamiento, la infraestructura de riego existente y el uso de la tierra.

4.2.2. Segunda fase: Trabajo de campo

a). Entrevistas informales a personas clave

Se refieren a entrevistas realizadas a dirigentes antiguos y destacados de cada comunidad. La información obtenida fue de gran valor, por ser testimonios acontecidos en las comunidades, la información a recabarse se centrará en:

- Proceso de construcción y diseño de la planta de tratamiento: acuerdos, convenios firmados con el Gobierno Municipal, participación de la población de regantes en la toma de decisiones
- La situación antes de la construcción de la planta de tratamiento y actualmente en relación a la producción
- La percepción de los regantes sobre el uso de las aguas servidas en el riego y como afecta la planta de tratamiento al entorno que se ubica
- Gestión de riego: número de regantes, derechos y obligaciones, operación y mantenimiento, distribución de agua
- Que criterios toman en cuenta los agricultores para realizar el riego a sus diferentes cultivos con aguas residuales.

b) *Elaboración de croquis parcelario*

Se realizó un croquis parcelario en base a la fotografía aérea del año 1988, junto a este trabajo se realizó levantamiento de cultivos en tres comunidades, al interior de las comunidades se levantó un bloque representativo a la zona.

Para definir el bloque se basó la distancia del cárcamo con relación a las parcelas, cantidad de usuarios que riegan del cárcamo, el grado de confianza y apoyo de los usuarios en la investigación

c). *Entrevistas estructuradas a usuarios del sistema de riego*

Se refiere a boletas de encuestas que se aplicaron a algunas familias para poder obtener información sobre:

- Calendarios agrícolas
- Calendarios de riego
- Datos familiares
- Enfermedades producidas en estos últimos años a causa del uso de las aguas residuales tratadas.
- Medidas de prevención de la salud que toman en cuenta las familias durante el riego con aguas residuales tratadas
- Fuentes de agua a los que accede para el riego
- Cultivos principales
- Tenencia de la tierra
- Uso del suelo: con las encuestas y fotografías aéreas se determinara aproximadamente el área y cultivos principales existentes en la zona

c). *Aforo de caudales*

La medición de caudales se realizó en cuatro puntos diferentes: al ingreso y la salida de la planta de tratamiento, en el ingreso a cada comunidad o zona de riego y aforos a nivel de parcela, para determinar la eficiencia de conducción y la lámina de agua que se aplica por superficie de terreno.

Para la determinación de caudales se utilizó los métodos: Molinete, Flotador y volumétrico

El molinete utilizado para la medición de caudales fue un molinete universal marca Zählgerat/counter modelo Z4 D8950, se determinó el caudal de ingreso y salida de la planta de tratamiento.

Para determinar el caudal en canales de riego se utilizó el método del flotador, debido a que las pendientes de los canales son mínimas y el molinete no podía medir el flujo de la velocidad del agua.

Para la medición del agua en parcela se utilizó el método volumétrico, por que el riego se realiza con ayuda de tuberías de PVC.

d). *Toma de muestras de aguas residuales*

La toma de muestras nos servirá para determinar la carga contaminante de las aguas residuales.

La recolección de muestras se realizó al ingreso y a la salida de la planta de tratamiento, así como una muestra en el área de riego.

Los parámetros a medirse para determinar si las aguas residuales cumplen con la legislación vigente son:

- pH
- DBO₅
- DQO
- Sólidos suspendidos totales (SST)
- Amonio como Nitrógeno
- Sulfuros
- Fósforo total (Pt)
- Hierro
- Magnesio
- Colifecales totales
- Coliformes
- Conductividad eléctrica
- Calcio
- Sodio

Los principales parámetros a medirse para determinar la calidad de agua para riego son:

- Relación de Adsorción de Sodio
- Conductividad eléctrica

4.2.3. Tercera fase: Trabajo de gabinete

a). *Escaneado y georeferenciado de fotos aéreas*

Se procederá a la introducción de fotografías aéreas al software ILWIS por medio de un escáner.

La georeferenciación consiste en comparar fuentes de información para identificar puntos iguales, donde una de las fuentes el punto en cuestión tiene coordenadas geográficas. Para este trabajo se utilizara cartas IGM escala 1:50.000.

b). *Digitalización del área de riego y comunidades*

El objeto de la digitalización es para definir las comunidades beneficiadas y el área total de riego con aguas residuales, así como la ubicación de la planta de tratamiento y la infraestructura de riego.

c). *Sistematización de información*

Consiste en la ordenación de los datos de campo por un lado, y por otro la transcripción de entrevistas.

De las encuestas estructuradas la información recolectada se vaciarán a una hoja electrónica Excel y en el cual se analizará la información recolectada.

d). *Resultados de los análisis de muestras de aguas*

Los análisis de aguas se recogerán del laboratorio y se procederá a calcular la carga contaminante de cada uno de los parámetros medidos

La carga contaminante se calculará por medio de la fórmula:

Caudal * Concentración

Con estos análisis se determinará la clasificación del agua con fines de riego y se evaluará la presencia de los metales pesados en las aguas residuales. Con toda esta información se comparará con los límites permisibles en la legislación vigente en el país como ser:

- . Ley 1333: Ley del Medio Ambiente.
- . Decreto Supremo 24176, aprobación de reglamentos de la ley 1333 y que son los siguientes:
 - Reglamento General de Gestión ambiental
 - De Prevención y control Ambiental
 - En Materia de Contaminación Hídrica

d). *Formulación de recomendaciones para reducir la carga contaminante y medidas de seguridad para los regantes*

Una vez analizado la importancia del uso de las aguas residuales, la percepción de los diferentes actores con relación al riego y la calidad de las aguas, se determinará la carga contaminante que llevan estas aguas, habiendo realizado la comparación con la legislación vigente y conociendo la gestión de riego se procederá a dar recomendaciones para reducir la carga contaminante en las aguas tratadas utilizadas en el riego, así como se aconsejará a los usuarios los materiales necesarios para evitar que los regantes puedan contraer enfermedades infecciosas.

5. CONTEXTO

5.1. Localización

El municipio de Punata esta situada en la Provincia de Punata, departamento de Cochabamba - Bolivia, entre 17°27' y 17°18' de latitud Sur, y 65°47' y 65°52' de longitud oeste, a 2723 msnm y a 40 Km de la ciudad de Cochabamba.

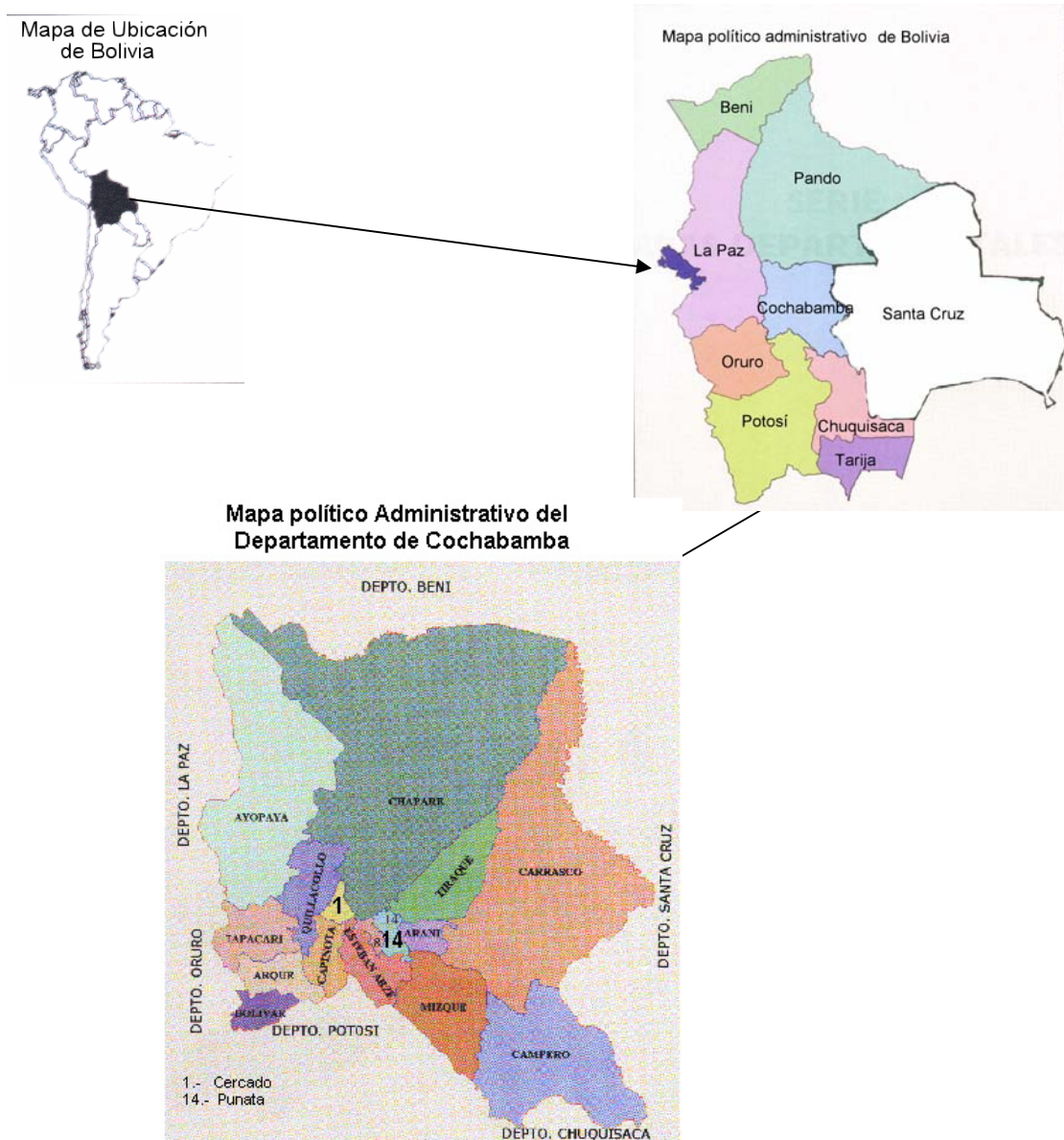


Figura N° 3: Ubicación de la provincia de Punata

En la Figura N° 4 se muestra el mapa de la división política administrativa de la provincia de Punata

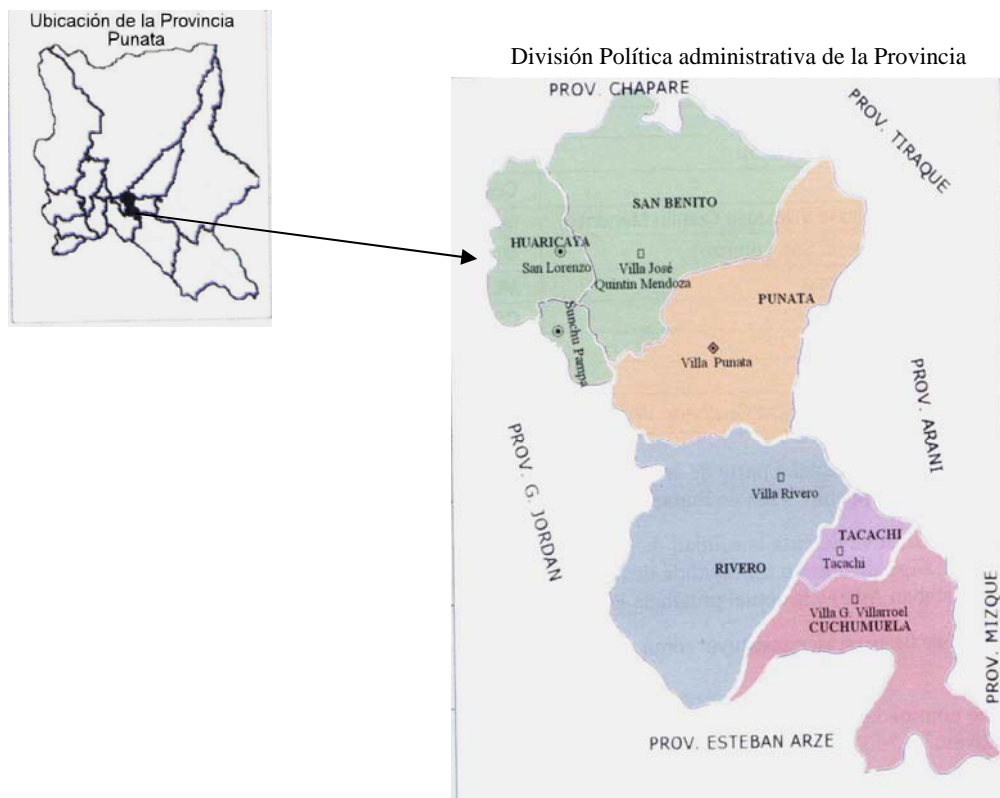


Figura N° 4: División Política Administrativa de la Provincia Punata

La planta de tratamiento se ubica en el suroeste del municipio, dista a 4.700 metros del área urbana de Punata, las aguas tratadas de la planta actualmente son utilizadas en riego y como abrevadero de animales.

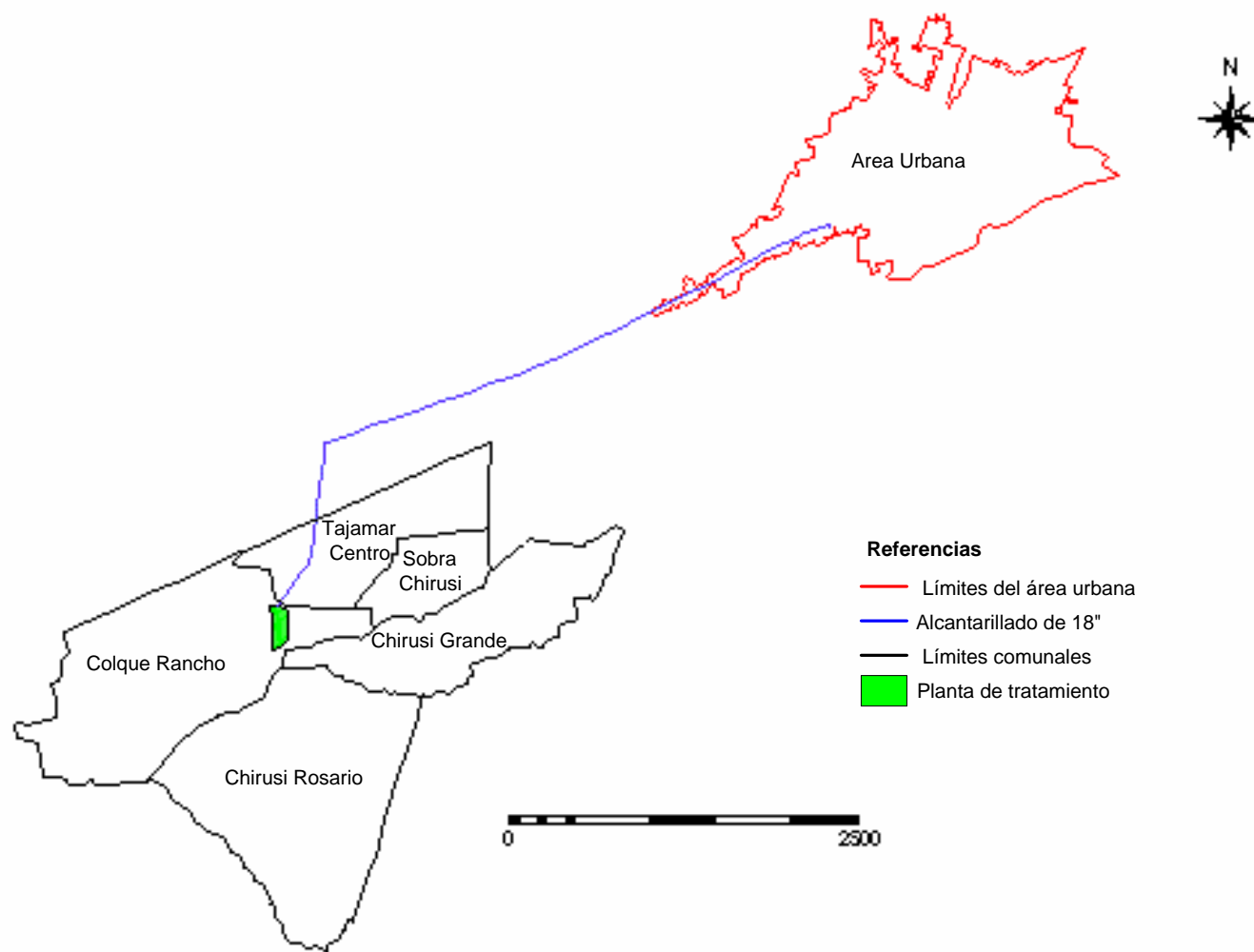


Figura N° 5: Ubicación

5.2. Características físicas de Punata

En base a los datos de Arce (1993) y las estaciones climatológicas de San Benito y Arani se tienen las principales características:

- Temperatura media anual: 15°C
- Temperatura mínima media mensual: 11°C (mes de mayo)
- Temperatura máxima media mensual: 11°C (mes de Noviembre)
- Precipitación pluvial media: 386 mm
- Evaporación anual: 1980 mm
- Evapotranspiración potencial anual: 950 mm
- Humedad relativa media anual: 50%
- Velocidad media del viento: 137.2 Km/día
- Horas de sol diarias: 7.5 horas

Según la clasificación de Holdridge (1987), la región de Punata corresponde a la zona de vida “Estepa Espinosa Montano Alta Subtropical”. El clima seco, templado- cálido y las propicias condiciones de radiación permiten tener una producción de cultivos durante todo el año, siendo la limitante principal para la agricultura la disponibilidad de agua.

Las precipitaciones pluviales se concentran en un 85% ente los meses de Diciembre y marzo, los demás meses son de estiaje.

Según Duran (1997), la región de Punata presenta montañas y colinas que desembocan a una planicie aluvial que corresponde a la zona de riego. En esta los suelos son profundos, con permeabilidad moderada a lenta y drenaje interno moderadamente lento. Texturalmente predominan suelos limosos con estructura de bloques. Las principales características químicas son un pH ligeramente alcalino, conductividad eléctrica baja a media, bajos contenidos de Fósforo y Materia orgánica baja a media fertilidad del suelo

5.3. Características socioeconómicas

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda (Instituto Nacional de Estadística 2001), la población total del Municipio de Punata se muestra en la Tabla N° 1:

Tabla N° 1: Datos de población del municipio de Punata

	N°	%	Tasa de crecimiento
Población urbana	14.742	56,4	1,62
Población rural	11.398	43,6	-2,56
Total	26.140	100,0	-0,42
N° hab/vivienda	3,89		
Densidad poblacional	55.7 hab/km ²		

Fuente: INE, 2001

El área urbana de Punata cuenta con 14.742 habitantes de los cuales el 47% son hombres y 53% son mujeres. Del total de la población el 35% vive en el área urbana y el restante 65% en las zonas rurales. La tasa de analfabetismo alcanza a un 25% de esta población.

Tabla N° 2: Datos los últimos tres censos realizados por el INE

Censo 1976			Censo 1992			Censo 2001		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
10.264	4.664	5.600	12.758	5.825	6.933	14.742	6.897	7.845

Fuente: INE 2001

El Instituto Nacional de Estadística realizó un estudio para proyectar la población total en todo el país. Para el Municipio de Punata las tasas de crecimiento adoptados se muestran en la Tabla N° 3:

Tabla N° 3: Tasa de crecimiento Municipio de Punata

Periodo	Tasa de Crecimiento (%)
2002/2003	-1.12
2003/2002	-1.27
2004/2003	-1.35
2005/2004	-1.48
2006/2005	-1.60
2007/2006	-1.73
2008/2007	-1.82
2009/2008	-2.02
2010/2009	-2.15

Fuente Latin Consult

Las principales actividades económicas mas importantes en el municipio de Punata son la agricultura, la producción de leche y queso, la elaboración de chicha, la manufactura de artesanías, la comercialización y transporte.

6. RESULTADOS

En el presente estudio se pudo establecer dos fuentes principales de agua: las aguas superficiales que favorece a todas las comunidades del sector y las aguas provenientes de la planta de tratamiento que favorece con riego a cinco comunidades: Tajamar Centro, Colque Rancho, Chirusi Rosario, Sobra Chirusi y Chirusi Grande.

La fuente principal de aguas superficiales lo constituye el río Morro y el río Chaqui Mayu (río Seco), el río Morro favorece a 18 comunidades, el río Chaqui Mayu abastece de riego a otras 18 comunidades.

Cada comunidad tiene derecho a usufructuar el agua por un periodo de 24 horas, y a cada comunidad le llega el agua después de 18 días.

Las aguas provenientes de los ríos origino que exista división al interior de las comunidades, esto con la finalidad de poder acceder mas días al agua.

Un ejemplo claro de esta división es la comunidad de Sobra Chirusi, que anteriormente pertenecía a la comunidad de Chirusi Grande. La comunidad de Sobra Chirusi se separó por que la comunidad a la cual pertenecían (Chirusi Grande) no les permitían utilizar el agua del río Morro en el turno correspondiente a la comunidad y no se les permitía participar en la toma de decisiones con relación al riego.

Esto origino que los regantes empezaran a utilizar las aguas del río Chaqui Mayu y se conforme una organización de riego independiente a la de Chirusi Grande, de esta manera los usuarios de Sobra Chirusi adquirieron su independencia.

Otro ejemplo lo constituye la comunidad de Chirusi Rosario, en periodo de lluvias esta comunidad se subdivide en dos comunidades Chirusi Rosario A y Chirusi Rosario B, estrategia utilizada para poder tener riego por 48 horas en la comunidad con el río Morro.

Las comunidades de estudio beneficiadas con el río Morro son: Chirusi Rosario, Chirusi Grande.

Las comunidades beneficiadas con el río Chaqui Mayu son: Sobra Chirusi, Colque Rancho y Tajamar Centro

Las aguas de estos ríos llegan al área de estudio solo en periodo de lluvias (Noviembre a abril).

En la Figura N° 6 se muestra la distribución espacial de las comunidades de estudio.

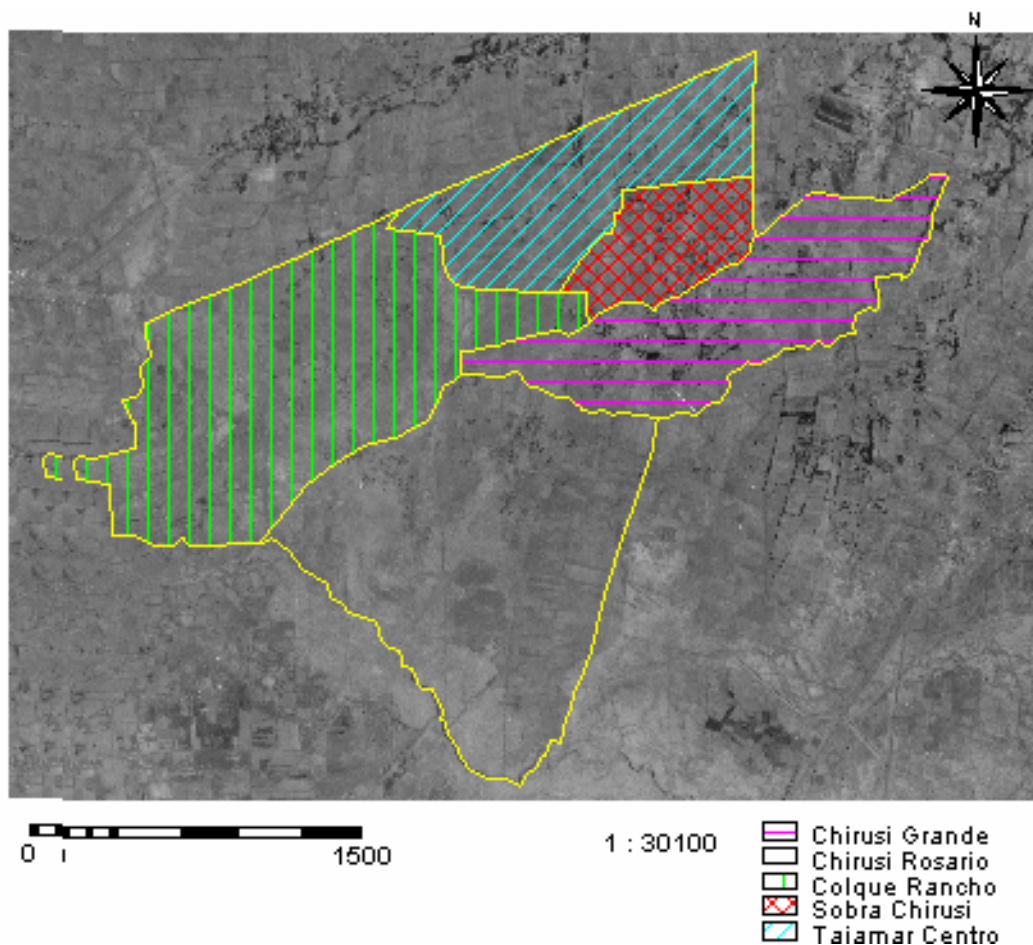


Figura N° 6: Ubicación de las comunidades beneficiadas con aguas de la planta de tratamiento

6.1. *Diagnóstico General de la red de Agua Potable y Alcantarillado*

6.1.1. **Proceso de intervención**

El sistema de agua potable y alcantarillado data desde los años 70.

Antes de la construcción de la planta de tratamiento, las aguas provenientes de la red de alcantarillado desembocaban a un canal desagüe y eran utilizado en el riego de hortalizas, verduras, maíz y otros. Este sector es conocido como Khochi, zona en el cual se encuentra el Hospital General de Punata.

En el año 1990 el Gobierno Municipal de Punata, ante el desmesurado crecimiento urbano y poblacional se vio obligado a encarar trabajos de mejoramiento y ampliación de la red de alcantarillado y agua potable

Es así que en el año 1992, con financiamiento del Fondo de Desarrollo Campesino (FDC) se realizó el estudio a Diseño final y a partir del año 1993 se busco el financiamiento en diferentes instituciones.

A inicios del año 1996 comenzaron la ejecución de obras y para el año 2000 se concluyó todos los trabajos de ampliación y mejora de la red de agua potable y alcantarillado.

Los problemas que surgieron durante la construcción de la planta de tratamiento fueron:

- En un inicio el proyecto mantenía el lugar original de desagüe (sector Khochi), pero esta zona con el paso del tiempo se urbanizó, y la planta de tratamiento se ubicaba en el centro de la comunidad, a esto se suma la cercanía al Hospital General de Punata con la planta a construirse a unos 1000 metros aproximadamente.

Esto origina que la empresa supervisora solicite un nuevo lugar para la construcción de la planta de tratamiento de las aguas residuales servidas, teniéndose las siguientes alternativas:

- La comunidad de Sivingani, donde un concejal llegó a vender terrenos al gobierno Municipal por un valor de 6000 \$us.- la aroba, la comunidad se opuso a la construcción de la planta por la posible contaminación que ocasionaría al sector.
- Posteriormente se vio por conveniente realizar la construcción en el sector de la cancha de Fútbol de la Subcentral Tajamar pero las comunidades de Villa Arenal, Tajamar y Amancay se opusieron rotundamente a la construcción de la planta.
- Finalmente, la comunidad Tajamar Centro que pertenece a la Subcentral Tajamar, solicitó que la construcción de la planta se realice en unos terrenos baldíos y salitrosos que se encontraban en su sector colindante con la comunidad de Colque Rancho, previa consulta de los dirigentes a sus pobladores, pensando que parte de esas aguas se infiltrarían y mejorarían los terrenos salitrosos existentes en el sector, y que en un futuro se convertirían en zonas agrícolas.

Otro problema durante la fase de construcción, fue el desviar las aguas provenientes de la red de alcantarillado del sector Khochi hacia el sector de Colque Rancho, donde actualmente se encuentra emplazado las plantas de tratamiento.

Una vez ubicado y construido la planta de tratamiento, el proyecto contemplaba derivar las aguas tratadas al río Sulti que desemboca sus aguas a la represa de la Angostura.

Los usuarios de las comunidades de Chirusi Rosario, Chirusi Grande, Sobra Chirusi y Tajamar Centro frente a la necesidad de agua para riego, en el año 1999 empezaron a utilizar esta agua para regar algunos cultivos como ser alfalfa y maíz, el agua era llevada a través de canales de tierra hasta la comunidad.

Actualmente, se viene dando un proceso de descentralización administrativa y técnica del sistema de agua potable y alcantarillado. Para llevar a efecto esta descentralización se conformó un “**Comité impulsor**” el cual tiene la tarea de gestionar financiamientos para llevar adelante la conformación de una empresa descentralizada y el fortalecimiento de la misma

6.1.2. Agua Potable

Fuentes de agua

La captación principal de agua potable lo constituye una galería filtrante que se encuentra ubicada sobre el río Jarka Mayu a 9 metros de profundidad, construida en los años 50. Las agua procedentes de esta galería son conducidas hacia una planta de tratamiento con filtros lentos con una capacidad de 40 l/s, esta planta cuenta con dos tanques de almacenamiento uno con capacidad de 840 m³ y otro con 420 m³.

El caudal proveniente de la galería filtrante no es suficiente para suministrar agua potable a la población de Punata, es por ello que el caudal esta complementada por dos pozos de agua potable que bombean sus aguas a un tanque (llamado Era) construido en los años 70, esta infraestructura no cuenta con ningún tipo de desinfección de aguas y tiene una capacidad de almacenamiento de 420 m³

El agua proveniente de ambas fuentes no cubría la demanda requerida de la población, es por ello que, en los años 80 algunos barrios construyeron sistemas de agua potable privados que constan de pozos, tanques elevados, red de agua y conexiones, la administración es privada.

Tabla N° 4: Ubicación de pozos privados en el área urbana de Punata

Zona	Ubicación	N° conexiones	Cuenta con medidor
Gral. Pando	Centro oeste	250	Si
Porvenir	Norte	200	No
Av. My. Rocha Politécnico	Oeste	60	No
Plaza de ganado	Noroeste	250	No
Av. Santa Cruz	Norte	150	No
La Era	Noreste	60	No
18 de Mayo		40	No
Total		1.010	

Fuente: Latin Consult

La población total estimada del área de servicio llega a 15.056 habitantes, la población que tiene dotación de agua potable llega a 13.136 habitantes, llegando a cubrir solo el 87% del total de población.

De la cobertura de este servicio de agua potable, llega al 87% de los cuales el 10 % no cuenta con medidores

Tabla N° 5: Número de conexiones agua potable

	N° conexiones
Con medidor	2513
Sin medidor	301
Total	2814

Consumo de agua potable

El consumo de agua potable para un año es variable, en el Figura N° 7 se muestra el consumo de agua en metros cúbicos de la gestión 2005

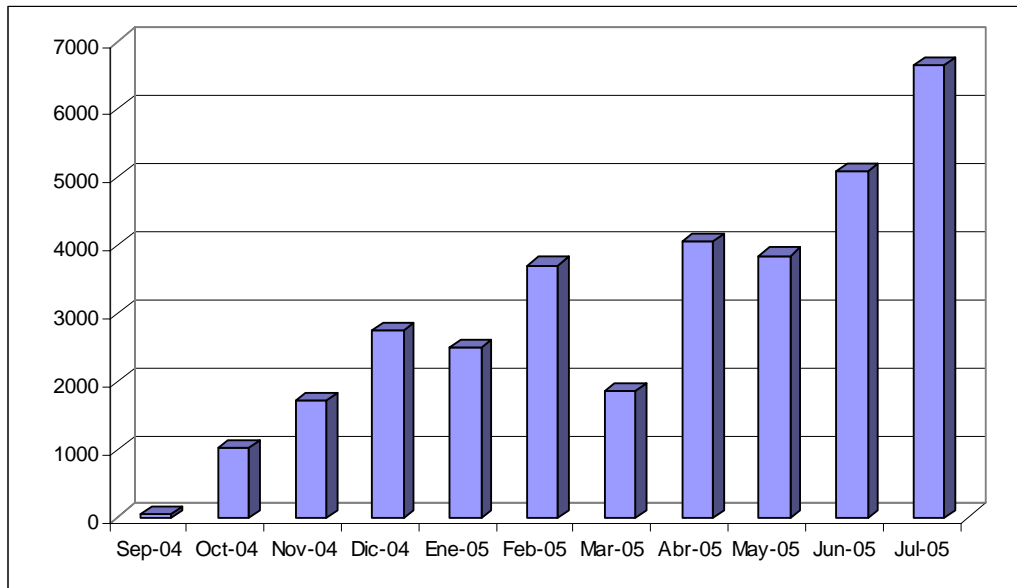


Figura N° 7: Consumo de agua mensual, gestión 2005

6.1.3. Red de Alcantarillado

La red de alcantarillado del casco viejo del área urbana fue construido en los años 70, tiene un diámetro de 200 mm y emisario de 250 mm.

El mejoramiento de la red de alcantarillado no contemplaba el cambio de la red antigua, solo estaba previsto la ampliación de la red hacia aquellos sectores del radio urbano que no accedían al servicio.

Las tuberías instaladas por el proyecto de ampliación de la red se muestra en la Tabla N° 6:

Tabla N° 6: Dimensiones de tuberías red de alcantarillado

Tubería Cemento DN (mm)	Longitud (m)
150	19.891
200	4.348
250	1.135
450	5.394
Total	30.768

Fuente: Latin Consult

Conexiones

Actualmente las conexiones de alcantarillado domiciliario alcanzan a 2814 viviendas como se muestra en la Tabla N° 7:

Tabla N° 7: Número de conexiones red de alcantarillado

Conexiones alcantarillado	Población del área de servicio	Población servida por alcantarillado	Cobertura (%)
2814	15.056	13.136	87

Fuente: Latin Consult

Tipo de usuarios

Dentro los trabajos contemplados en el proceso de descentralización administrativa y técnica del sistema de agua potable y alcantarillado, se tiene el proceso de registro catastral en toda el área urbana, esto con la finalidad de establecer parámetros para el cobro del agua potable y uso de la red de alcantarillado según la actividad que realice el usuario.

Hasta la fecha se registraron los sectores 3, 4, 5 y 6 faltando los sectores 1 y 2 que comprenden en su mayoría el casco viejo, cabe mencionar que en la zona tres y algunos sectores de las zonas 4 y 5 no se llegó a inventariar al 100% de las viviendas, en la Tabla N° 8 se muestra datos del inventario levantado hasta la fecha:

Tabla N° 8: Tipos de usuarios a la red de alcantarillado

Usuarios red alcantarillado	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Totales
Hospital C.N.S.	1	0	0	0	1
Domésticos	488	385	439	203	1515
Fabrica de chicha ¹	11	4	3	0	18
Locales de fiesta	1	0	0	0	1
Postas-clínicas de salud	0	2	0	0	2
Restaurantes	9	2	1	0	12
Talleres mecánicos	1	5	22	0	28
Tiendas de abarrotes	48	12	35	5	100
Locales de venta de Chicha y otras bebidas	11	4	8	1	24
Total usuarios	570	414	508	209	1701

¹La mayoría de los casos las elaboradoras de Chicha (fábrica de chicha) son al mismo tiempo locales de venta de chicha

6.2. *La Gestión de riego en función a la disponibilidad y uso del agua residual*

6.2.1. *Infraestructura de captación y aducción*

La principal obra de captación la constituye la planta de tratamiento Colque Rancho, se encuentra en la comunidad de Tajamar Centro, dentro de la provincia de Punata del departamento de Cochabamba.

Alrededor de la planta de tratamiento se encuentran terrenos que son irrigados con esta agua.

La topografía donde se encuentra emplazada la planta es plana y terrenos salitrosos. La planta se encuentra ubicada en la parte mas baja del Municipio de Punata cerca al río Sulti, en periodo de lluvias este sector sufre constantes inundaciones.

El área total que abarca toda la planta de tratamiento es de 4.47 ha (fuente: Latin Consult)

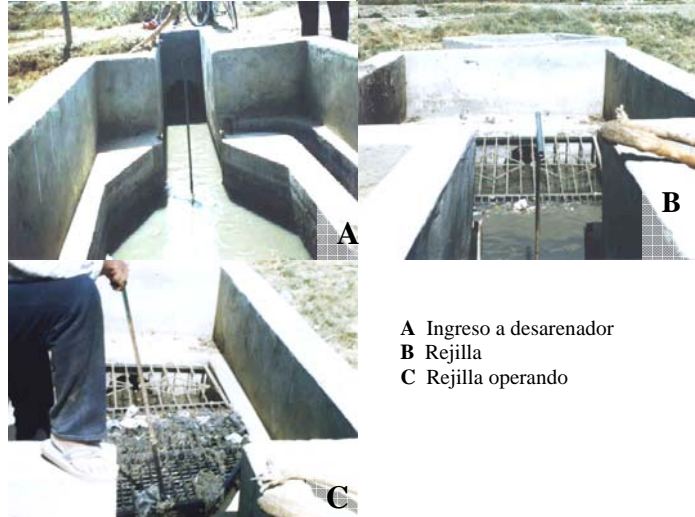
El área que ocupan las lagunas es de 2.43 ha, es decir el 54% de la superficie total, la superficie restante es de 2.04 ha (46% de la superficie total) y con esta área se puede realizar la ampliación de la estación depuradora de aguas residuales (EDAR) a tres lagunas anaeróbicas, tres facultativas y cuatro de maduración

Las plantas de tratamiento son sistemas de lagunas de estabilización, las partes constitutivas son:

- Tuberías de interconexiones de 12 pulgadas
- 2 lagunas anaeróbicas
- 2 lagunas facultativas
- 3 lagunas de maduración

Las obras de arte en la planta de tratamiento son:

- Dispositivos de entrada: desarenador y rejillas
- Dispositivos para la distribución entre las lagunas
- Dispositivos de Salida en lagunas
- Dispositivo de salida de la planta



A Ingreso a desarenador
B Rejilla
C Rejilla operando

Figura N° 9: Dispositivos de entrada a las lagunas

La red colectora es de tubería de cemento de 12 pulgadas, cuentas con cámaras de mampostería y tapas de hormigón armado.



A Dispositivo Ingreso a lagunas facultativas
B Dispositivo de distribución a lagunas anaerobias
C Dispositivo de salida en laguna anaerobia

Figura N° 10: Dispositivos de ingreso, salida y distribución en las lagunas

En cuanto al registro de caudales diarios, estos no se realizan por que la regla del aforador fue sustraído.

Los análisis Biológicos de las aguas tratadas no se realiza en forma permanente. En el mes de mayo de 2004 se realizo un análisis de los principales parámetros con la finalidad

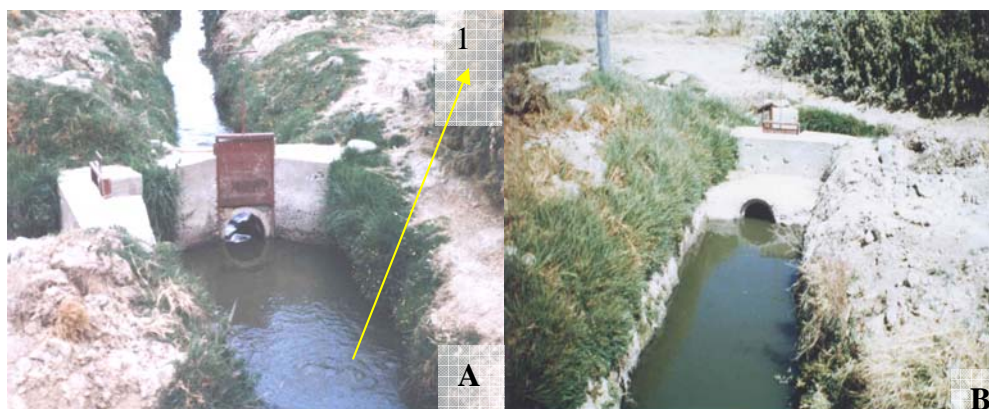
de adjuntar a un Diagnóstico de factibilidad para mejorar el sistema de contabilidad de cobro de agua potable y alcantarillado, así como la formulación de tarifas, teniéndose los siguientes resultados:

Tabla N° 9: Análisis biológico de las aguas residuales planta de Colque Rancho

Parámetro	Unidad	Ingreso planta	Salida planta	Admisión legislación
PH		6.9	7.1	6.0 – 9.0
DBO	Mg/l O ₂	370.90	31.3	80
DQO	Mg/l O ₂	741.5	257.8	250

Fuente: Informes de SEMAPA

La planta de tratamiento descarga sus aguas a una cámara de tierra con compuertas de salida hacia canales de tierra.



- A Salida de aguas de la planta de tratamiento
- B Vista frontal de salida de aguas hacia canal de conducción
- 1 Salida de las aguas provenientes de las lagunas

Figura N° 11: Salida de agua de la planta

Mantenimiento de la planta de tratamiento.-

El mantenimiento de las lagunas es de responsabilidad de la Asociación de Riego que esta en formación con participación de las cinco comunidades.

Para la distribución de los trabajos de mantenimiento en la laguna se realizo una reunión entre dirigentes en la planta y se llego al siguiente acuerdo:

- Cada comunidad limpia a ¼ partes de un estanque, la excepción es la comunidad de Chirusi Rosario que limpia 2 lagunas de maduración, por no estar el dirigente presente en el momento de la distribución de los trabajos.
- Los dos primeros estanques (lagunas anaerobias) limpian las cinco comunidades
- La cámara desarenadora (al ingreso a las lagunas) esta a cargo de la alcaldía.

El mantenimiento de la planta se realiza dos veces por año: Abril – Mayo es la limpieza principal, los trabajos que realizan en este son:

- Deshierbe de malezas de los taludes y bermas de las lagunas de maduración y anaeróbicas
- En las dos primeras lagunas anaerobias las cinco comunidades participan en sacar bolsas nylon, botellas plásticas de refresco y otros que ingresan a estas lagunas.

El segundo mantenimiento se realiza en el mes de Diciembre las labores son las mismos descritos anteriormente, pero el trabajo es menos pesado con relación a la primera limpieza.

Para el mantenimiento de la planta no existen aportes monetarios.

Medidas de seguridad

En la limpieza de la planta de tratamiento, los usuarios no toman las medidas de protección necesarias para evitar que se contaminen o contraigan enfermedades, entre los materiales sugeridos o necesarios para una protección adecuada se tiene:

- guantes de goma
- botas de goma
- Filtros de aire
- Botes para ingresar a la parte media de las lagunas

6.2.2. Infraestructura de conducción y distribución

En un inicio, el agua era llevada a las comunidades a través de canales de tierra, la excavación fue realizada manualmente, las profundidades de excavación variaban desde 0.5 metros (salida de la planta) hasta llegar a los 3.5 metros de profundidad en las comunidades mas alejadas

A partir del año 2000 – 2001 los regantes de Tajamar Centro y las otras comunidades presionan al Gobierno Municipal de Punata para que estos apoyen en la mejora del nuevo sistema de riego, y es donde ahí nace un convenio verbal de apoyo mutuo entre pobladores y Municipio que es básicamente el siguiente:

El gobierno municipal apoya en el mejoramiento del sistema de riego con:

- Material de construcción: básicamente arena fina y cemento
- Tubos de cemento
- Asistencia técnica para la construcción de cárcamos² y cámaras de bombeo así como en el colocado de tubos.
- Contratación de un encargado de la limpieza diaria de los desarenadores y rejillas de ingreso a la planta de tratamiento.
- Análisis de aguas para determinar la carga contaminante del agua de la planta y ver si es óptimo para riego.
- Dotación de cinco motobombas para riego de 4 HP, una bomba por comunidad

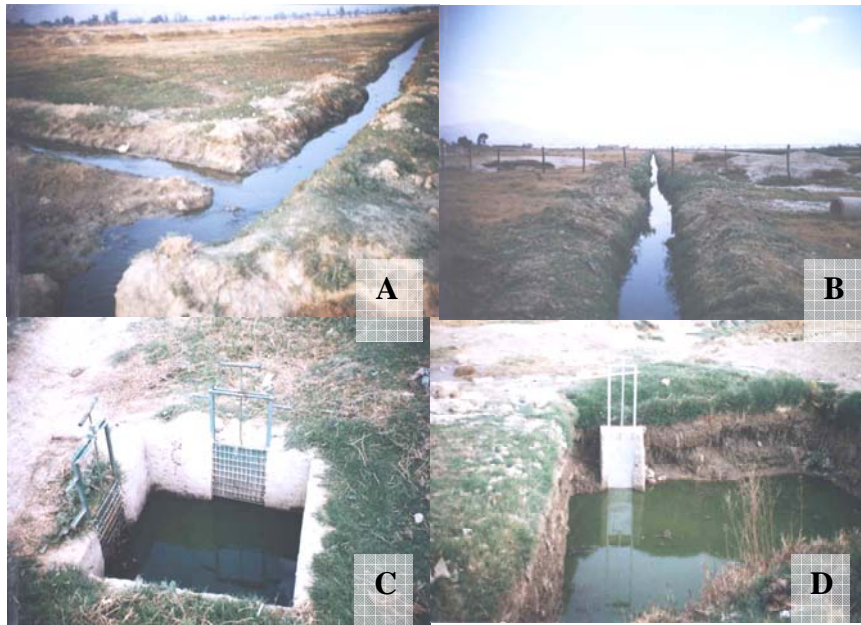
² Cárcamo, pozo en el suelo, el cual puede estar revestido o no y que es utilizado en el riego

Posteriormente el gobierno municipal adquirió maquinaria para ayudar a las últimas comunidades beneficiadas con tubos en la excavación de zanjas.

Las comunidades beneficiadas aportan con:

- Mantenimiento de la planta de tratamiento.
- Deshierbe de la planta de tratamiento tanto en los alrededores de la planta como en las lagunas.
- Limpieza de lagunas; sacar botellas, envases plásticos y otros de las lagunas.
- Mano de obra para excavación y relleno de zanjas
- Colocado de tubos de cemento
- Construcción de cárcamos y cámaras de bombeo.
- Trabajos de operación y mantenimiento de toda la red de distribución de agua para riego.

Actualmente la infraestructura de riego desde la salida de la planta hasta las cámaras de ingreso a las tuberías (distribuidoras –sedimentadoras), se realiza a través de canales de tierra de sección rectangular.



- A Canal de distribución hacia dos comunidades
- B Canal de conducción de agua hacia cámaras de distribución
- C Cámara de distribución hacia las comunidades de: Tajamar Centro y Sobra Chirusi
- D Cámara desarenadora de tierra antes del ingreso a los tubos de hormigón (comunidad Chirusi Rosario)

Figura N° 12: Cámaras de distribución de agua

Desde las cámaras distribuidoras y sedimentadoras, el agua es conducida hacia las comunidades a través de tuberías de hormigón de 12 pulgadas, con una pendiente de 0,15%, las salidas de los tubos llegan a unos cárcamos mejorados, solo en la comunidad de Chirusi Grande el cárcamo es rústico es decir de tierra.

Tabla N° 10: Infraestructura de conducción para riego

	Comunidades beneficiarias	Material	Sección	Longitud	Obras adicionales
Salida de la planta a:	Tajamar Centro-Sobra Chirusi	Canal de tierra	0,9*0,7 m		Cámara distribuidora con compuertas tipo bastón y rejilla de ingreso
	Chirusi Rosario Chirusi Grande	Canal de tierra	0.9*0.7 m		Solo la comunidad de Chirusi Rosario tiene desarenador con compuerta tipo bastón
	Colque Rancho	Canal de tierra	0.8*0.7 m		Ninguna



A y B Cámaras rústicas para la distribución de agua, comunidades de: Chirusi Grande y Tajamar Centro
 C Cámara de limpieza y riego
 D Cárcamo mejorado de hormigón ciclópeo

Figura N° 13: Infraestructura para el riego parcelario

En la Figura N° 14 se muestra la infraestructura de riego en el área de estudio

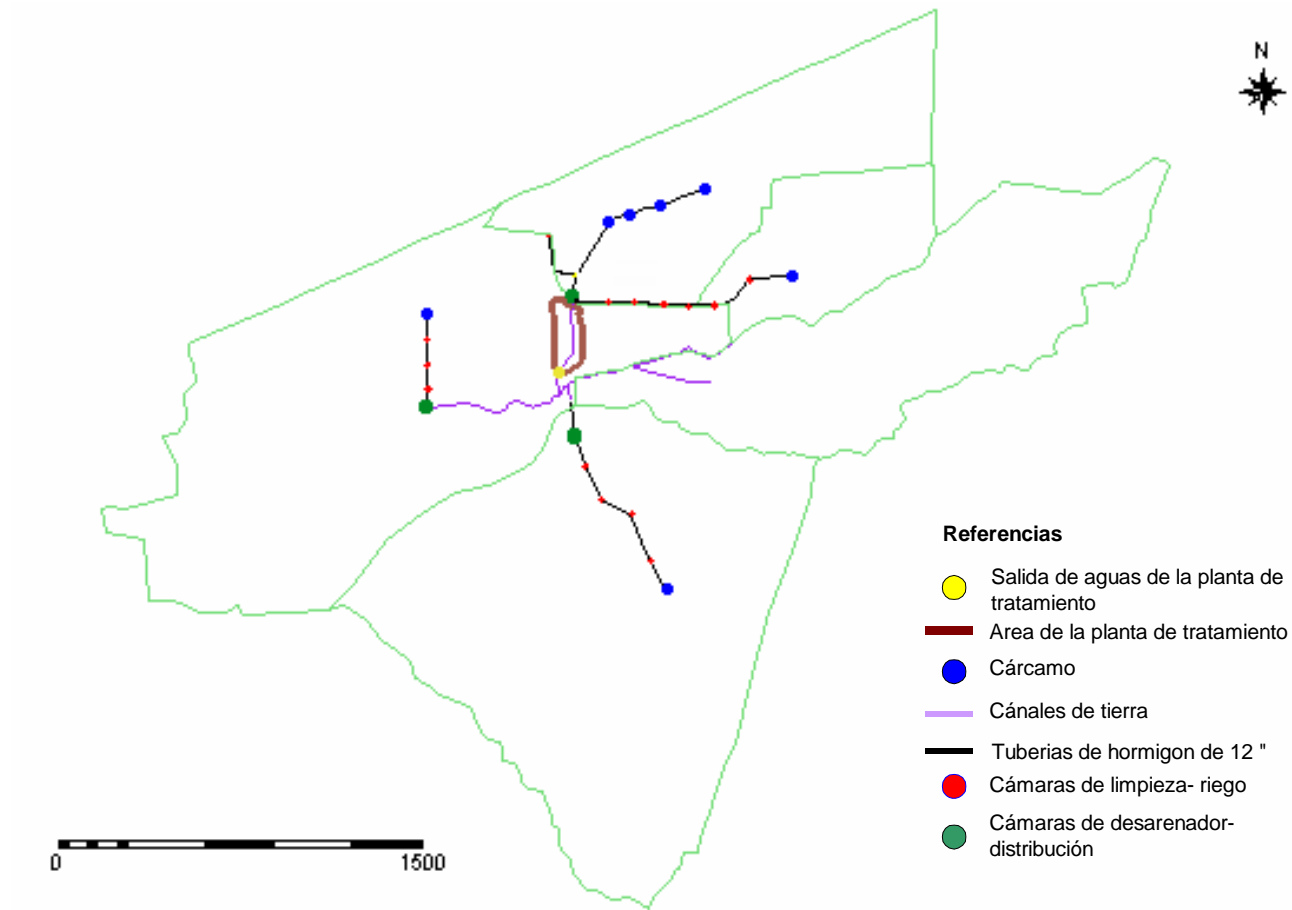


Figura N° 14: Infraestructura de riego en el área de estudio

La excepción lo constituye la comunidad de Chirusi Grande, donde el agua llega hacia la comunidad por medio de un canal y la salida da a una cámara, ambas obras son de tierra que los mismos usuarios lo construyeron. Desde el mes de octubre del año 2005, esta comunidad recibió del Gobierno Municipal de Punata cerca de 700 tubos de cemento de 12 pulgadas para mejorar el sistema de riego, actualmente esta en fase de construcción.



A Canal y cárcamo de tierra, Comunidad Chirusi Grande
 B Tubos dotados por el Gobierno Municipal de Punata para el mejoramiento del sistema de riego (comunidad Chirusi Grande)

Figura N° 15: Cárcamo y mejoramiento de un sistema de riego, Comunidad Chirusi Grande

En los perfiles de proyecto elaborados por los técnicos del gobierno municipal, contemplaba la construcción de cámaras de limpieza e inspección construidas cada 100 metros a lo largo de la red de tuberías. Actualmente estas cámaras son utilizadas por los usuarios para el riego de sus cultivos.

En la comunidad de Tajamar Centro, los usuarios definieron la dimensiones de los cárcamos y la ubicación de los mismos

Tabla N° 11: Red de distribución de aguas para riego

Comunidad	Lleva el agua a la comunidad a través de:	N° de cámaras	Observaciones
Chirusi Rosario	Tuberías de hormigón de 12 pulgadas	6 cámaras y un cárcamo	2 cámaras no se usan para riego por la ubicación de las mismas
Chirusi Grande	Canales de tierra	Ninguna	Actualmente se esta mejorando el sistema de riego por medio de tubos de 12 pulgadas
Sobra Chirusi	Tuberías de hormigón de 12 pulgadas	7 cámaras	Todos se usan, actualmente se esta ampliando el sistema de riego con tuberías de 8 pulgadas.
Tajamar Centro	Tuberías de hormigón de 12 pulgadas	4 cárcamos	Un cárcamo no se utiliza en riego
Colque Rancho	Tuberías de hormigón de 12 pulgadas	3 cámaras y un cárcamo.	Todos se usan.

En la comunidad de Chirusi Rosario, dos cámaras no se utilizan debido a que su ubicación se encuentra en terrenos salitrosos, no productivos.

En la comunidad de Tajamar Centro, un cárcamo no es utilizado en el riego por riesgo a que la bomba sufra daños por caída durante su funcionamiento (ver figura xxx), el cárcamo es profundo, desde la superficie del suelo hasta la parte superior del cárcamo se tiene una altura de 2,3 metros.

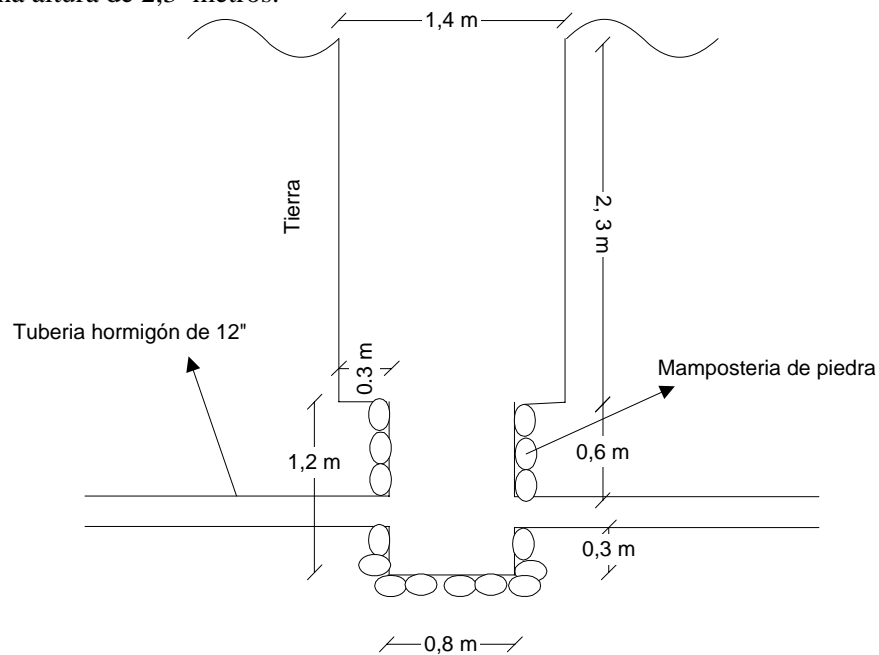


Figura N° 16: Cárcamo comunidad Tajamar Centro

Mantenimiento de canales y la infraestructura de riego

El mantenimiento de los canales es de responsabilidad de las comunidades que utilizan esta infraestructura.

Tabla N° 12: Acuerdos para el mantenimiento de canales entre comunidades

Canales principales	Estado	Épocas de mantenimiento	Acuerdos	Trabajos
Tajamar Centro-Sobra Chirusi	Bueno	Permanente: al año cuatro veces: tres en periodo de estiaje y uno después de lluvias Dos a tres días antes de recibir el turno de riego a ambas comunidades	Presidentes de ambas comunidades se reúnen para definir fecha de limpieza Cada usuario limpia a 3 pasos Un día de trabajo	Deshierbe del canal. Estabilización de bermas Sacar lodos Extraer nylonos, botellas plásticas u otros objetos.
Chirusi Rosario Chirusi Grande	Bueno	Permanente: al año tres veces Dos a tres días antes de recibir el turno de riego a ambas comunidades	Presidentes de ambas comunidades se reúnen para definir fecha de limpieza Cada usuario limpia a 10 pasos Un día de trabajo	
Colque Rancho	Bueno	Permanente: al año tres veces Dos a tres días antes de recibir el turno de riego a la comunidad	Cada usuario limpia a 10 pasos Un día de trabajo	

El mantenimiento de las cámaras de bombeo y cárcamos es de responsabilidad de cada comunidad y generalmente se realiza el mismo día que se limpian las acequias, los dirigentes de cada comunidad se encargan de distribuir los trabajos según lista, en las

cámaras ingresa un grupo de personas y en los cárcamo principales trabajan toda la comunidad.

Tabla N° 13: Acuerdos para el mantenimiento de cárcamos y cámaras sistema riego -comunal

Comunidad	Estado	Acuerdos	Trabajos
Chirusi Rosario	Bueno	A cada cámara ingresan a 10 usuarios. Cárcamo trabajan todos los usuarios. En el canal que conduce el agua desde la planta a Chirusi Grande y que es utilizado por unos 16 usuarios, estos se hacen cargo del mantenimiento de este sector en forma conjunta con los usuarios de Chirusi Grande.	Cámaras: Sacar lodos Limpiar tubos (si es necesario) con alambre acerado Cárcamos: Extraer naylones, botellas plásticas u otros objetos.
Chirusi Grande	Regular	A cada usuario se distribuye a 10 pasos. Cárcamo de tierra, todos los usuarios trabajan.	
Sobra Chirusi	Bueno	En cada cámara trabajan grupos de 4 personas. Ultima cámara trabajan todos En periodo de lluvias se tapan las cámaras con sus respectivas tapas, luego se coloca naylones y se entierra. Todos participan en este trabajo. Un día de trabajo	
Tajamar Centro	Bueno	Existen tres grupos de riego. Cada grupo se hace cargo de la limpieza de su cárcamo. Cada grupo de riego esta conformado por 15 usuarios Para la limpieza de cámaras dentro de los grupos se forman subgrupos de 5 personas que ingresan a la limpieza por turnos.	
Colque Rancho	Bueno	Los usuarios que riegan de las cámaras se hacen cargo del mantenimiento del mismo. Todos los usuarios que riegan del cárcamo participan en la limpieza del mismo (la mayoría de los usuarios)	

La única comunidad que realiza el mantenimiento dos veces al año es Tajamar Centro, estos realizan el primer mantenimiento en el mes de abril –mayo conjuntamente con el mantenimiento de la planta de tratamiento y el segundo mantenimiento lo realizan en el mes de julio.

Sanciones y control de trabajos de mantenimiento

En las comunidades, los usuarios deben tener todos sus aportes y pago de multas al día para poder recibir el agua de riego.

Tabla N° 14: Control y sanciones para trabajos de mantenimiento

Comunidad	Control	Sanciones	Grado de cumplimiento
Chirusi Rosario	Presidente de la comunidad Secretario de actas. Controles de agua	Inasistencia a limpieza: 25 Bs.- Incumplimiento: no se entrega agua para riego	Todos cumplen
Chirusi Grande	Presidente de la comunidad Corregidor de la comunidad Secretario de actas	Inasistencia a limpieza 40 Bs.- Incumplimiento: no se entrega agua para riego	Todos cumplen
Sobra Chirusi	Presidente Secretario de actas.	Inasistencia a limpieza 30 Bs.- Incumplimiento: no se entrega agua para riego	Todos cumplen
Tajamar Centro	Presidente a nivel comunal Dentro de los grupos los controles son: Secretario de hacienda Controles	El cobro de multas es flexible: Inasistencia a limpieza 40 Bs.- personas pudientes 25 Bs.- personas no pudientes. Incumplimiento: no se entrega agua para riego	Todos cumplen

Colque Rancho	Presidente Secretario de actas	Inasistencia a limpieza 40 Bs.- Incumplimiento: no se entrega agua para riego	Todos cumplen
---------------	-----------------------------------	---	---------------

Medidas de seguridad

En la limpieza de toda la infraestructura de riego los usuarios no toman las medidas de protección necesarias para evitar que se contaminen o contraigan enfermedades, entre los materiales requeridos para la limpieza se tiene:

- guantes de goma
- botas de goma
- Filtros de aire
- Casco de seguridad cuando ingresan a los cárcamos a limpiar

6.2.2.1. Caudales de operación

La fuente principal de agua para riego en periodo de estiaje lo constituye la planta de tratamiento de aguas residuales, el caudal de ingreso tiene variaciones en el transcurso del día y en el transcurso del año según la época.

No se cuenta con registro de los caudales que ingresa a la planta durante el año, debido a que la regla para aforar fue sustraída.

Según testimonios del operador de la planta, en periodo de lluvias se registra los mayores caudales debido a que muchos de los usuarios del área urbana tienen conectados los desagües pluviales a la red de alcantarillado.

Se realizaron varios afores con molinete y con flotadores en diferentes horarios en el ingreso a la planta de tratamiento, a la salida del mismo y en el ingreso a la comunidad de Chirusi Rosario, teniéndose:

Tabla N° 15: Afores al ingreso y salida de la planta

Caudales de ingreso			Caudales de salida			Caudales comunidad Ch. Grande		
Fecha	Hora	Caudal l/s	Fecha	Hora	Caudal l/s	Fecha	Hora	Caudal l/s
30/09/05	11:00 a 11:20	13,90	30/09/05	11:45 - 12:20	10,76			
19/10/05	16:30 a 17:30	19,69	19/10/05	17:40 - 18:10	12,70	19/10/05	5:35 - 6:00	12,31
27/10/05	9:30 a 10:30	14,69	27/10/05	10:40 - 11:10	12,64	27/10/05	11:30 - 12:15	12,14

La eficiencia de conducción entre el caudal de salida y la comunidad de Chirusi Grande es:

$$E = q/Q$$

Q= caudal total de salida de la planta en l/s

q= caudal de ingreso a la comunidad en l/s

E= 0.965 es decir se tiene una eficiencia de conducción de 96.5%

6.2.3. Derechos de agua

El derecho de regar con aguas provenientes de la planta de tratamiento esta muy ligado a los trabajos de mejoramiento de los sistemas de riego en cada comunidad.

En sistema que actualmente están en fase de mejoramiento (caso de Chirusi Grande), el derecho al agua se halla en proceso de construcción. En principio esta claro quiénes podrán ser beneficiados con el agua para riego (los actuales usuarios) y la cantidad de nuevos usuarios a ser incluidos, la expresión práctica del derecho aún no está claro, cuanto al tiempo de riego tendrá cada usuario con el ingreso de nuevos filiados.

Origen de los derechos

En un inicio, durante los trabajos de excavación de canales para llevar el agua de la planta de tratamiento a las comunidades, muchos usuarios no creían que esta agua iba a llegar a las comunidades, debido a que la planta de tratamiento se encuentra en la parte mas baja de la zona con relación a las comunidades

*“La gente es especial, nadie creía, mas al contrario antes me decían que era loco, me decían como va a ser subir el agua de la planicie al cerro, así la gente no creía es que no confiaba...”,
Solidario Montaña, Presidente Sistema de riego.*

Con el mejoramiento de los sistemas de riego (entubado) se consolidaron los derechos de los usuarios, y marginó definitivamente a los usuarios que no participaron desde un inicio en el proceso de mejoramiento.

Los trabajos realizados para que los usuarios puedan tener derechos sobre la infraestructura y el agua son:

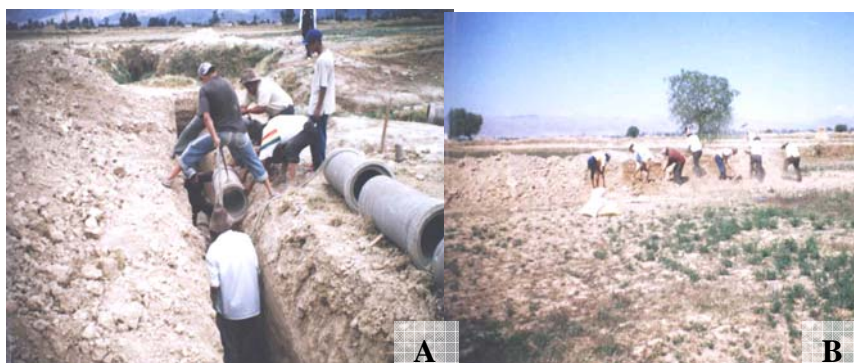
- Excavación de canales
- Transporte de tubos de H° desde la empresa que construye estos materiales hasta la comunidad.
- Excavación de zanjas para el colocado te tubos de H°
- Colocado de tubos de H°
- Tapado de zanjas.
- Construcción de cámaras de bombeo y cárcamos³

Los aportes realizados por cada usuario en el mejoramiento del sistema de riego se refleja en la Tabla N° 16

Tabla N° 16: Jornales trabajados en el mejoramiento de los sistemas de riego

Comunidad	N° aportes Jornales
Chirusi Rosario	30
Chirusi Grande	12
Sobra Chirusi	84
Tajamar Centro	42

³ Cárcamo, es un hoyo excavado en el suelo, el cual puede estar revestido o ser de tierra y es utilizado para almacenamiento de agua y su posterior uso en el riego



A Trabajos en entubado en zanjas, Comunidad Chirusi Grande
 B Trabajos en tapado de zanjas (comunidad Chirusi Grande)

Figura N° 17: Trabajos realizados para adquirir y mantener los derechos de agua

Usuarios del sistema de riego

En la mayoría de las comunidades no se restringió el ingreso de socios al sistema de riego, mas al contrario, durante la construcción y mejoramiento de la infraestructura los dirigentes intentaron que la mayor parte de la población participe en los trabajos, para este efecto cada dirigente en su comunidad se encargó de convencer de los beneficios que traería el agua. En la Tabla N° 17 se muestra que en la mayor parte de las comunidades el porcentaje de usuarios afiliados al sistema de riego es mayor con relación a los no afiliados.

Tabla N° 17: Usuarios del sistema

Comunidad	N° usuarios inicio	N° usuarios actual	N° usuarios Sin afiliación	Total usuarios	% usuarios afiliados	% usuarios no afiliados
Chirusi Rosario	52	52	15	70	74	21
Chirusi Grande	32	35	16	51	69	31
Sobra Chirusi	38	38	16	54	70	30
Tajamar Centro	46	46	10	56	82	18
Colque Rancho	32	39	11	50	78	22

Solo en tres comunidades se permitió el ingreso de nuevos socios ante la necesidad de recursos económicos para la compra de bombas, tuberías de riego y capital de ahorro, ante esto exigieron que los nuevos socios cumplan una serie de requisitos para poder ingresar:

- Pagar el número de jornales trabajados durante la excavación de canales
- Pagar un aporte de ingreso definido en reunión de la comunidad
- Tener un terreno para riego.
- Ser filiado de la comunidad
- No tener deudas ni problemas con la comunidad.

Actualmente en el sistema de riego de la comunidad de Chirusi Grande se esta permitiendo el ingreso de tres nuevos usuarios, debido a que se requiere recursos económicos para el mejoramiento del sistema de riego, los requisitos que deben cumplir son los siguientes:

- Pago por concepto de jornales trabajados en acequias: 100 dólares americanos.
- Trabajar en la excavación y entubado en los dos sectores a ser regados.
- Trabajar en la construcción de las cámaras de bombeo y el cárcamo principal.
- Realizar un aporte de ingreso de 20 dólares americanos

Concepción y tipo de derecho

La concepción del derecho esta ligado principalmente a los aportes en jornales realizados para la construcción y mejoramiento de la infraestructura de riego, aspecto que condiciona el acceso de agua en periodos de estiaje, y por esto solo es posible regar dentro de las secciones del sistema.

También el derecho es concebido como un derecho privado y este derecho está ligado a la tierra: todo filiado que tenga terrenos con posibilidades físicas de ser regado tiene derecho a regarse.

Expresión de los derechos

A nivel de sistema de riego

En un inicio, las cinco comunidades acordaron el tiempo de riego por comunidad sea de 16 días sin importar el número de usuarios.

Esta decisión originó conflictos al interior de las comunidades, ya que el tiempo no era suficiente para que en algunas comunidades todos los usuarios pudiesen regar.

Posteriormente, la expresión de los derechos se definió por el número de usuarios y a este se le asignó un determinado tiempo de riego. Esta aparente rigidez en el reparto de agua actualmente es flexible, es decir, todavía se sigue estudiando la posibilidad de incrementar el número de días a algunas comunidades que tienen varios usuarios y pocos días de riego.

Tabla N° 18: Turnos de riego por comunidad

Comunidad	Tiempo días	Tiempo días	Tiempo días
	Antes	Posterior	Actual
Chirusi Rosario	16	20	20
Chirusi Grande	16	16	16
Sobra Chirusi	16	16	16
Tajamar Centro	16	16	18*
Colque Rancho	16	16	20

Nota: * esta comunidad esta pensando agarrar 18 días en el siguiente turno (mes de Noviembre)

A nivel de comunidades.

En periodo de estiaje (mayo a Noviembre) los derechos al agua se expresan por tiempo y sólo los afiliados tienen derecho a hacer uso del agua del sistema. El control sobre el reparto de agua se hace muy riguroso.

La forma de asignación del turno de riego por tiempo, de acuerdo con la expresión del derecho, implica un mayor requerimiento en términos de organización para el reparto (responsables).

Tabla N° 19: Horas de riego por comunidad

Comunidad	Tiempo de riego en horas		
	Bomba 3 HP	Bomba 4 HP	Bomba 5 HP
Chirusi Rosario	12	10	-
Chirusi Grande	14	10	-
Sobra Chirusi	12	-	-
Tajamar Centro	-	-	10
Colque Rancho	12	10	-

Cada usuario tiene nominalmente de 10 a 14 horas para regar dependiendo de la potencia del motor de la bomba y del sistema de riego, pero algunos usuarios tienen terrenos grandes con relación a otros, por ello existen acuerdos que en cierta forma redistribuyen los tiempos según las necesidades específicas de cada usuario.

Por ejemplo en la comunidad de Chirusi Rosario se estableció un tiempo de 10 horas de riego con una bomba de 4 HP, con este tiempo se puede regar aproximadamente una arroba de terreno, pero existen usuarios que demandan un mayor tiempo para regar. En estos casos el usuario que va a regar recurre a otro usuario que no va a regar o que tiene que regar superficies menores, para solicitarle un canje de tiempo de riego por eras de alfalfa o bien pedirle un préstamo de horas de riego, el cual será devuelto en el siguiente turno de riego, este ejemplo está generalizado en las otras comunidades.

Los derechos de agua definen quién hará uso del agua, dónde, cuándo y por cuánto tiempo. Esta aparente rigidez en el reparto, definido por los derechos de agua, es flexible y se ajusta a cambios en la disponibilidad de agua y estrategias de los usuarios, aspecto que se ve en cierta forma favorecido por la capacidad y el diseño de la infraestructura.

Algunos ejemplos de esta flexibilidad son los ajustes que pueden realizarse a los tiempos de asignación del turno.

Por ejemplo se tiene en la comunidad de Tajamar Centro, donde el tiempo correspondiente al derecho de agua puede ser disminuido de 1 hora a 40 minutos si el caudal del agua baja. Por el contrario, si existe mayor disponibilidad de agua, el derecho de agua puede ser incrementado a 1 hora hasta 10 minutos, este ejemplo también se aplica a comunidades de Chirusi Rosario y Colque Rancho.

Los usuarios que no son afiliados tienen una menor oportunidad de sembrar, ellos deben esperar las primeras aguas provenientes de los ríos para realizar la preparación del terreno.

6.2.3.1. *Mantenimiento de los derechos de agua*

Para el mantenimiento de los derechos de agua todos los usuarios deben cumplir diferentes trabajos en la comunidad así como en el sistema de riego.

Con relación a la organización comunitaria

En las comunidades donde existe escuelas, postas sanitarias templos y otras infraestructuras, los usuarios del sistema de riego deben realizar trabajos y aportes adicionales en las mismas, esto con la finalidad de mantener sus derechos con relación al acceso al agua y a la comunidad.

Entre las obligaciones que tienen los regantes con la comunidad se tiene:

- Realizar trabajos de mantenimiento y reparación obras de la comunidad (escuelas, postas).
- Participar en los trabajos de mantenimiento en caminos vecinales de la comunidad.
- Cumplir con todos los aportes monetarios para festividades y aniversarios así como para el mantenimiento de caminos y escuelas.
- Por día una familia se hace cargo de preparar el desayuno escolar de la escuelita
- Sus hijos obligatoriamente deben asistir a la escuela en la comunidad.
- No tener deudas con la comunidad.
- Asistir a todas las reuniones de la comunidad.

Con relación al sistema de riego, para mantener los derechos, los usuarios tienen las siguientes obligaciones:

- Participar en el control de la distribución del agua
- Realizar todos los aportes requeridos para el mantenimiento de la bomba de riego y compra de tuberías.
- Cumplir con todos los trabajos de mantenimiento en el sistema de riego.
- Asistir a todas las reuniones con relación al riego.
- Tener tierra para riego.
- No robar agua de riego de otra comunidad o usuario del mismo sistema de riego.
- No vender agua de riego

6.2.3.2. *Acceso al agua*

Las formas de acceso al agua, identificadas en los diferentes casos se resumen en la Tabla N° 20:

Tabla N° 20: Formas de acceso al agua

Establecidas	Derechos usuarios Cargo (control, presidente)
Ocasional	Préstamos Canjes Trabajos al partido (compañía) Venta de agua ^a Compensaciones por uso de bomba propia

^a Este caso solo se da en la comunidad de Sobra Chirusi

Los acuerdos para la distribución están establecidos en función de las formas de acceso “fijas”, que fundamentalmente son los derechos al agua y en algunas comunidades se tiene por compensaciones a dirigentes y controles de aguas como se puede apreciar en la Tabla N° 21.

Tabla N° 21: Compensaciones establecidas por cumplir funciones en la organización de riego

Comunidad	Establecidos		
	Usuarios	Cargos	Forma de compensación
Chirusi Rosario	Derechos	Dos Controles	Un turno de riego para cada control (12 horas)
Chirusi Grande	Derechos	Presidente	Un turno de riego (10 horas)
		Strio. Relaciones	5 horas mas de riego
		Corregidor	5 horas mas de riego
Sobra Chirusi	Derechos	Jueces agua	5 horas mas de riego
		Presidente	Un turno de riego
		Cajero	5 horas mas de riego
Tajamar Centro*	Derechos	Secretario actas	5 horas mas de riego
		Vocal	5 horas mas de riego
Colque Rancho	Derechos	Cajero	2 a 3 horas mas de riego
		Control	2 a 3 horas mas de riego
Colque Rancho	Derechos	No se compensa a ningún actor en el riego	

* Esta comunidad se tiene tres grupos de riego, cada grupo de riego tiene un cajero y un control

En forma general, las formas “ocasionales” de acceso al agua, no previstas de antemano, determinan “ajustes” en la distribución de agua a nivel de reparto entre usuarios, por ello, una de las características de la práctica de la distribución del agua es la flexibilidad.

Un ejemplo muy generalizado entre los usuarios de los sistemas de riego se tiene:

- Realizar arreglos para acceder al agua como; préstamos de agua de usuarios que no tienen terrenos a regarse o sus parcelas son pequeñas, el préstamo puede ser de todo un turno o 2 a 5 horas de riego el cual será devuelto en el siguiente turno de riego.
- Canje de horas de riego por eras de alfalfa, es una forma indirecta de venta de agua, un turno de riego equivale aproximadamente al costo de una era⁴ de alfalfa (valor de 20 a 25 Bs.-)

En algunas comunidades como Tajamar Centro, existen algunos usuarios que no viven en la comunidad, pero tienen acceso al agua por haber participado en el mejoramiento del sistema de riego, estos usuarios optan por producir alfalfa, maíz o papa al partido con usuarios que no son filiados al sistema de riego. El dueño da la parcela y el agua proveniente de la planta de tratamiento, la otra persona pone semilla, insumos, mano de obra y además debe realizar todas las labores culturales requeridas, el costo por alquiler de maquinaria para las labores de siembra se divide entre el dueño y el interesado en partes iguales.

En la cosecha, el producto cosechado es dividido en partes iguales (a 50%) entre ambas partes, si el producto cosechado es maíz, la chala⁵ se queda con el dueño de la parcela.

⁴ Una era aproximadamente equivale a 101 m²

Otra forma de acceso al agua muy difundida entre todas las comunidades, es la compensación de horas de riego por el uso de bomba propia en el riego, como se puede apreciar en la Tabla N° 22.

Por ejemplo, si por alguna razón la bomba de la comunidad sufriera desperfectos y se hiciera imposible poder utilizarla en el riego, entonces los usuarios que tienen bombas empiezan a alquilar las bombas o a utilizarlas en el riego de sus parcelas, en este caso la comunidad le reconoce con dos a tres horas mas de riego.

Tabla N° 22: Compensaciones a usuarios

Comunidad	Compensaciones
Chirusi Rosario	3 horas de riego mas
Chirusi Grande	2 horas mas de riego
Sobra Chirusi	3 horas mas de riego
Tajamar Centro	2 horas mas de riego
Colque Rancho	2 horas mas de riego

El costo por alquiler de bomba asciende a 15 Bs.- a 20 Bs.- por diez horas de riego, esto incluye el costo de gasolina y aceite, que el dueño de la bomba debe proveer al regante. Este caso es muy excepcional en periodo de estiaje, ya que generalmente se recurre al préstamo a cambio de ayudar en el riego como ser en el entubado.

En periodo de lluvias cuando existe suficiente cantidad de agua, el alquiler de las bombas de riego es generalizado en todo los sistemas de riego siendo el costo por hora de bombeo de 2 a 3 Bs.-.

En la comunidad de Sobra Chirusi esta permitido la venta máxima de dos horas de riego por filiado al sistema de riego, esta venta se realiza una vez que todos los usuarios han concluido de regar, el agua sobrante es vendida a los usuarios por un valor de 2 Bs.- por hora a aquellos usuarios que no han terminado de regar. Este costo no incluye la gasolina.

“En el penúltimo día se termina de regar, entonces al día siguiente es el último día de turno, en la mañana a la primera hora nos reunimos toditos según a la lista que regaron y les pregunto a los controles según a la lista quienes han regado, cuando estabas vos, que tiempo, cuantas horas demás hay, a veces a algunos usuarios les falta un cajón regar, eso tiene que terminar si o si y eso tiene que terminar de regar, entonces les damos una hora mas o dos horas mas, entonces de esas dos horas mas son muy aparte tienen que pagar 2 Bs.- Juan Rocha...” Vásquez, Presidente comunidad Sobra Chirusi

⁵ Chala, una vez cosechado el maíz, el material verde se queda en la parcela donde se seca y posteriormente se recoge para alimentar al ganado

6.2.4. Organización

Al nivel del sistema de riego

Actualmente se esta consolidando una organización de regantes que agrupa a las cinco comunidades que usufructúan las aguas tratadas para el riego, esta organización esta conformada de la siguiente manera.

Tabla N° 23: Organización del sistema de riego

Cargo	Funciones
Presidente	Convocar a la limpieza de la planta de tratamiento Hacer cumplir el rol de distribución entre comunidades Convocar a reuniones a los dirigentes de comunidades Solucionar conflictos entre comunidades Representar a la asociación frente a diferentes entidades. Solicitar aportes a las comunidades para gastos de representación
Vicepresidente	Suple al presidente en caso de ausencia
Secretario de actas	Tomar registro o apuntes de todas las reuniones que se lleve a cabo Llamar control de asistencia.
Tesorero	Realizar cobros de los diferentes dirigentes de cada comunidad para gastos de representación del presidente Rendir informes económicos en cada reunión
Vocal	Comunica a los presidentes de cada comunidad para las asambleas. Notifica a los presidentes para las fechas de limpieza.

Esta organización recién se esta formando, por lo que las funciones de algunas carteras no esta bien definido.

A la fecha cuentan con un libro de actas notariado, y esta en fase de elaboración los estatutos y reglamentos de la asociación, para poder obtener la personería jurídica correspondiente.

La organización de las cinco comunidades, actualmente está más centrada en el mantenimiento de la planta de tratamiento antes que la distribución del agua a cada comunidad

La debilidad actual en la organización esta ocasionando algunos problemas en el reparto de agua, entre las comunidades, como esta sucediendo; en el sistema de riego Colque Rancho, esta comunidad tiene derecho a agarrar el agua por 16 días, pero los usuarios decidieron agarrar el agua durante 20 días el turno de riego a su comunidad, esto originó reclamos por parte de la comunidad que tenia el turno después de ellos.

Al nivel de comunidades.-

La organización en un inicio estaba condicionada a los requerimientos de la OTB, posteriormente estas organizaciones se tuvieron que adecuar a la distribución de agua y al mantenimiento de la infraestructura.

Actualmente se tienen las siguientes carteras:

Tabla N° 24: Organización de riego en comunidades

Cargo	Funciones
Presidente	<p>A nivel comunal:</p> <p>Representar a la comunidad ante las diferentes instituciones. Incorporar en el POA anual del municipio las demandas de la comunidad. Solucionar conflictos que puedan suscitar entre pobladores. Llamar a mantenimiento de caminos, postas, escuelas y otras obras públicas. Gestionar financiamientos ante diferentes instituciones Convocar a reuniones de la comunidad Organizar festejos y/o aniversarios. En periodo de lluvias debe traer el agua de las riadas de los ríos para riego de la comunidad (Rol)⁶ Organizar a la comunidad para el control de aguas en acequias y tomas durante el turno de riego proveniente de las riadas de los ríos (rol)</p> <p>A nivel de sistema de riego.</p> <p>Recoger el agua de la planta de tratamiento en el turno correspondiente Hacer cumplir el rol de distribución dentro la comunidad Convocar a reuniones a después de cada turno de riego Llamar a la limpieza del sistema de riego Solucionar conflictos entre filiados Representar a la comunidad en la asociación de riego a formarse. Solicitar aportes para gastos de representación, mantenimiento de bombas y compra de tuberías de riego.</p>
Vicepresidente	Suple al presidente en caso de ausencia
Secretario de actas	Tomar registro o apuntes de todas las reuniones que se lleve a cabo Llamar control de asistencia.
Tesorero	Realizar cobros de los diferentes dirigentes de cada comunidad para gastos de representación del presidente Rendir informes económicos en cada reunión
Vocal	Comunica a los usuarios de la comunidad para las asambleas relacionadas a temas de la comunidad así como del riego. Notifica a los usuarios para las fechas de limpieza.

6.2.5. Distribución

La distribución contempla tres aspectos fundamentales:

- Manejo de la infraestructura física que se realiza para operar el sistema.
- Actividades sociales que organización los usuarios para la distribución de agua.
- Normas, mecanismos, criterios y acuerdos para la distribución de riego

En el sistema de riego, el presidente de la Asociación de Regantes de las cinco comunidades hace la entrega de agua al presidente de la comunidad en la salida de la planta de tratamiento (toma).

Antes de iniciar con el reparto de agua mencionaremos los aspectos mas relevantes con relación a la operación del sistema de riego.

⁶ Turno de riego a la comunidad, esta agua vienen de los ríos en periodo de lluvia

6.2.5.1. *Operación de la infraestructura*

Para el manejo de la infraestructura es sencilla y no requiere personal cualificado, generalmente las tareas que implica son realizadas por una a dos personas.

Las tareas de operación de la infraestructura de riego en la mayoría de los casos se resumen al control del inicio fin del riego a cada usuario; al armado, cambio de aceite y colocado de gasolina a las bombas.

El armado de las bombas se refiere básicamente a la instalación de la bomba en el cárcamo o cámara de limpieza –riego, al cambio de aceite y acople de tuberías y accesorios a la bomba

La notificación a usuarios que pueden regar, se refiere básicamente a aquellos usuarios que tienen todos sus aportes al día, no tienen deudas con la comunidad o con el sistema de riego por concepto de inasistencia a limpieza, reuniones u otras actividades.

Tabla N° 25: Características de operación de sistemas de riego

Infraestructura	Chirusi Rosario	Chirusi Grande	Sobra Chirusi	Tajamar Centro	Colque Rancho
Captación	Planta de tratamiento				
Conducción	Canales tierra Tubos H°	Canales de tierra	Canales tierra Tubos H	Canales tierra Tubos H	Canales tierra Tubos H
Distribución	Cárcamo Cámaras limpieza	Cárcamo rústico (tierra)	Cámaras de limpieza	cárcamos	Cárcamo Cámaras limpieza
Regulación	Cámara rústica desarenadora. Compuertas de regulación	Ninguno	Compuertas de regulación Cámara desarenadora	Compuertas de regulación Cámara desarenadora	Ninguno
Experiencia riego antes del proyecto	Si	Si	Si	Si	Si
Años de operación	5 años	5 años	5 años	5 años	5 años
Responsables (tareas de operación)	2 Controles Usuarios	Control Usuarios	Control Usuarios	3 Controles 3 Cajeros Usuarios	Control Usuarios
Tareas de operación	Apertura de compuertas Mantenimiento de bombas Armado de bombas para riego Control inicio fin de riego. Notificar a usuarios que pueden regar.	Armado de bombas Cuidado de bombas y tubos de riego Control inicio y fin de riego Notificar a usuarios que pueden regar.	Apertura de compuertas Armado de bombas Cuidado de bombas y tubos de riego Control inicio y fin de riego Notificar a usuarios con derecho a regar.	Apertura de compuertas Control inicio y fin de riego Notificar a usuarios con derecho a regar.	Armado de bombas Control inicio y fin de riego Notificar a usuarios con derecho a regar.

Las obras de regulación se encuentran ubicadas antes del ingreso a los tubos de H°, generalmente están compuestas de una cámara desarenadora con compuertas de ingreso a los tubos y rejillas de protección.

Los trabajos de operación en estas compuertas de ingreso y rejillas, en periodo de estiaje consiste en la apertura de compuertas en el turno de riego a la comunidad, y en realizar un control no muy permanente para evitar que se acumule material vegetal, plásticos, botellas u otros objetos que puedan obstruir el ingreso del agua a los tubos.

En periodo de lluvias, estas compuertas se cierran eventualmente para evitar el ingreso a los tubos agua con material sedimentable, materiales plásticos (bolsas, botellas) y otros materiales que ocasionen un incremento en los trabajos de mantenimiento del sistema de riego.

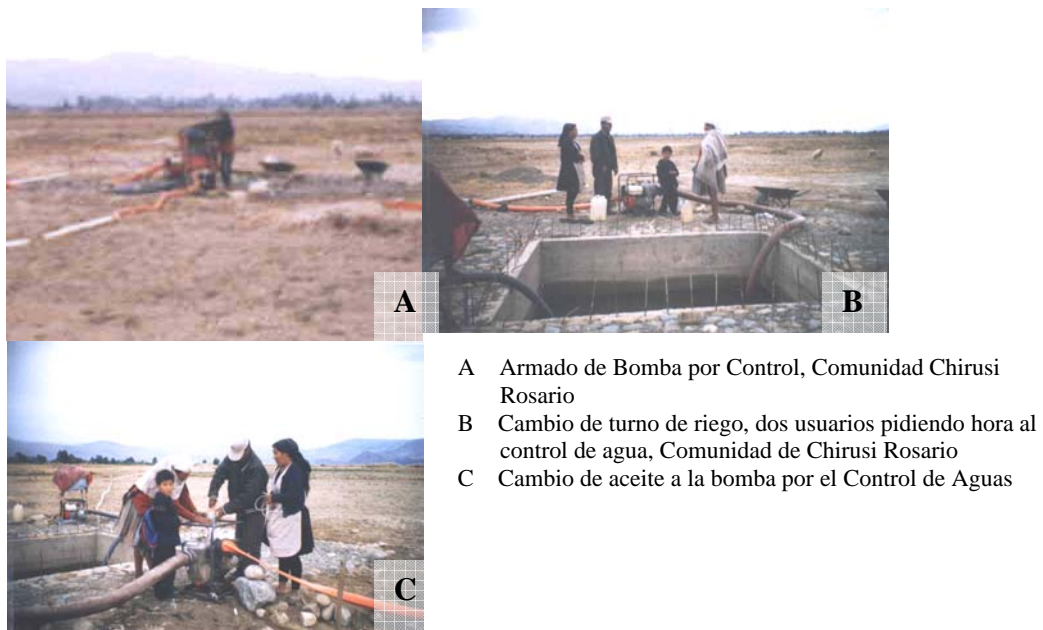


Figura N° 18: Tareas de operación en el riego

6.2.5.2. Modalidad de reparto de agua

En la zona de estudio existe una marcada diferencia entre dos periodos: disponibilidad de agua libre y disponibilidad de agua por turnos.

Tabla N° 26: Modalidad de reparto de agua en los sistemas de riego

Disponibilidad de agua		Alta (libre)	Baja o escasa (por turnos)
Riego		Complementario ⁷ , suplementario ⁸	Suplementario
Fechas		Diciembre - Abril	Abril - Noviembre
Modalidad de reparto	Épocas de mayor disponibilidad de agua	A demanda libre (riego libre) Entrega continua multiflujo	
	Épocas de menor disponibilidad de agua		<i>A la comunidad</i> Tiempo fijó <i>Por grupos de riego con tiempo fijo</i> ⁹ Sin tiempo fijo ¹⁰ <i>A nivel de usuarios:</i> Turnos por de tiempo riego Entrega continua: Multiflujo en el día Monoflujo en la noche

En un inicio en el interior de las comunidades existían conflictos sobre quienes iniciarían el riego, debido a este factor, se origino que internamente en las comunidades se conformen subgrupos o sub -áreas de riego claramente definidos.

“Mucho miramiento hay entre usuarios dicen primero se agarra el agua ahí aprovechan bien y a nosotros nos dejan las sobras, no podemos terminar de regar nuestras parcelas por que se lo agarran el agua mas de una semana y otras cosas mas dicen, por eso en reunión hemos entrado en acuerdo para que la distribución sea por esos dos sectores...” **Pastor Román Control de aguas comunidad Colque Rancho.**

Un ejemplo claro es la comunidad de Tajamar Centro, donde la comunidad para tener una mejor distribución del riego, mayor transparencia en el manejo de recursos económicos y exista equidad en la entrega de agua se subdividieron en tres grupos de riego, esta división se realizo en función a los cárcamos existentes en la comunidad, estos grupos formados para riego tienen autonomía en el manejo del dinero y control de riego. Cada grupo tiene un tiempo fijo de 5 días de riego, para empezar el riego, los tres grupos se reúnen en una asamblea donde definen que grupo va a regar primero.

“Nosotros entramos en un acuerdo en una reunión, ahí es donde se define quien riega primero por ejemplo le toca el primer grupo, ellos dicen nuestras bombas están mal tenemos que hacer reparar, entonces empiecen Uds. el tercer grupo quien tiene bien su bomba, entonces empieza el grupo tres, mientras tanto el grupo que no quiso el riego tiene que poner bien sus bombas para el riego, ..., por ejemplo este último riego le tocaba al primer grupo pero regó al último porque su bomba se arruinó...” **Solidario Montaña, presidente comunidad Tajamar Centro.**

En la Figura N° 19 se muestra a continuación un croquis de los grupos de riego en Tajamar Centro

⁷ Riego complementario, riego que complementa a las lluvias

⁸ Riego suplementario: riego sin complemento de lluvias

⁹ Caso visto en la comunidad de Tajamar Centro.

¹⁰ En las comunidades de: Colque Rancho, Chirusi Rosario, Chirusi Grande y Sobra Chirusi

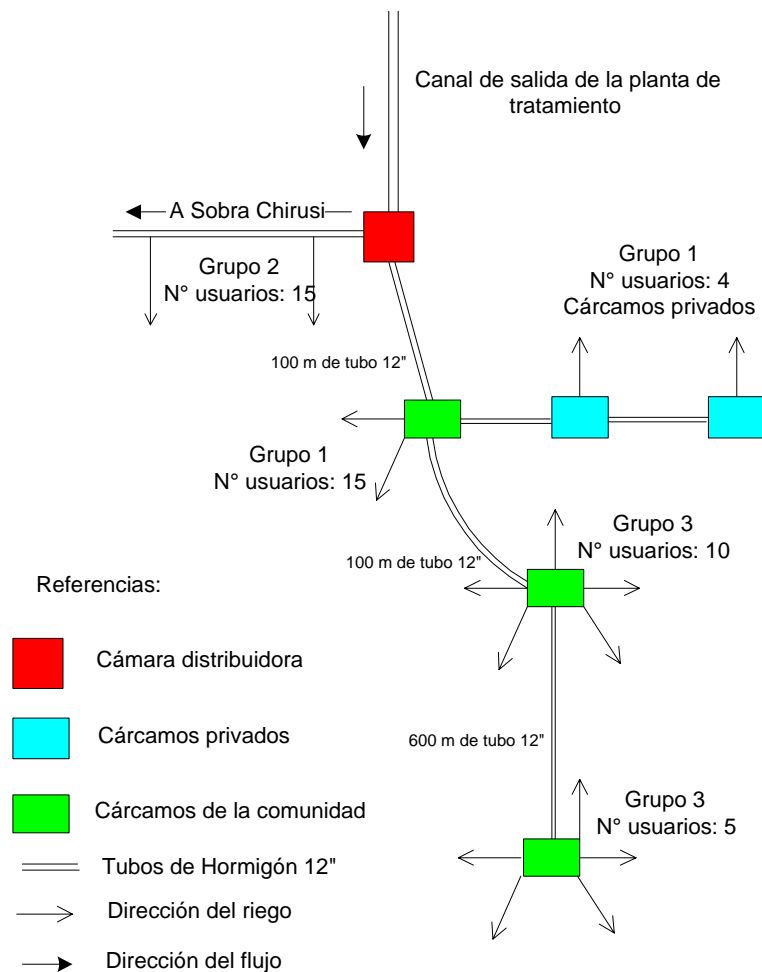


Figura N° 19: Croquis de grupos de riego existente en el sistema de riego Tajamar Centro

En las otras comunidades de igual forma se dividieron en dos grupos de riego, la diferencia radica en que estos grupos no tienen autonomía en el riego, autonomía en manejo de recursos económicos y no tienen un tiempo definido de riego, esta división solo se realizó para que exista equidad y refleje transparencia en la distribución de riego.

“En el primer turno de riego que tenemos en el año en el mes de mayo, primero se hace el tendido de los tubos hacia el río Morro a ahí riegan unos 20 a 22 usuarios algo por ahí, luego riegan de este grupo, este lado hay como unos 12-14 usuarios así hay. En el siguiente turno empezamos ya también por este sector (grupo 2) terminan de regar y luego tendemos hacia el río Morro...” **Juan Rocha Presidente comunidad de Chirusi Grande**

Riego libre

Cuando hay mayor disponibilidad de agua, este se da en periodo de lluvias, ya que las comunidades cuentan con tres fuentes de aguas:

1. Aguas provenientes de los ríos

2. Las aguas provenientes de la planta de tratamiento que en esta época registran los mayores caudales
3. Aguas de lluvias, producto de precipitaciones que ocurren en el sector

Este riego se caracteriza porque todos los usuarios pueden regar cuando quieran y en la cantidad que deseen sin tener que esperar un turno. El acceso al agua es libre, y las personas que en temporada de escasez no tienen derecho a regar pueden hacerlo.

Esta modalidad de reparto está asociada a un suministro continuo de agua y a la división de flujo (multiflujo), debido a la alta disponibilidad de agua. Es decir que de las cámaras de limpieza los usuarios pueden colocar las bombas y proceden a regar sus parcelas el tiempo que deseen.

Cuando el riego es libre, el agua fluye continuamente por las tuberías y los cárcamos siempre están llenos. Las tareas de control sobre el flujo recaen sobre el usuario que está regando, que debe cuidar que el flujo no cause problemas, como: ingreso de materiales extraños al sistema de riego que puedan ocasionar la obstrucción en la red de conducción de agua (tubos H°), sedimentación en las tuberías, sedimentación en cámaras de limpieza y los cárcamos. En este periodo, los responsables de la organización para el riego, no desempeñan funciones relacionadas al reparto de agua.

Finalmente, en estos sistemas de riego, durante esta temporada se realiza la práctica de riego con aguas turbias provenientes de los ríos (riadas).

Riego por turnos

El riego por turnos se inicia cuando el agua disponible comienza a escasear y la presión por el uso de la misma se incrementa, entonces los diferentes acuerdos para su aprovechamiento se ponen en funcionamiento.

Bajo la modalidad de reparto por turnos el número de usuarios se reduce, debido a que sólo se autoriza el uso del agua a las familias que han obtenido derechos sobre el agua, a través de la participación en los trabajos de mejoramiento del sistema de riego.

Los tiempos asignados son fijos, tanto al nivel de sistema de riego como al nivel de usuarios, como se puede ver en la Tabla N° 27

Tabla N° 27: Tiempos de riego asignados

Comunidad	Tiempo asignado a la comunidad días	Usuarios		
		Bomba 3 HP	Bomba 4 HP	Bomba 5 HP
Chirusi Rosario	20	12	10	-
Chirusi Grande	16	14	10	-
Sobra Chirusi	16	12	-	-
Tajamar Centro	18	-	-	10
Colque Rancho	20	12	10	-

Sin embargo, un aspecto generalizado es que la entrega de agua dentro de las comunidades se realiza en forma rotacional, con división del flujo durante el día y sin división de flujo durante la noche. Esto se debe a que durante el día se registran los

mayores caudales de ingreso de agua a la planta de tratamiento y por ende también se registrarán mayores caudales de salida de agua.

Durante la noche, los caudales de ingreso se reduce y el caudal de salida también se reduce.

En la Tabla N° 28 se muestra la combinación de riegos multiflujo y monoflujos existentes

Tabla N° 28: Distribución multiflujo en los sistemas de riego

Comunidad	Día	Noche
	Multiflujo	Monoflujo
Chirusi Rosario	Bombas: 3 HP 4HP	Bomba de: 4 HP
Chirusi Grande	Bombas: 3 HP 4HP	Bomba de: 4 HP
Sobra Chirusi	2 bombas de 3HP	Bomba de: 3 HP
Tajamar Centro	2 bombas de 5HP	Bomba de: 5 HP
Colque Rancho	Bombas: 3 HP 4HP	Bomba de: 4 HP

El control del tiempo es riguroso y es realizado por los controles, para ello se toma en cuenta el tiempo en que se tarda en armar los tubos dándose un intervalo de tiempo de un turno a otro turno de ½ hora como máximo, tiempo en el cual también descansa la bomba, se coloca gasolina y se cambia el aceite a la bomba.

La forma de asignación del turno de riego tiene un orden secuencial, los usuarios lo comparan como un reloj, es decir, el riego sigue el orden de la ubicación de la parcela.

“Primero va a regar Anselmo Aguilar, desde las 6 de la mañana hasta las 9 de la noche, dejamos descansar el motorcito ½ hora no mas, después riega la señora Concepción Aguilar desde las 9:30 de la noche, luego le toca a la Paulina Mendez, después le toca al Sergio Rocha y así sucesivamente como relojito regamos las parcelas...” **Pastor Roman, control Comunidad Colque Rancho**

A continuación se muestra en la Figura N° 20 un ejemplo en la comunidad de Chirusi Rosario sobre el recorrido del agua con una bomba de 4 HP y 3 HP.

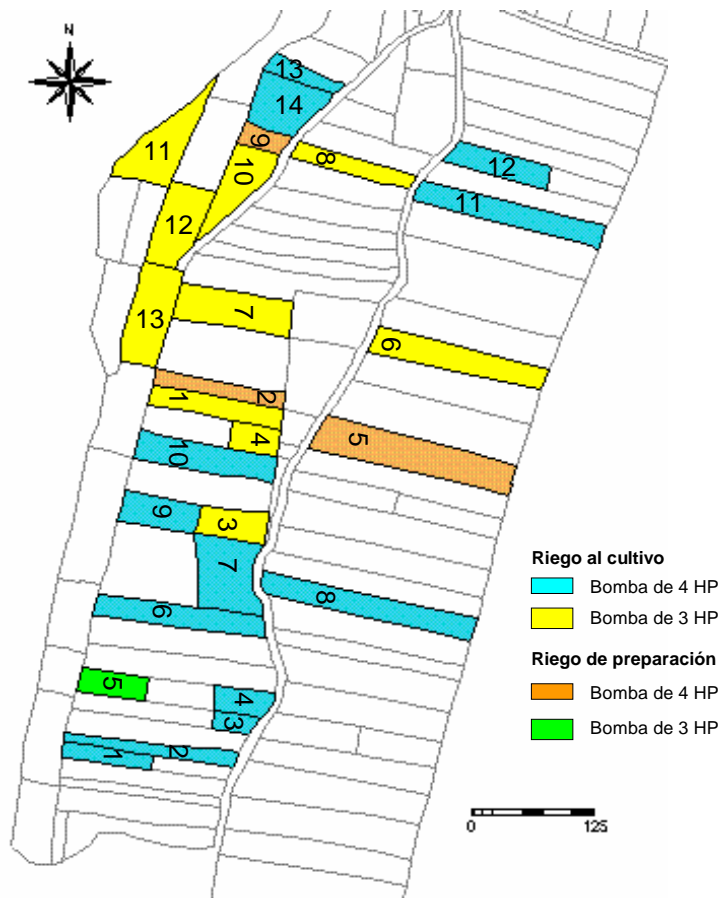


Figura N° 20: Distribución de agua a nivel parcela, Comunidad Chirusi Rosario

Asimismo, se muestra en la Tabla N° 29 el tiempo y turno de riego asignado a cada parcela.

Tabla N° 29: Tiempos y turnos de riego asignado a parcela, Comunidad Chirusi Rosario

	Bomba de 4 HP					Bomba de 3 HP				
	Inicio riego	Fin riego	Riego	Tiempo riego	días	Inicio riego	Fin riego	Tiempo riego	días	Riego
Parcela 1	6:30	12:30	Alfalfa	6:00		8:40	18:40	10:00	día 1	Alfalfa
Parcela 2	13:00	23:00	Alfalfa	10:00		6:00	21:00	15:00	día 2	Riego empanto
Parcela 3	23:30	4:30	alfalfa	5:00	día 1	4:00	11:00	7:00		Alfalfa
Parcela 4	5:00	10:00	Alfalfa	5:00		11:30	16:30	5:00		Alfalfa
Parcela 5	10:30	15:30	Preparación	5:00		17:00	8:00	15:00	día 3	Preparación
Parcela 6	16:00	2:00	Alfalfa	10:00	día 2	8:30	23:30	15:00		Alfalfa
Parcela 7	2:30	10:30	Alfalfa	8:00		0:15	15:15	15:00	día 4	Alfalfa
Parcela 8	11:00	21:00	Alfalfa	10:00		16:00	2:00	10:00	día 5	Alfalfa
Parcela 9	21:30	7:30	Alfalfa	10:00	día 3	2:30	10:30	8:00		Preparación
Parcela 10	8:00	23:00	Preparación	15:00		11:00	02:00	15:00	día 6	Alfalfa
Parcela 11	23:30	9:30	Alfalfa	10:00	día 4	2:30	17:30	15:00		Alfalfa
Parcela 12	10:00	17:00	Preparación	7:00		18:00	6:00	12:00	día 7	Alfalfa

Parcela 13	17:30	22:30	Alfalfa	5:00	día 5	6:30	18:30	12:00		Alfalfa
Parcela 14	23:00	9:00	Alfalfa	10:00	día 6	12:00	Traslado de bomba a las cámaras			
	9:00	Traslado de bomba a las cámaras								

En las comunidades el criterio de distribuir el agua en forma equitativa, responde también a distribuir la escasez de agua existente o eventual incremento de la misma. Un claro ejemplo se da en el sistema de riego Tajamar Centro:

- Cuando existe un incremento de agua en la salida en la planta de tratamiento: El turno puede incrementarse de 1 hora a 40 minutos.
- Cuando el caudal disminuye: El turno puede disminuirse de 1 hora a 1 hora y 10 minutos.

Esto muestra la flexibilidad existente en los criterios de asignación de agua.

El responsable de la tarea del control de reparto de agua (controles) deben conocer bien la zona y a los usuarios para poder desempeñar su trabajo en forma adecuada.

Por lo general se observó que este cargo ocupan todos los usuarios del sistema de riego por orden de lista y por elección en asamblea, solo en algunas comunidades el trabajo es retribuido, los controles se mantienen en forma permanente según el trabajo desempeñado.

Tabla N° 30: Designación de controles en los sistemas de riego

Comunidad	Por turno de riego a la comunidad		Forma de designación	Observaciones
	N° controles			
Chirusi Rosario	2		Antes de cada turno en asamblea se designa a dos controles	Pueden ser ratificados en el cargos según desempeño.
Chirusi Grande	4		Por orden de lista de los usuarios del sistema de riego es elegido	Cada control controla durante 4 días y 4 noches el turno de agua en la comunidad
Sobra Chirusi	4		Por orden de lista de los usuarios del sistema de riego es elegido	Cada control controla durante 4 días y 4 noches el turno de agua en la comunidad
Tajamar Centro	3		Dentro de cada grupo de riego se elige en asamblea	En esta comunidad existen 3 grupos de riego. Un control por cada grupo, controla el turno de riego dentro de su grupo, pueden ser reelegidos en el cargo según su desempeño.
Colque Rancho	1		Por orden de lista de los usuarios del sistema de riego es elegido	Puede ser reelegido según el desempeño de sus funciones.

“Hay cuatro jueces de agua en cada turno de agua, ese cargo es rotativo según la lista es elegido, controla durante cuatro días y noches un juez y luego pasa al otro juez que controlara otros 4 días noches y así pasará al otro juez para que controle otros 4 días- noches...” **Juan Rocha Velásquez, presidente de la comunidad Sobra Chirusi.**

Estos controles son sancionados cuando no cumplen bien sus funciones, las sanciones que se aplican son:

- Pérdida de horas de riego e incluso hasta el turno de riego, caso de Colque Rancho y Chirusi Rosario.
- Volver a ser reelegidos para que el usuario aprenda a controlar y solucionar conflictos en el reparto de agua, caso Sobra Chirusi.
- Se lo cambia de inmediato y se vuelve a nombrar a otro juez de aguas. Caso Tajamar Centro.

Intervalo de riego

El intervalo de riego está estrechamente relacionado a la frecuencia de riego requerida por los cultivos.

En general en la zona de estudio, el intervalo de riego esta en los noventa días (cada tres meses), periodo que puede considerarse como no razonable para realizar la producción cultivos en forma óptima.

Esto origina que en el sector no se pueda diversificar la producción con otros cultivos alternativos a la alfalfa y al maíz como ser: haba, cultivos forrajeros y otros, a esto se suma la carga contaminante que podría traer consigo el agua de riego que imposibilita de alguna manera el poder cultivar hortalizas.

Conflictos y sanciones

El robo de agua a nivel de usuarios o comunidades es sancionado con una multa de 500 Bs.- en una primera instancia, si se vuelve a reincidir llega a perder el turno de riego y posteriormente pierde el derecho de riego, a decir de los usuarios, el robo no es frecuente porque existe una cultura establecida para el respeto de los turnos.

Los conflictos relacionados a la distribución de agua se deben especialmente al factor tiempo como ser: tiempo no suficiente para terminar el riego, usuarios que no están a la hora indicada en la parcela a regar. En la mayor parte de los casos, los conflictos se presentan ocasionalmente

También, los conflictos pueden ocasionarse por otras razones, como ser: la bomba sufra desperfectos durante el riego, no existe el suficiente número de tubos para poder llevar el agua de riego a la parcela, control de la presión a la salida de la bomba como por ejemplo sucede en algunas ocasiones cuando por descuidos o por que algunos usuarios desean llevar el agua un poco mas lejos, se aumenta un poco el regulador de la presión de salida agua de la bomba, provocando problemas de rotura de tuberías de PVC y desacople entre tubos, aspecto que afecta al usuario en el tiempo de riego.

Otros conflictos están relacionados al incumplimiento de los socios con relación al sistema de riego o a la comunidad, por ejemplo; los usuarios que no hayan pagado las multas por no asistir a los trabajos de mantenimiento y reuniones, no riegan mientras no tengan sus aportes al día, pudiendo inclusive llegar a perder el turno de riego.

Para hacer efectivos los pagos, por concepto de multas, se presiona con el corte de turno de riego.

Aportes monetarios para la distribución de agua

Los usuarios que van a regar deben aportar dinero para:

1. Mantenimiento de la bomba de riego
2. Compra de aceite
3. Compra para reposición de tubos dañados

Para el mantenimiento de la bomba, el aporte es variable, ya que gran parte de estos recursos provienen del pago de multas por inasistencia al mantenimiento del sistema de riego y reuniones, si el dinero recaudado no es suficiente para el mantenimiento de la bomba se solicita a los usuarios un aporte adicional que va desde los 5 Bs.- e inclusive puede llegar a superar en algunos casos los 25 Bs.- por usuario (arreglos mayores en bomba)

Para la compra de aceite en todas las comunidades el aporte de 5 Bs.- por usuario es generalizado en todas las comunidades, el cambio de aceite al motor es variable y se realiza después de 24 a 38 horas de funcionamiento.

Los tubos durante el traslado, acople entre tubos o por la presión de agua sufren daños que en algunas ocasiones son irreparables, llegando a descartarse la utilización de estos en el riego, para ello se recurre a un aporte a los usuarios para la compra de nuevos tubos con la finalidad de reponer a los dañados o para ampliar el área de riego. Este aporte no es generalizado en todas las comunidades, ya que generalmente los recursos salen del excedente monetario de la compra de aceite y el cobro de multas.

“... hemos dado un aporte para tubos de 5 Bs.- para comprar tubos de 4 pulgadas, para regar se necesita por lo menos se necesitamos unos 50 tubos, en la reunión hemos entrado en un acuerdo, ahora cuesta caro el tubo de 4” cuesta 40 Bs.- cada tubo, antes costaba 35 Bs.-, tenemos reunido ya 2.000 Bs.- para comprar...” **Pastor Román, control comunidad Colque Rancho**

6.3. Los usos del agua y su relación con el riego parcelario

6.3.1. Usos del agua

En algunas comunidades el agua proveniente de la planta de tratamiento es utilizada para riego y abrevadero de animales. Esta característica se acentúa mas cuando la escasez del agua se incrementa, especialmente en aquellas comunidades donde el agua potable no abastece la demanda de consumo humano.

Tabla N° 31: Principales usos del agua en el área de estudio

Comunidad	Fuentes de agua		Observaciones
	Agua potable	Agua planta	
Chirusi Rosario	Consumo humano Abrevadero	Riego	En el sector cercano a la planta los usuarios dan el agua de la planta a los animales.
Chirusi Grande	Consumo humano Abrevadero	Riego	
7Sobra Chirusi	Consumo humano Abrevadero	Riego	
Tajamar Centro	Consumo humano Abrevadero	Riego Abrevadero de animales	Algunos usuarios están experimentando el efecto del agua de la planta en los animales.

Colque Rancho		Riego Abrevadero de animales	En esta comunidad existe déficit de agua para consumo humano, por ello los animales son llevados hacía el sector de salida de la planta para que consuman agua
---------------	--	---------------------------------	--



A Riego al cultivo, Comunidad Chirusi Rosario
B Consumo de agua para animales, comunidad Colque Rancho

Figura N° 21: Usos del efluente de la planta de tratamiento

Los usuarios están conscientes de que el agua que proviene de la planta de tratamiento no es de buena calidad. Pero ante la ausencia de fuentes de agua de riego, se ven obligados a utilizar las aguas provenientes de la planta de tratamiento y en algunos casos esta agua es utilizada como abrevadero de animales.

Los usuarios indican que no se puede aplicar el agua cuando las plantitas germinan, o inmediatamente después del corte de la alfalfa, ya que en ambos casos llega a quemar la planta.

Es por ello que los usuarios utilizan esta agua en periodo de estiaje para realizar el riego de preparación, y en periodo de lluvias usan en el riego donde la concentración de contaminantes disminuye.

El uso de agua en riego en periodo de estiaje, se realiza a los cultivos de la haba, alfalfa y papa, los usuarios notan que las plantas ayudan en la purificación del agua.

“El agua se usa mas para preparar terreno y para riego de papa, haba alfalfa y maíz la planta también purifica el agua hasta ahoritita no existe ninguna enfermedad de diarrea, colera...” Juan Rocha Velásquez, Presidente comunidad Sobra Chirusi)

Por otro lado los usuarios reconocen que esta agua no puede utilizarse para regar hortalizas, ya que estos cultivos son consumidos sin cocción por la población en general y por ellos mismos.

6.3.2. El riego parcelario

Cuando se tiene que llevar el agua largas distancias para el riego, la práctica habitual que realizan los usuarios es la combinación de diámetros de las tuberías utilizando para tal efecto accesorios para división de flujo como ser tubos Y con reductores de diámetro.

Desde la estación de bombeo se comienza a llevar el agua a través de tubos de mayor diámetro, a cierta distancia cuando la presión en estos tubos disminuye, entonces los usuarios acoplan el tubo Y con los reductores y a estos conectan tubos de menor diámetro entonces el flujo del agua se divide en dos partes iguales y se lleva a la parcela a regar.

En las parcelas, cuando el riego es de preparación y por melgas, los usuarios utilizan codos de 90° y tubos para ayudarse en el riego, la salida del agua de los tubos se realiza en las partes mas altas para que posteriormente el agua fluya hacia las partes bajas por gravedad.

La topografía del terreno muchas veces origina que los usuarios deban acomodar constantemente los tubos para vencer las depresiones del terreno y guiar el agua en la parcela

En la Figura N° 23 se muestra un riego de preparación cerca al cárcamo con una bomba de 3 HP, y en la Figura N° 22 se muestra un riego al cultivo de alfalfa en una parcela alejada del cárcamo con bomba de 4 HP

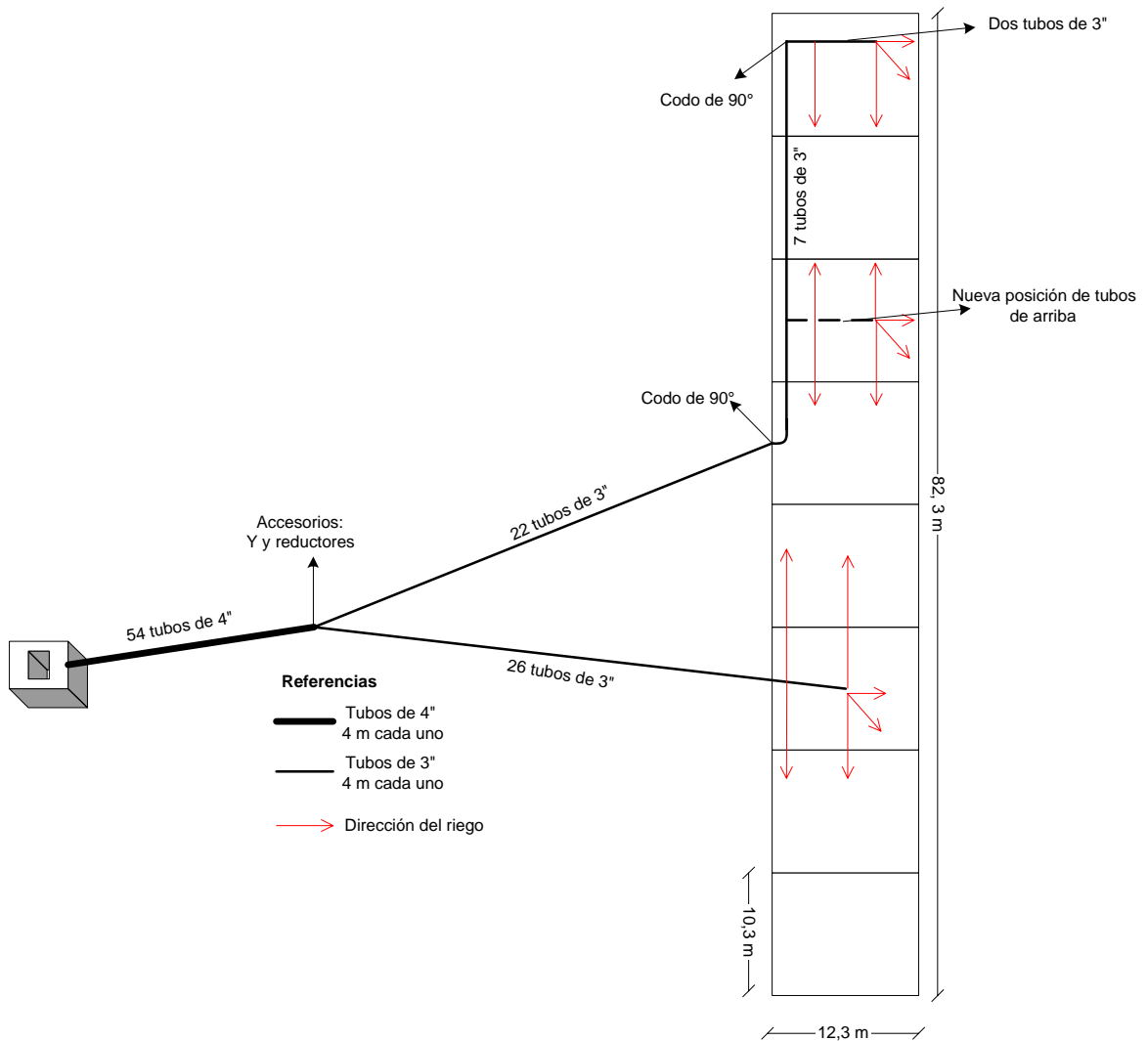


Figura N° 22: Riego por al cultivo por melgas

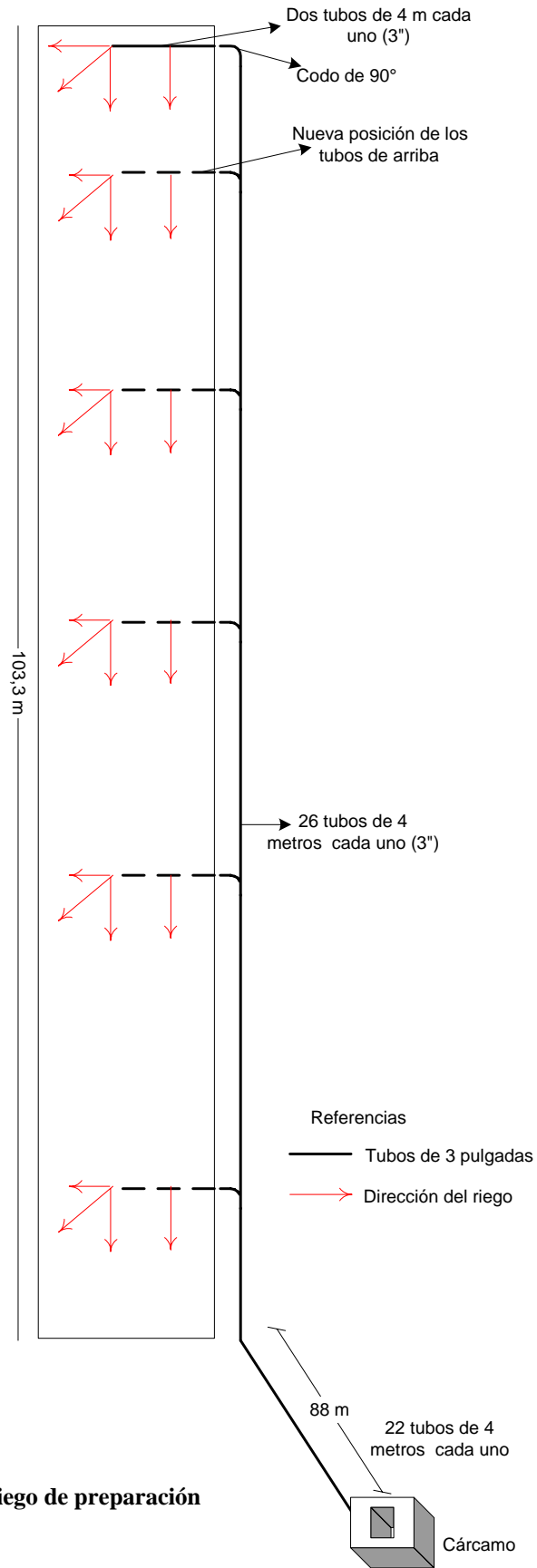


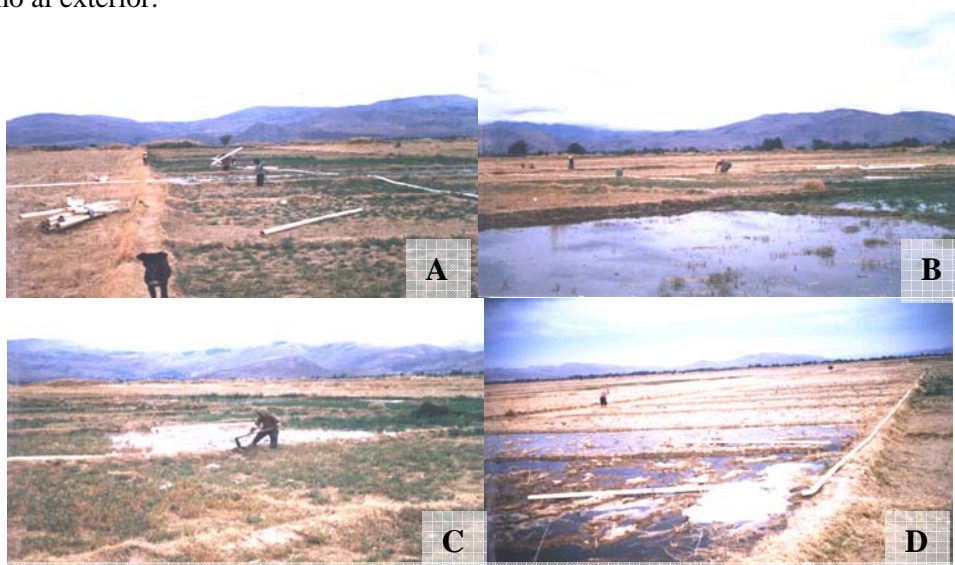
Figura N° 23: Riego de preparación

Mano de obra

Para realizar el riego parcelario los requerimientos de mano de obra es alto, porque se debe regar con la ayuda de tuberías para vencer las depresiones existentes en la parcela, por ello, es necesario la presencia permanente como mínimo de dos regantes durante el riego,.

Es frecuente encontrar dos personas en el riego de la parcela, una persona acomodando los tubos para el riego y la otra controlando el riego.

Otro factor importante observado en la mayoría de las comunidades, es la presencia de mas mujeres, niños y jóvenes en el riego parcelario, este factor se debe a que en la zona se nota una alta migración de los varones hacia otras ciudades del interior del país así como al exterior.



A y B Participación de niños y mujeres en el riego (entubado), Comunidad Chirusi Rosario
C Niño regando, comunidad Colque Rancho
D Joven participando en el riego de preparación

Figura N° 24: Mano de obra en el riego parcelario

Los factores mencionados, han originado que en la zona haya disminuido la migración definitiva y temporal de la gente hacia otras regiones.

Actualmente la zona genera fuentes de trabajo temporal para los usuarios que no tienen derecho al riego y a otras personas de comunidades aledañas.

6.3.2.1. Tipos y métodos de riego practicados

En él área de estudio se identificaron dos tipos de riego: riego de preparación y riego al cultivo. Las características principales del riego parcelario se muestran en la Tabla N° 32:

Tabla N° 32: Características generales del riego parcelario

Tipos de riego	Preparación Al cultivo
Métodos de riego:	Inundación Melgas Surcos
Principales cultivos bajo riego	Alfalfa Maíz
Caudales manejados	Bomba de 4 HP: 5,09 a 5,29 l/s Bomba de 3 HP: 5,63 a 6,11 l/s
Riego	Diurno Nocturno

La variación de los caudales manejados en parcela esta relacionada a la distancia desde el punto donde esta ubicado la bomba con relación a la parcela y al tipo de riego.

Con relación a la distancia de la parcela se observó, que mientras mas lejos se lleve el agua de riego a través de tuberías, el caudal manejado será menor debido a los siguientes factores:

- Pérdidas de agua por mal acople entre tuberías.
- Producto del manipuleo de los tubos, caídas ocasionales que tuvo este material y otros factores, ocasiona que los mismos sufran perforaciones y se quiebren algunos sectores de este material, por donde existen fugas de agua.
- Pérdidas en la salida de la bomba, debido al desgaste de la unión metálica de la bomba con las tuberías.
- Pérdidas por fricción.

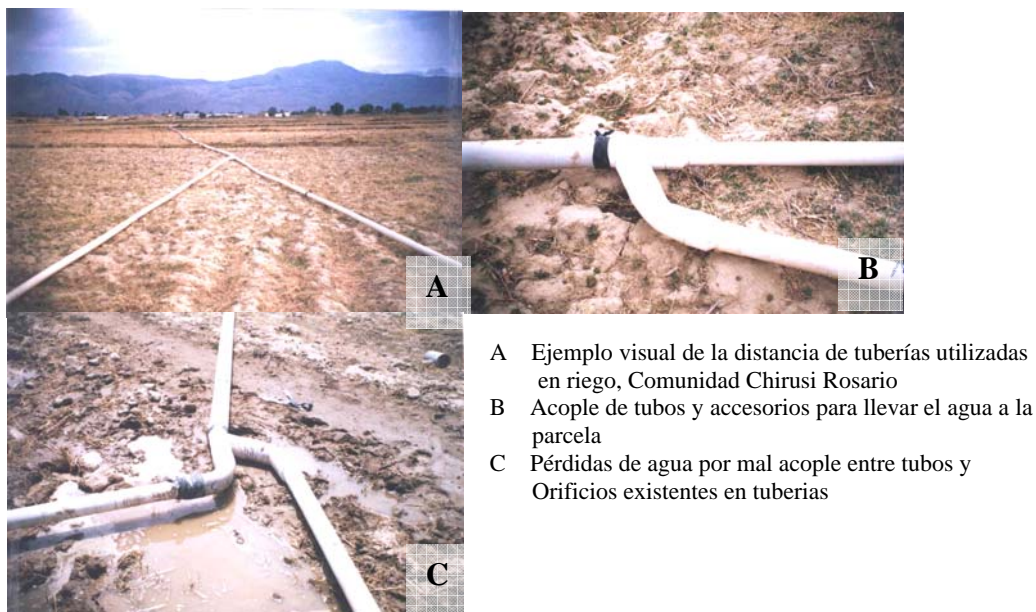


Figura N° 25: Acoples y pérdidas de agua por mala unión entre tubos de PVC

Con relación al tipo de riego, los riegos que tienen mayor importancia son: riego de preparación para la siembra y riego al cultivo, en estos los usuarios minimizan las pérdidas de agua para poder aplicar mayores caudales y láminas de riego.

Los usuarios para minimizar las pérdidas de agua utilizan tiras de gomas (de los neumáticos de moviidades) para acoplar las tuberías y tapar los orificios que existen.

Generalmente las bombas de mayor potencia se utilizan para llevar el agua de riego a mayores distancias, en cambio las bombas de menor potencia se utilizan cerca de las estaciones de bombeo (cárcamos y cámaras de limpieza).

Riego de preparación

El riego de preparación se caracteriza por la aplicación de altas láminas de riego ocasionando mayores tiempos de aplicación.

Los riegos de preparación se realizan para todos los cultivos, teniéndose los siguientes riegos

- Riego para barbecho¹¹ aplicado para humedecer el suelo y facilitar la labor de roturación.
- Riego para la siembra, aplicado a la parcela roturada, esto con la finalidad de aumentar la humedad en el suelo y garantizar la germinación y desarrollo del cultivo en su primera etapa. Es el riego que mayor importancia se da en el sector

El método de riego empleado para ambos casos es el de inundación



A Riego de barbecho, Comunidad Chirusi Rosario
B Riego para la siembra, comunidad Chirusi Rosario

Figura N° 26: Riegos de preparación practicados en las comunidades en estudio

En la Tabla N° 33 se resume datos sobre las láminas de riego aplicadas a las parcelas.

Tabla N° 33: Láminas aplicadas al riego de preparación

	Riego para barbecho	Riego para la siembra
Tiempo de riego (hrs)	15:00	15:05
Superficie terreno (m ²)	1.798,14	2.840,15
Caudal manejado (l/s)	5,63	6,11
Lámina de riego (mm)	4,485	7,645
Observaciones	Parcela ubicada cerca al cárcamo riego a 88 m con bomba de 3 HP	Parcela ubicada cerca al cárcamo riego a 120 m con bomba de 3 HP

¹¹ En el sector se conoce como riego de remojo

En el riego para la siembra los usuarios aplican mayores caudales a la parcela, con relación al riego para barbecho, porque el riego para la siembra definirá el porcentaje de germinación y desarrollo del cultivo en la primera fase.

En la práctica del riego se observó que los usuarios que realizan el riego para la siembra tienen el cuidado de minimizar las pérdidas de agua en todo el recorrido de la tubería, es por ello que realizan los siguientes trabajos:

- Acoplar mejor la unión entre tubos
- En las uniones de tubos ajustan la unión con tiras de neumáticos
- Minimizar las pérdidas en orificios o perforaciones que tiene la tubería amarrando esos sectores con tiras de neumáticos.

Riego al cultivo

Este riego se caracteriza por que la aplicación de láminas y tiempo de riego es menor con relación al riego de preparación. Se debe principalmente a la menor disponibilidad de agua y a la mayor presión existente sobre la misma, especialmente cuando esta en turnos para el reparto.

Los métodos de riego más empleados son el riego por surcos y melgas. Los cultivos que se riegan por surcos son la papa y el maíz, y por melgas es la alfalfa.

Frecuencia y láminas de riego

En la Tabla N° 34 se resume datos sobre número de riegos, frecuencia y láminas aplicadas a los principales cultivos

Tabla N° 34: Lámina de riego aplicado al cultivo principal

Cultivo	N° riegos	Frecuencia (días)	Lámina de riego¹² (mm)	Observaciones
Alfalfa	4 a 5	90	4,30	Bomba de 4 HP, parcela es la más alejada del cárcamo ubicada a 400 m de la bomba
Alfalfa	4 a 5	90	5,76	Bomba de 4 HP, parcela ubicada en la parte intermedia con relación al cárcamo ubicada a 360 m de la bomba
Alfalfa	4 a 5	90	3,81	Bomba de 3 HP, parcela ubicada cerca al cárcamo ubicada a 88 m de la bomba

La información obtenida acerca de la frecuencia de riego para los otros cultivos se basa en encuestas y entrevistas con informantes clave y algunos usuarios.

¹² La información de las láminas de riego corresponde al sistema de riego de Chirusi Rosario, pues en los otros sistemas de riego no se obtuvieron datos por que los sistemas no estaban operando o no se contaba con el equipo para realizar las mediciones, de la misma forma solo se tiene registrado para el cultivo de alfalfa, y no para el maíz debido a que este cultivo estaba en fase de siembra en las demás comunidades.

Tabla N° 35: Frecuencias de riego a cultivos

Cultivo	N° riegos	Frecuencia (días)	Observaciones
Maíz	2 a 3	10 - 15	El primer riego es de preparación, el siguiente riego es para la cosecha y este coincide con el periodo de lluvias y turnos de riego "rol" y riego libre
Papa	4 a 5	8 - 12	El primer riego es de preparación, y posteriormente se vuelve a regar unas tres veces mas para el desarrollo del cultivo y un último riego para la cosecha, estos periodos de riego coincide con el periodo de lluvias y turnos de riego "rol" y riego libre
Haba	2 a 3	15 -20	El primer riego es de preparación, el siguiente riego es para la cosecha, eventualmente se da un riego mas si es que se observa que el cultivo lo necesita.

El periodo de riego en la mayoría de los cultivos coincide con el periodo de lluvias, aspecto que favorece a que la frecuencia de riegos sea óptima para los cultivos en el sector, a esto se suma que el agua esta disponible tanto en cantidad como en tiempo para todos los usuarios (riego libre).

En el caso del haba, al igual que los restantes cultivos se realiza el riego de siembra, posteriormente el siguiente riego se realiza después del primer aporque, que es a los 15 a 20 días después de la germinación.

6.3.2.2. *Medidas de protección en el riego*

En los diferentes métodos de riego, se observo que son muy pocos los usuarios que toman alguna medida de seguridad para el riego. Todos los usuarios coinciden que el agua de alguna manera les llega a afectar en su salud, ya que una vez terminado el riego los pies terminan resquebrajados y ásperos.

"...de esta agua cuando entras así descalzo te arde los pies, los pies revienta así como quebrado aparece y áspero se pone, por eso también mi hijo esta con botas para que no lo arde, si uno anda mas o menos 5 horas esta metido ahí en el agua al día siguiente a veces uno no puede caminar..".
Aristides Ovando, Vicepresidente comunidad Chirusi Rosario

Otros usuarios arguyen la incomodidad de utilizar las botas en el riego, especialmente cuando se realiza el riego para la siembra.

".. como esta arado y tenemos que regar para sembrar, entonces tenemos que entrar así sin botas solo descalzos, si entramos con botas el agua se entra a la bota y es incómodo después regar..."
Feliciano Suarez, usuario

Entre los usuarios se observo que la mayoría entra descalzo a realizar el riego, otros utilizan abarcas y sandalias, pero ninguno utiliza guantes y botas de goma para el riego.

6.4. *Los usos y efectos causados por la utilización del agua residual en la producción agropecuaria*

Antes de la construcción de la planta de tratamiento, en el área de estudio, la migración era elevada (75%) en busca de trabajo a las comunidades con riego como peones jornaleros, en el interior del departamento y en la mayoría de las ocasiones al exterior del país.

El riego se iniciaba cuando llegaban las aguas de avenida de los ríos Morro y Chaqui Mayu que circulan por las comunidades, cada río abastece de riego a 18 comunidades ubicados desde la cabecera de río (Sector conocido como La Villa) hasta el sector donde se ubica la planta de tratamiento

Al trabajo de riego parcelario se sumaba el control para evitar el robo de agua por parte de usuarios ubicados en la cabecera (aguas arriba), esto originó que se constituya una organización de riego para el control de esta agua, donde los usuarios se organizan para realizar recorridos por el río, canales y tomas, con la finalidad de evitar desvíos del curso de agua, trabajo realizado durante 24 horas.

“Antes nosotros esperábamos el agua que viene de la Villa, eso viene desde Villa regamos en lluvias, tenemos la acequia como la víbora es, así tenemos no es recto, esa acequia llega hasta la posta luego pasa a Laguna Carmen después se reparten y llega hasta Sulti, aquí tenemos 5 como ramas desde el principio de la acequia principal tenemos 7 ramas y agarramos aguita una horita dos horitas a veces cuarto de horita, depende pues si viene harto o poco...”. **Pastor Román**
Controlador comunidad Colque Rancho

Actualmente, en las cinco comunidades, la mayoría de los usuarios se dedica a la ganadería, la mayor parte cuenta con dos a tres vacas (son aproximadamente el 70% de la población total), solo unos cuantos agricultores tienen más de diez cabezas de ganado (20%) y el restante 10% se encuentran en las mismas condiciones que antes de instalarse la planta de tratamiento de aguas, es decir, sin ganado, buscando trabajo en diferentes lugares y migrando a diferentes puntos del país y del exterior.

Los agricultores que se dedican a la crianza de vacas en número reducido, destinan la producción a la transformación de la leche en quesillos que son vendidos a comerciantes que vienen de la ciudad de Cochabamba.

Los agricultores que se dedican a tener más de tres cabezas de ganado¹³, entregan la leche a los módulos lecheros existentes en la zona, pertenecientes a las industrias PIL o ILVA.

La mayor parte de los agricultores atribuyen el incremento de mano de obra a la forma de riego (bombeo), el método de riego por inundación y melgas, la utilización de tuberías en el riego para vencer las depresiones del terreno, la actual intensificación y diversificación de la producción, origina que se requiera mayor número de personas presentes tanto en el riego como en las labores culturales.

Los factores mencionados, originan que en la zona haya disminuido la migración definitiva y temporal de la gente hacia otras regiones, genera fuentes de trabajo temporal para los usuarios que no tienen derecho al riego y a otras personas de comunidades aledañas.

¹³ Conocidos en el sector como ganaderos

6.4.1. Intensidad de cultivo

Cuando el sistema de riego no contaba con la planta de tratamiento, la producción de cultivos estaba orientada al auto consumo y los cultivos eran temporales, es decir solo se producía una vez al año en el periodo de lluvias y la modalidad de entrega de agua del agua del río, era por turnos conocido como “rol”. El cultivo principal lo constituía el maíz grano

El rol, son aguas provenientes de los ríos circundantes a las comunidades y que se distribuyen entre varias comunidades, donde las comunidades mas beneficiadas son las que se ubican en la cabecera del sistema de riego (partes altas), la distribución del agua a las comunidades es por turno de 24 horas por comunidad. Este tiempo de riego es distribuido entre los usuarios en forma equitativa y cada usuario tiene un determinado tiempo de riego en función al caudal del río, este a veces llega con bastante caudal se asigna un tiempo de dos horas por regante, cuando el agua escasea el tiempo de riego disminuye hasta $\frac{1}{4}$ de hora

Es por ello que los usuarios tenían pequeñas parcelas cultivadas menores a una arroba.

Actualmente con la planta de tratamiento les permite a los usuarios tener agua en forma permanente durante todo el año, esto originó:

- Que exista una intensificación y diversificación de cultivos. En la actualidad se produce: alfalfa, maíz de diferentes variedades, y en ocasiones papa y haba mas para autoconsumo, en raras ocasiones destinado al mercado
- La producción esté orientada especialmente a la ganadería y al mercado,

En la Figura N° 27 se muestra el levantamiento de cultivos realizados en tres comunidades: Colque Rancho, Chirusi Rosario y Chirusi Grande, para ello se selecciono de cada comunidad un bloques representativo al sector

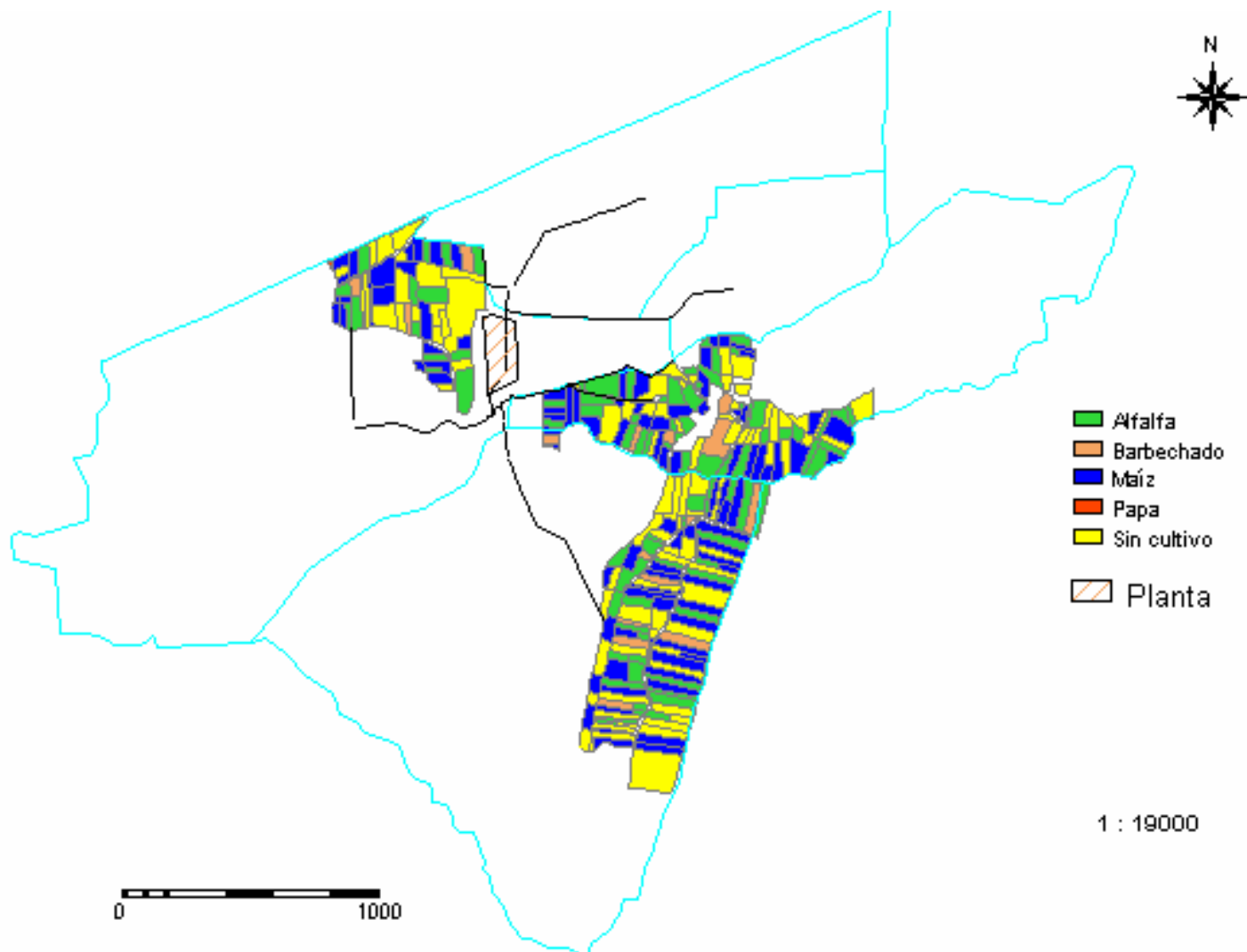


Figura N° 27: Levantamiento de cultivos en el área de estudio

En la Tabla N° 36 se muestra los datos tabulados de la figura anterior. Se observa que el cultivo principal lo constituye el maíz especialmente producido para choclo, seguido de la alfalfa, ambos cultivos son sembrados especialmente como forraje para ganado, el cultivo de la papa es sembrado para consumo de las familias, es por ello que su superficie sembrada es mínima.

La escasez de agua origina que en la zona solo el 58% se encuentre sembrado y el restante 42% se encuentre sin cultivo¹⁴. Con las aguas provenientes de los ríos en la gestión 2005, estos terrenos serán preparados y serán sembrados a mediados de septiembre del siguiente año

Tabla N° 36: Superficie sembrada en tres bloques representativos en el área de estudio

Uso tierra	Superficie m2	%
Alfalfa	282.084,66	26
Barbechado	58.089,41	5
Maíz	344.091,78	32
Papa	760,25	0
Sin cultivo	388.174,26	36
Total	1.073.200,36	100

6.4.2. Calendario de cultivo

Anteriormente el factor agua era una de las condicionantes para la producción agrícola.

Según testimonios de los usuarios, el agua de los ríos ya llegaba a partir del mes de septiembre, con esto les permitía preparar los terrenos y la siembra se realizaba al siguiente año, a mediados de octubre hasta principios de noviembre y cosechar los meses de mayo y junio.

Actualmente el régimen de las precipitaciones pluviales ha cambiado (según usuarios), ahora las primeras aguas de lluvia llegan recién a principios o mediados de noviembre

Tabla N° 37: Calendario climático y de cultivos

		Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Clima		Heladas				Granizo	Periodo de lluvias						
Riego	Complementario							Riego complementario					
Cultivos	Tipo												
Maíz	Amarillo				Periodo de siembra		Cosecha						
	Negro				Periodo de siembra		Cosecha						
Trigo							Periodo de siembra		Cosecha				

Referencias:

- Heladas
- Periodo de lluvias
- Granizo
- Riego complementario
- Periodo de siembra

¹⁴ Terrenos en descanso agrícola

- Periodo de crecimiento
- Periodo de cosecha

Actualmente, con la construcción de la planta de tratamiento, el calendario de cultivos esta determinado por el factor clima influyendo sobre la modalidad de distribución (suplementario –complementario)

En las cinco comunidades que componen el sistema de riego, el factor clima condiciona el inicio de la campaña agrícola. Las fechas de inicio y fin de siembra están bien marcadas en el sector.

Tabla N° 38: Calendario climático y de cultivos actual

		Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Clima													
Riego	Suplementario												
	Complementario												
Cultivos	Tipo												
Alfalfa	No saben												
Maíz	Blanco												
	Amarillo												
	Negro												
Haba	Verde												
	Semilla												
Papa	Miskha												
	Holandesa												
Trigo													

Referencias:

- Heladas
- Periodo de lluvias, riego libre
- Granizo
- Riego suplementario
- Riego complementario
- Periodo de siembra
- Periodo de crecimiento
- Periodo de cosecha

El cultivo de la alfalfa puede establecerse por cuatro a cinco años y se realiza cuatro cortes por año.

6.4.3. Rotación de cultivos

Los descansos agrícolas se caracterizaban por tener una duración prolongada de un año, este tiempo el terreno se quedaba arado y en descanso, hasta el siguiente año, donde con las primeras riadas y lluvias recién se realizaba la siembra.

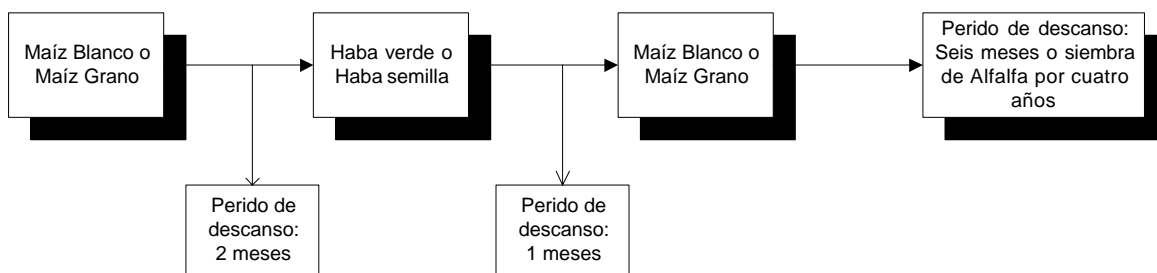
Al año se producía un solo cultivo, este tendría que elegirse entre maíz grano o trigo.

En algunos sectores no se producía nada, especialmente donde los terrenos eran salitrosos (Caso comunidad Colque Rancho)

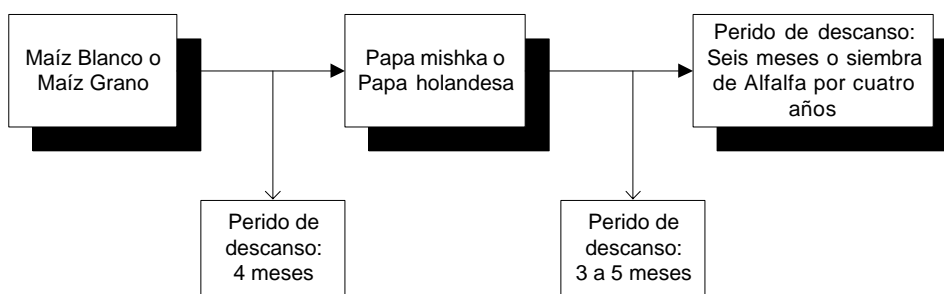
Actualmente con la construcción de la planta de tratamiento y mejoramiento de los sistemas de riego, los descansos agrícolas en terrenos con riego, son cortos variando de un mes a tres meses, caso contrario ocurre en aquellos terrenos sin riego donde se sigue manteniendo los descansos prolongados.

En los gráficos siguientes se tiene ejemplos de las rotaciones de cultivos realizadas en el área de estudio.

Primer tipo de rotación de cultivos



Segundo tipo de rotación de cultivos



En los gráficos anteriores se puede observar que los cultivos base para la rotación de cultivos lo constituye el maíz ya sea blanco o el grano, seguido de la alfalfa.

6.4.4. Destino de la producción

Antes de la construcción de la planta de tratamiento, la mayor parte de la producción se destinaba al autoconsumo, una pequeña parte era para trueque en las ferias de Punata y Cliza, una pequeña cantidad del producto cosechado y seleccionado se guarda para semilla.

Tabla N° 39: Destino de la producción

	Semilla	Autoconsumo	Venta, trueque
Maíz amarillo	1%	90%	9%
Maíz negro	1%	90%	9%

Actualmente, la mayor parte de la producción es destinada a la venta en las ferias de Punata y Cliza, una pequeña cantidad del producto cosechado y seleccionado se guarda para semilla, y otra parte es para el consumo de la familia en el transcurso del año.

Tabla N° 40: Destino de la producción

Cultivos	Destino de la producción			
	Forraje	Venta	Semilla	Autoconsumo
alfalfa	95%	5%		
Maíz blanco	100%	90%	1%	9%
Maíz amarillo	100%	90%	1%	9%
Maíz negro	100%	89%	1%	10%
Haba verde				100%
Haba para semilla		90%	10%	
Papa Miskha				100%
Papa holandesa				100%

El producto vendido tendrá diferentes usos. Algunos de los productos cosechados se venden en la misma comunidad, aquí llegan comerciantes¹⁵ de diferentes lugares para posteriormente revenderlos en sus lugares de origen.

Algunos agricultores que tienen pocas cabezas de ganado, se dedican en algunas ocasiones a vender la alfalfa en verde a los ganaderos existentes en las comunidades a un valor de 100 Bs.- por corte de una era de alfalfa, una arrobada¹⁶ de terreno sembrado con alfalfa se llega a vender en 1000 a 1200 Bs.- por corte de alfalfa.

Tabla N° 41: Lugares de venta del producto cosechado

Cultivos	Lugar de venta	Uso	Observaciones
alfalfa	En el lugar	Alimento para animales	
Maíz blanco	En el lugar	Venta en forma de choclo	Los agricultores venden en la misma parcela el producto, el comprador viene con peones a sacar el choclo de los maizales. La venta se realiza por camiones
Maíz amarillo	Punata, Cliza	Venta para: Elaboración de chicha Para mote	
Maíz negro ¹⁷	Punata, Cliza	Venta para: Elaboración de chicha Para mote	
Haba verde	En el lugar		
Haba para semilla	En el lugar		

¹⁵ Conocidos en el lugar como rescatistas, intermediarios

¹⁶ Medida de terreno equivalente a 3622 m²

¹⁷ En el lugar es conocido como maíz wilcaparu

6.4.5. Costos de producción

Rendimientos

Anteriormente el cultivo principal lo constituía el maíz grano, los rendimientos de este cultivo eran bajos, por la falta de riego a este factor se suma que los terrenos en el sector son salitrosos y por ello se aplicaba ningún tipo de abonos.

En la actualidad los rendimientos mejoraron desde la utilización de las aguas residuales en la agricultura.

Para el cálculo de los rendimientos de la situación antes de la construcción de la planta de tratamiento, se entrevistó a usuarios que no tienen derecho al agua de riego y a dirigentes de las comunidades para que nos informaran de cómo eran los rendimientos anteriores.

Tabla N° 42: Comparación de rendimientos, antes y después de la construcción de la planta de tratamiento

Cultivo	Unidad	Antes de la construcción de la planta de tratamiento		Actualmente con la construcción de la planta de tratamiento	
		Rendimiento por @ (3622 m2)	Rendimiento hectárea	Rendimiento por @ (3622 m2)	Rendimiento hectárea
Maíz choclo (blanco)	quintal			120	331
Maíz grano					
- Primera calidad	Kg	345,6	954,17	576	1.590,28
- Segunda calidad	Kg	205,2	566,54	216	596,36
- Semilla	Kg	100,8	278,30	144	397,57
Papa	Kg			480	1.325,23

Costos de producción

Anteriormente como solamente se producía un cultivo por año, la relación beneficio costo resultaba extremadamente bajo e inclusive en algunos años llegaba a ser negativo, según los testimonios de los productores de la zona.

Actualmente todos los productos cosechados son rentables.

En los anexos se muestra los costos de producción detallado por cultivo. No se pudo obtener datos de la producción del haba en cuanto a la rentabilidad ya que son muy pocos los productores que se dedican a la producción en forma intensiva y extensiva.

A continuación se mostrará la rentabilidad de los principales cultivos producidos en el sector para una arropa de terreno que es la medida de superficie mas generalizada en el área de estudio:

Tabla N° 43: Relación beneficio costo los principales cultivos

Cultivos	Costos de producción Bs.-	Ingresos por venta Bs.-	Utilidad Bs.-	Utilidad ¹⁸ \$us.-	Relación Beneficio/costo
alfalfa	1405	4000	2595,00	324,40	2,8
Maíz blanco	1230	3000	1770,00	221,25	2,4
Maíz amarillo	1582,5	2100	517,50	64,69	1,3
Maíz negro	1465	2025	560,00	70,00	1,4
Papa	510,5	600	89,50	11,19	1,2

En el caso del cultivo de la alfalfa se estimó el ingreso, ya que en el área de estudio no se acostumbra generalmente a vender este cultivo.

Cabe mencionar que fuera del ingreso calculado por concepto de venta del producto cosechado, los agricultores tienen otros ingresos provenientes de la venta de leche a un costo de 1,60 Bs.- por litro y la venta de queso a 2,00 Bs.- por unidad, venta de estiércol¹⁹ por camiones a regantes de otras comunidades de Punata y Cliza, el costo va desde los 450 Bs.- en camiones de 60 quintales y llega 900 Bs.- para camiones de 120 quintales, y otros agricultores están empezando a producir yogurt a un costo de 3.5 Bs.- el litro.

La producción promedio de leche en el sector es de 8 a 10 litros por día.

6.5. La calidad de aguas y la percepción de los usuarios sobre la misma

Se realizaron muestreos de aguas en el ingreso y salida de la Planta de Tratamiento, y en el área de riego, con la finalidad de comparar los valores y ver la eficiencia de remoción de contaminantes en cada sector

Actualmente en Bolivia no se tiene una figura clara sobre la normatividad con relación al reúso de agua con fines de riego que proteja tanto a agricultores como consumidores.

Según los resultados de los análisis de aguas se tiene que muchos parámetros no llegan a cumplir con la ley 1333 y su reglamento.

Lo ideal sería que las aguas lleguen a la Clase B, para que los agricultores de la zona puedan diversificar e inclusive cambiar la producción actualmente existente en la zona.

¹⁸ Tasa de cambio: 8 Bs.- por dólar americano

¹⁹ Estiércol, materia orgánica proveniente de animales criados en corrales, por ejemplo las defecaciones del ganado vacuno secado o deshidratado.

Tabla N° 44: Comparación con la norma vigente en Bolivia

Análisis de aguas	Unidad	Concentración	Reglamento RASIM	Deseable	
				Clase B	Clase C
<i>Análisis físico-químico</i>					
- pH		7,20	6 a 9	6 a 9	6 a 9
- Sólidos totales	mg/l	590			
- Sólidos Disueltos	mg/l	458,00	500	1000	1500
- Sólidos suspendidos	mg/l	132,00	60		
- Conductividad	Umhoms/cm	949,50			
- Calcio	mgCa/l	84,37		300	300
- D.B.O.	MgO ₂ /l	106,00	80	<5	<20
- D.Q.O.	MgO ₂ /l	226,00	250	<10	<40
- Fosfato	MgPO ₄ /l	0,08		0,5	1,0
- Hierro Total	mgFe/l	0,22		0,3	1,0
- Magnesio	mgMg/l	33,67		100	150,00
- Mangneso	mgMn/l	0,15		1	1,0
- Nitrógeno como Amonio	mgN-NH ₃ /l	18,99	4		
- Oxígeno Disuelto	MgO ₂ /l	N.D.		>70% sat	>60% sat
- Sodio	mgNa/l	67,10		200	200
- Sulfatos	MgSO ₄ /l	29,00		400	400
<i>Análisis Bacterrológico</i>					
Coliformes totales	UFC/100 ml	3,55E+06			
Coliforme Termotolerantes	NMP/100ml	1,75E+06	1000	<100 y <200	<1000 y <5000

La aplicación de las aguas residuales urbanas tratadas o no, es una fuente importante de nutrientes al suelo, algunos autores como Seoanez, indican que el uso de las aguas residuales no tienen efectos negativos en el suelo y cultivos, y solo hay que verificar que en el agua no existan metales pesados que con el transcurso del tiempo se acumulen y ocasionen problemas de toxicidad volviendo suelos improductivos

Otros autores indican que la aplicación de agua con una fuerte carga orgánica, especialmente en suelos arcillosos puede traer problemas de eutrofización a niveles superficiales del suelo, y esto trae problemas de toxicidad y muerte en las plantas.

En la mayoría de las legislaciones, consideran que los parámetros mas importantes que se debe tomar en cuenta para la utilización de las aguas residuales tratadas es la cantidad de patógenos, por que existe el riesgo de contaminación de la vegetación especialmente de verduras y hortalizas.

En cuanto a la alimentación de animales con forraje contaminado, hasta la fecha en ninguna investigación se ha detectado problemas en los animales por el consumo de pastizales contaminados.

En la Tabla N° 45 se observa que la mayor carga contaminante corresponde a la materia orgánica, a los sólidos suspendidos y especialmente a los coliformes.

Tabla N° 45: Elementos que no cumplen con la legislación boliviana

Análisis de aguas	Unidad	Concentración	Reglamento RASIM	Deseable	
				Clase B	Clase C
<i>Análisis físico-químico</i>					
- Sólidos suspendidos	mg/l	132,00	60		
- D.B.O.	MgO ₂ /l	106,00	80	<5	<20
- D.Q.O.	MgO ₂ /l	226,00	250	<10	<40
- Nitrógeno como Amonio	mgN-NH ₃ /l	18,99	4		
- Oxígeno Disuelto	MgO ₂ /l	N.D.		>70% sat	>60% sat
<i>Análisis Bacterrológico</i>					
Coliforme Termotolerantes	NMP/100ml	1,75E+06	1000	<100 y <200	<1000 y <5000

¿Que piensan los usuarios?

Los usuarios indican que el agua proveniente de la planta de tratamiento no es tan mala ya que hasta la fecha sus ganados no sufrieron ninguna enfermedad o se haya disminuido la producción de leche en el transcurso del tiempo.

“De acuerdo a lo que yo veo esta agua es buena, filtrada, incluso hemos hecho prueba todo el ganado de ese lado esta tomando el agua de la planta, y el ganado es exigente y delicado no toman así no mas cualquier agua...” Solidario Montaña, Presidente del Sistema de Riego

Asimismo, todos los usuarios coinciden que las aguas provenientes de la planta de tratamiento han mejorado sus terrenos, no necesitan aplicar abonos orgánicos o químicos para producir y han valorizado el costo de sus tierras.

“Esta agua a parte de regar, al mismo tiempo esta mejorando los terrenos salitrosos, ahora es un campo verde porque antes no producía nada. Los terrenos antes costaban una arroba 1.000 Bs., y 500 Bs., y ahora con esta agua ha subido el precio a 1.000 y 1.500 Dólares americanos la arroba de terreno., ahora ya sale haba, allá en Chirusi Rosario papa están cavando y luego van a poner choclo..” Zenobio Vargas, Vicepresidente sistema de riego Tajamar Centro.

El único inconveniente que se tiene es la proliferación de mosquitos y moscas en la planta de tratamiento, para combatir esta proliferación de insectos, se realizó una fumigación a las lagunas de la planta de tratamiento, trabajo realizado por el servicio de epidemiología de la prefectura del departamento de Cochabamba.

El factor que mas afectan a las comunidades aledañas a la planta de tratamiento son los malos olores, especialmente a las comunidades de Chirusi Rosario y Colque Rancho por las siguientes razones:

- A la primera comunidad, por que la dirección del viento va en sentido a esa comunidad
- A la segunda comunidad, por la cercanía con la planta de tratamiento.

Los usuarios realizaron varios reclamos al gobierno municipal de Punata por este factor, pero hasta la fecha las acciones encaminadas a minimizar la emisión de olores hacia las comunidades fue descuidada y mínima.

En un inicio se planteó el colocado de árboles como cortinas rompe vientos, este trabajo fracasó por un mal manejo técnico del gobierno Municipal y descuido de los usuarios de las comunidades.

Hace un año atrás se realizó una plantación con árboles de pino y Atriplex alrededor de la planta de tratamiento para disminuir los olores provenientes de la misma.

Este trabajo fracasó por las siguientes razones:

- Los terrenos salitrosos impidieron el normal desarrollo de las plantas.
- No se realizaron consideraciones técnicas para el control del salitre en el lugar de las plantaciones.
- No se realizó el seguimiento técnico correspondiente a la plantación.

Actualmente solo se tiene algunas plantas de Atriplex los cuales se adaptaron a las condiciones del sector. Estas plantas tienen la propiedad de adaptarse en terrenos salitrosos.

*“Nosotros dijimos abriremos zanjas de 1,5 m y meteremos lama a esos huecos, pero los ingenieros de la Alcaldía cavaron 0,5 m, y de ambos lados el salitre se comió a las plantas, solo quedaron unos cuantos Atriplex, se prendieron, buenos son para el salitre, y ahora queremos plantar mas plantas para que tapen el olor...” **Solidario Montaña Presidente Asociación de Riego***

6.5.1.1. Eficiencia de remoción de contaminantes

Comparando la remoción de contaminantes en la planta de tratamiento Colque Rancho con la bibliografía consultada, se puede indicar que esta dentro de los parámetros establecidos para este tipo de tratamiento

Tabla N° 46: Eficiencia de remoción de contaminantes en la planta de tratamiento

Análisis de aguas	Unidad	Ingreso	Salida	Eficiencia remoción (%)
<i>Análisis físico-químico</i>				
Sólidos Totales	mg/l	1182,00	590,00	50,1
Sólidos Disueltos	mg/l	500,00	458,00	8,4
Sólidos suspendidos	mg/l	682,00	132,00	80,6
D.B.O.	MgO ₂ /l	391,50	106,00	72,9
D.Q.O.	MgO ₂ /l	676,50	226,00	66,6
Hierro Total	mgFe/l	0,12	0,22	
Nitrógeno Amoniacal	mgN-NH ₃ /l	32,82	18,99	42,1
<i>Análisis Bacteriológico</i>				
Coliforme Termotolerantes	NMP/100 ml	6,10E+07	1,75E+06	97,1

De la misma forma se realizó la eficiencia de remoción de contaminantes desde la salida de la planta de tratamiento hasta el área de riego, el cual se encuentra localizado en la comunidad de Sobra Chirusi a 960 metros de la salida de la planta, esta se caracteriza por tener el tramo más largo de conducción de todo el sistema de riego, teniendo un sector de conducción de unos 100 metros con canal de tierra.

Tabla N° 47: Eficiencia de remoción durante la conducción del área tratada al área de riego

Análisis de aguas	Unidad	Salida planta de tratamiento	Área riego	Eficiencia remoción (%)
<i>Análisis físico-químico</i>				
Sólidos Totales	mg/l	552	568	
Sólidos Disueltos	mg/l	424	444	
Sólidos suspendidos	mg/l	128	124	3,1
D.B.O.	MgO ₂ /l	136	118	13,2
D.Q.O.	MgO ₂ /l	245	212	13,5
Hierro Total	mgFe/l	0,21	0,37	
Nitrógeno Amoniacal	mgN-NH ₃ /l	11,7	0,16	98,6
Oxígeno Disuelto	mgO/l	N.D.	N.D.	
<i>Análisis Bacteriológico</i>				
Coliforme Termotolerantes	UFC/100 ml	1,20E+06	1,30E+06	

En la tabla anterior se observa un incremento de los sólidos totales, sólidos disueltos, hierro total y coliformes, este debe a los siguientes factores:

- Erosión de las paredes del canal de tierra incrementando el contenido en material particulado
- Por el peso de los animales al acercarse al borde del canal para beber agua, incorporan material particulado por el deterioro de paredes de los canales.
- Los animales al consumir agua realizan sus defecaciones en los alrededores de los canales e incluso en el mismo canal incrementando la cantidad de coliformes.

Por otro lado los contaminantes de: Sólidos Disueltos, sólidos solubles, DBO₅, DQO y nitrógeno amoniacal disminuyeron su valor, esto se debe a que existe una oxigenación durante el avance del agua desde la salida de la planta hasta el área de riego.

6.5.1.2. Carga contaminante

Para el cálculo de la carga contaminante, el caudal se basó en el promedio del valor de aforo de los caudales de salida de la planta de tratamiento

Tabla N° 48: Carga contaminante que lleva el agua desde la salida de la planta

Análisis de aguas	Unidad	Concentración	Caudal salida	Carga contaminante
<i>Análisis físico-químico</i>			l/s	Kg/día
Sólidos Totales	mg/l	590	12,04	613.550,16
Sólidos Disueltos	mg/l	458	12,04	476.281,31
Sólidos suspendidos	mg/l	132	12,04	137.268,85
D.B.O ₅ .	mg O ₂ /l	106	12,04	110.231,04
D.Q.O.	mg O ₂ /l	226	12,04	235.020,91
Hierro Total	mg Fe/l	0,215	12,04	223,58
Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH ₃ /l	18,985	12,04	19.742,80
Sulfatos	mg SO ₄ /l	28,995	12,04	30.152,35
Análisis Bacteriológico				
Coliforme Total	NMP/100 ml	3550000	12,04	3.691.700.091,52
Coliforme Termotolerantes	NMP/100 ml	1750000	12,04	1.819.852.157,79

6.5.2. Clasificación de aguas con fines de riego

Para la clasificación de aguas con fines de riego se baso en la ley 1333 y su reglamento en materia de contaminación hídrica, normas USDA y en las directrices para el uso de las aguas residuales en la agricultura de la OMS.

Según las Normas de Riverside para evaluar la calidad de Aguas de riego (U.S) las aguas son clasificadas como:

Tabla N° 49: Clasificación de agua con fines de riego

Parámetros	Unidad	Ingreso planta	Salida Planta	Area de riego
Relación Adsorción Sodio	meq/l	3,47	1,56	1,64
C.E.	ummhos/cm	1183,5	949,5	908
Clasificación		C3S1	C3S1	C3S1

C3S1, indica que son aguas de salinidad alta que puede utilizarse para riego en suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes. En cuanto a la salinidad son aguas con bajo contenido de sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos.

Comparando la los resultados de las muestras de agua (Tabla N° 50) con la bibliografía, se tiene que las Aguas están clasificadas como aguas sin problemas y que pueden ser aplicados en el riego a diferentes cultivos

Tabla N° 50: Clasificación de aguas según otras normas

	Unidad	Salida Planta	Area de riego	Bibliografía
Sólidos disueltos	mg/l	458,00	444	< 500
C.E.	mmhoms/cm	0,9495	0,908	< 0.75

Comparando los resultados de los análisis con las directrices de la OMS, se tiene que las aguas residuales se encuentran en categoría C

En la tabla se resume la clasificación de las aguas, según los diferentes autores

Tabla N° 51: Clasificación de las aguas residuales según diversos autores

	Clasificación	Respuesta
USDA	C3S1	Aguas salinas requieren buen drenaje y con bajo contenido de sodio
Soanez	Clase A	Aguas sin problemas para uso suelo
OMS	Clase C	Riego localizado de cultivos de la categoría B, si no hay exposición de trabajadores o público
Díaz		Reúso agrícola en cultivos que no se consumen

7. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La utilización del agua residual tratada en el riego afecta directamente en tres factores: en la gestión de agua, en el uso de la tierra, en la economía campesina y en la calidad de las aguas.

7.1. Actividades orientadas al acceso al agua

La gestión de riego es un proceso dinámico e iterativo a lo largo del tiempo producidos por la necesidad de los regantes de acomodar sus situaciones socio -económicas a las situaciones cambiantes de cada momento

7.1.1. El diseño y la construcción del sistema de riego

Es importante observar la **iniciativa** y el **protagonismo** que tuvieron los **usuarios** para la implementación del sistema de riego.

En la fase de diseño de la planta de tratamiento, los usuarios no tuvieron ninguna participación.

Durante la fase de construcción, los usuarios fueron los que solicitaron que la planta de tratamiento se traslade a su comunidad, con la finalidad de que se mejore los terrenos salitrosos del sector y dar un cambio al uso de suelo que se tenía hasta ese entonces: un basural

Los usuarios tuvieron la iniciativa de utilizar esta agua en el riego, pese a la negativa de las autoridades locales, que argüían que el agua era de pésima calidad y que en futuro traería consecuencias en los terrenos agrícolas.

“Los ingenieros de la alcaldía me dijeron que el agua tiene ácido, es contaminado y otras cosas, entonces con mi comunidad excavamos un canal y desviamos el agua para regar, incluso ellos se opusieron de que el agua de la plantas vayan para el riego, me querían enjuiciar y todo, yo dije no esa agua tiene que aprovecharse. “

*“Dije igual aquí vamos a morir usando esta agua en mi comunidad, y cavamos desviando el agua con tractores cavamos, duro era esa pampa, de ahí vinieron los técnicos nos miraron y dijeron que no, que estábamos haciendo mal..”. **Solidario Montaña, Presidente Sistema de Riego***

Estos mismos usuarios, mostraron a las autoridades municipales los beneficios que traía esta agua en los terrenos y en la producción agrícola, expusieron la forma de cómo podría conducirse el agua hasta sus comunidades y como se procedería a regar (a través de cárcamos), esto influyó para que ellos pudiesen exigir el mejoramiento del sistema de riego y la solicitud de bombas para regar. Durante este proceso, otro grupo de agricultores no creía en las posibilidades de poder llevar las aguas de la planta a las comunidades y decidieron no correr el riesgo de participar en los trabajos.

La participación de los usuarios en el proceso de diseño del sistema de riego fue escasa y se limitó a la definición del trazo de conducción del agua hacia las comunidades y al cumplimiento de los aportes comprometidos en la fase de ejecución del proyecto.

Solo en la comunidad de Tajamar Centro, los usuarios definieron la ubicación de los cárcamos y sus dimensiones, en las otras comunidades, el gobierno Municipal definió todos los aspectos relacionados al diseño y a la construcción

7.1.2. La adquisición de los derechos para acceder al agua

En cuanto a los **derechos y obligaciones** con relación al uso del agua, los derechos están ligados a los trabajos de mejoramiento del sistema de riego, y estos definen quienes pueden regar y el tiempo de riego.

A través de la participación de los usuarios en las diversas etapas del mejoramiento del sistema de riego especialmente en mano de obra, los agricultores crearon los derechos sobre la propiedad de la infraestructura de riego y el agua.

Pero estos derechos tienen que ser mantenidos y renovados periódicamente a través de la continua participación de los socios en diferentes actividades como ser: presencia en reuniones, cumplimiento de las normas y acuerdos que norman la gestión del riego, aportes económicos para el funcionamiento de las bombas y aceptar cargos directivos como control de aguas; son actividades que determinan la vigencia y manutención de los derechos de cada regante.

7.1.3. Las formas de asignación de agua

El riego se realiza a través de cárcamos y cámaras de limpieza e inspección por medio de bombas a gasolina, cuya potencia varia desde los 3 HP hasta los 5HP.

El derecho de cada regante se expresa en un tiempo de riego en forma continúa (de 10 horas a 14 horas), y esta en función a la potencia y al caudal de las bombas, o sea, los usuarios que riegan con bombas de menor potencia y son de menor caudal, se le asigna un mayor tiempo de riego caso contrario ocurre con aquellos usuarios que utilizan bombas de mayor potencia que arroja mayor caudal. Este criterio responde a los criterios de equidad en la asignación del tiempo y volúmenes de agua aplicados en el riego.

El costo por hora de riego es de 5 Bs.-, monto de dinero que es utilizado en la compra de aceite para la bomba, la gasolina para el funcionamiento del motor corre por cuenta del regante.

Una característica importante en este tipo de asignación es que interesa la ubicación de la parcela del regante, los usuarios lo comparan con las manecillas de un reloj, es decir, el riego avanza en forma secuencial según la ubicación de la parcela.

El riego generalmente se inicia por la parcela mas alejada y los usuarios que van a regar en ese día, deben estar preparados en la parcela para recibir el riego, es decir, deben tener colocados los tubos preparados para iniciar el riego.

El turno de riego se puede dividir, es decir, que el agua es recibida a cierta hora y a partir de entonces el tiempo corre hasta que el usuario defina que el tiempo de agua aplicado a la parcela es suficiente para garantizar el desarrollo y crecimiento de la planta. No es posible regar una misma parcela durante dos días seguidos, es decir que un usuario riegue por 5 horas una parcela y al día siguiente continúe con el riego de esa parcela por otras 5 horas.

La división del turno de riego se realiza con la finalidad de poder regar la mayor superficie de terreno posible y los terrenos generalmente se ubican en lugares diferentes.

Otra forma de asignación de agua, es mediante la compensación por ocupar cargos directivos o de control de agua en la comunidad, estas compensaciones van desde un turno de riego hasta 2 a 3 horas mas de riego que se adiciona al regante que ocupa el cargo.

El criterio central de estas reglas es de acceder a una suficiente cantidad de agua para los requerimientos de los usuarios, existiendo una relación entre el tiempo de riego y la superficie a regarse: según los agricultores un turno de riego permite regar una arrobada (1 @>> a1/3 ha) cuando es riego a los cultivos, para riegos de preparación un turno y medio alcanzaría para regar la misma arrobada de terreno.

Formas de acceso al agua

Entre las estrategias campesinas para poder satisfacer sus necesidades de agua lo constituyen las relaciones sociales.

En la zona de estudio se vio una práctica muy común es el préstamo de agua y canje de aguas por eras de alfalfa entre usuarios de una misma comunidad, esto no existe entre regantes de comunidades diferentes.

En resumen los derechos de agua dan al usuario el derecho de poder definir sobre el lugar que va regar, el tiempo de riego y esto a su vez determinará el uso del agua

7.1.4. La distribución del agua.

La distribución de agua se da a tres niveles: Entrega de agua a la comunidad, distribución del agua dentro las comunidades y repartición del agua entre usuarios.

A nivel comunal

Durante los primeros años el agua era llevada por canales de tierra, el agua llegaba hasta la cabecera o ingreso a las comunidades, dejando gran parte de su territorio sin agua.

La forma de distribución del agua entre las comunidades se dio a medida que cada comunidad empezaba a utilizar el agua en el riego, es decir, la primera comunidad que empezó a regar con bombas fue Chirusi Rosario, ellos tenían construido el canal de tierra, un pequeño cárcamo, y con aportes propios compraron una bomba de 3 HP. Posteriormente siguió este ejemplo la comunidad de Chirusi Grande, luego Sobra Chirusi, Tajamar Centro y finalmente Colque Rancho.

La distribución se fue modificando con el tiempo en función a las necesidades de las comunidades y usuarios. En un inicio se planteó que cada comunidad tuviera el agua de riego durante 16 días sin importar la cantidad de regantes, esto origino una serie de conflictos al interior de las comunidades especialmente en aquellas que tenían varios usuarios, por esta razón en el transcurso del tiempo se fue modificando los días de asignación de riego a cada comunidad en función al número de usuarios.

Esta forma de distribución responde a los criterios de equidad y transparencia en la distribución de agua entre las comunidades.

Dentro las comunidades

Con el mejoramiento del sistema de riego, se permitió ampliar el área de riego y en algunas comunidades se permitió el ingreso de nuevos socios para poder cubrir algunos gastos adicionales que representaba la construcción y mejoramiento del sistema, como ser: reposición de tubos de hormigón dañado, compra de tubos de PVC, compra de accesorios para riego y otros.

En esta primera etapa la distribución era al anote, es decir el control anotaba los nombres de los usuarios iban a regar según el orden de las parcelas, con el transcurso del tiempo esta forma de distribución fue mecanizándose, llegando al punto de que los usuarios ya saben donde y cuando les llega el turno de riego

Esta forma de distribución originó reclamos por parte de muchos usuarios, ya que según ellos no reflejaba equidad y transparencia en el reparto de agua. Los usuarios que regaban los últimos días de turno de la comunidad se quejaban de que no tenían el mismo tiempo de riego con relación a los que regaban al inicio.

Por esta razón, dentro de las comunidades se conformaron grupos de riego claramente definidos.

Actualmente la distribución se realiza en forma rotacional por grupos, por ejemplo, en el primer turno de riego que le toca a la comunidad se empieza el riego por el grupo 1 y terminará el riego en el grupo 2, en el siguiente turno de riego a la comunidad se comenzará el riego por el grupo 2 y terminara en el grupo 1.

En periodo de estiaje el regante define donde va a conducir el turno de riego, que tiempo de agua va aplicar a la parcela dentro del tiempo asignado en la expresión del derecho. En este periodo el riego es multiflujo en el día y monoflujo durante la noche, esto se debe a que durante el día ingresa a la planta los mayores caudales y en la noche ocurre caso contrario, se registran los menores caudales.

Es por ello que los agricultores tienen definido el área de riego dentro de sus comunidades, las distancias que los usuarios llegan a tender con tubos para realizar el riego, son de aproximadamente 800 metros con relación al punto de bombeo.

Estas formas de distribución del agua por tiempo tanto a nivel comunal y dentro las comunidades no responden a las necesidades de los usuarios:

El intervalo de riego esta en 90 días por usuario, tiempo que los mismos regantes indican que es demasiado largo para obtener rendimientos satisfactorios de sus cultivos o poder diversificar sus cultivos.

En periodo de riego libre, los usuarios definen el tiempo de riego a aplicar a la parcela, el intervalo de riego, la frecuencia de riego, las parcelas a ser regadas, esto se debe a que exista mayor disponibilidad de agua, los cárcamos y las tuberías se encuentran llenos de agua. La distribución del agua es multiflujo

7.1.5. Organización de regantes

La organización de riego se ve a dos niveles independientes: un nivel macro que es el que agrupa a las cinco comunidades y las otras a nivel comunal.

La organización de riego mayor, agrupa a las cinco comunidades tiene entre las principales funciones:

- Organizar y llamar para el mantenimiento de la planta de tratamiento a las comunidades beneficiarias.
- Organiza la distribución de agua a las comunidades.
- Resuelve problemas y conflictos entre comunidades.
- Representa a las cinco comunidades ante diferentes instituciones

La organización a nivel de comunidades, en un inicio estaba mas centrada a atender problemas al interior de la comunidad e incorporar en el POA del municipio las demandas de la comunidad. Actualmente estas atribuciones se mantienen.

Posteriormente, una vez que el sistema de riego entro en funcionamiento, la organización tuvo que adecuarse a organizar el riego al interior de la comunidad, entre las principales funciones que tienen estas organizaciones están:

- Convocar y organizar la limpieza de la planta de tratamiento.
- Convocar y organizar la limpieza de la infraestructura de riego de la comunidad.
- Organizar la distribución al interior de las comunidades.
- Resolver problemas y conflictos entre usuarios.
- Representar a la comunidad en la organización mayor de Regantes.

La organización juega un papel importante sobre el mantenimiento de la infraestructura, y esta repercute directamente sobre la calidad de aguas y el uso final del mismo.

Si en la infraestructura no se realizaran los trabajos de mantenimiento, tanto en la planta de tratamiento y en canales el agua podría llegar a pudrirse y disminuir la calidad del agua debido al estancamiento del agua, aparición de algas y material vegetal sobre la superficie del agua y otros factores; en las cámaras y cárcamos el material suspendido en el agua se sedimenta en estas infraestructuras y durante el riego las bombas succionarían el agua y mas los lodos sedimentados ocasionando problemas en al bomba e incorporación de lodos a las parcelas.

7.1.6. Mantenimiento de la infraestructura de riego

Debido al valor que dan los usuarios a la planta de tratamiento y a la infraestructura en sí, los regantes realizan un mantenimiento permanente a la infraestructura de riego en general.

A la planta de tratamiento se realiza dos veces por año.

Los trabajos en la planta de tratamiento son: extracción de envases y bolsas plásticas y limpieza de la vegetación en la berma y taludes de las lagunas, los usuarios indican que es para evitar que estos materiales puedan ocasionar la putrefacción de las aguas y disminuir la calidad de los mismos.

Pero en sí la limpieza de los taludes de malezas y plantas acuáticas tiene la finalidad de evitar la proliferación de mosquitos, que atraen a las ranas estos a su vez atraen a los roedores y estos causan la aparición de serpientes

La acumulación de materiales flotantes en la superficie de las aguas de las lagunas como ser: papeles, plásticos, grasas y aceites ocasiona la acumulación de agregados de algas en la superficie, ocasionando restricciones al paso de la luz y pueden causar problemas de olores y pudrición del agua.

Al nivel de la infraestructura de conducción y distribución de agua se realiza la limpieza de: Canales, cámaras, cárcamos y desarenadores –distribuidores se realiza cuatro veces por año, generalmente dos a tres días antes del turno de riego a la comunidad.

Con relación a la limpieza de canales, cabe mencionar que esta infraestructura tiene pendientes mínimas, lo que ocasiona que durante el avance del agua se llegue a sedimentar parte del material en suspensión que trae el agua. Si no se realiza un mantenimiento permanente en esta infraestructura puede causar problemas de estancamiento de aguas y consecuentemente la disminución de la calidad de aguas.

Los cárcamos de igual manera que los canales requieren una limpieza permanente por que en esta estructura se sedimenta la mayor parte del material particulado existente en el agua, y durante el riego ocasionaría que la bomba succione gran parte de este material sedimentado trayendo problemas posteriores en las bombas de riego.

Por todo lo mencionado anteriormente, el mantenimiento de la infraestructura de riego afecta directamente en el uso del agua, ya que los usuarios están concientes de que si no realizan un mantenimiento permanente de la infraestructura, la calidad de las aguas podría disminuir así como el rendimiento de sus cultivos, a esto se suma que ya no podrían utilizar para abrevar a sus animales.

Medidas de seguridad durante la limpieza de la infraestructura

En general, se observo que durante la limpieza de la planta de tratamiento, limpieza de canales, cárcamos, cámaras de limpieza –inspección, los usuarios no toman las medidas mínimas necesarias en cuanto a seguridad se refiere. Generalmente los usuarios realizan la limpieza descalzos con utilización de material rústico y a veces inadecuado para los trabajos a realizar.

7.2. *Los efectos del uso del agua residual en la producción agropecuaria*

Anteriormente, la producción estaba mas enmarcada a un producción de subsistencia, con elevada migración hacia otras ciudades del interior o exterior del país. El cultivo principal lo constituía el maíz grano.

Desde que los regantes empezaron a utilizar las aguas residuales tratadas en la producción agrícola, se vio que la producción esta mas destinada al mercado y la migración hacia otras ciudades bajo, actualmente la zona es fuente de trabajo para otras comunidades aledañas e incluso en el mismo sector.

Este cambio se debe a que los agricultores tienen una fuente permanente de agua, que les da seguridad en la producción y no están condicionados a las precipitaciones pluviales como anteriormente ocurría.

Con relación de las medidas de protección durante el riego con aguas residuales, se observó que los regantes no toman medidas de precaución con la finalidad de evitar que ellos a sus hijos contraigan enfermedades e infecciones.

Durante el riego se observó que existe participación de niños, mujeres y jóvenes, los niños ayudan a sus padres en el riego, llevando tubos o bien ayudando a dirigir el riego, en todos los casos se vio que todos entran a realizar el riego descalzos y sin guantes, y muchas veces mientras los padres riegan dejan a los niños más pequeños en los alfares que están contaminados con coliformes y virus.

7.2.1. Disponibilidad de agua y su relación con el uso

La disponibilidad de agua condiciona la frecuencia y el intervalo de riego, a su vez estos dos factores repercuten en la diversificación e intensificación de cultivos

Anteriormente solo se contaba con riego en el periodo de lluvias, las aguas provenían de los ríos Chaqui Mayu y Morro. Cada uno de los ríos permite que 18 comunidades puedan acceder al riego, es decir, que entre los dos ríos se abastece a 36 comunidades y el turno de riego de 24 horas por comunidad, y a cada usuario le llega el turno después de 18 días.

El riego con esta fuente es conflictiva, debido a que constantemente se producen robos de agua por parte de las comunidades ubicadas en la cabecera del río (partes altas de los ríos), es por ello que los usuarios deben estar constantemente controlando que no existan desviaciones del agua.

Esta única fuente solamente abastecía para el riego y no así para la crianza de animales.

Existían algunos usuarios que utilizaban el agua potable para usar como abrevadero de animales de granja de tamaño pequeño que poseía como ser: gallinas, ovejas y una que otra familia criaba una vaca para la producción de leche.

Actualmente, la principal fuente de agua lo constituye la planta de tratamiento que es una fuente permanente de agua, en forma diaria desfoga un caudal promedio de 12 l/s en periodo de estiaje.

Esta fuente de agua permanente, ha originado en los usuarios una confianza para que puedan cultivar forraje para el ganado, así como para poder preparar sus terrenos, porque actualmente ya no dependen de la temporada de lluvias para el inicio de la siembra o para el riego.

Dentro los **usos del agua**, el agua proveniente de la planta de tratamiento es utilizada como **abrevadero de animales**, esto se debe a que el agua potable no llega a satisfacer las demandas de los usuarios, y es por esta razón en algunas comunidades se ha prohibido dar el agua potable a los animales.

Frente a esta situación, muchos usuarios se han visto obligados a dar a sus animales el agua proveniente de la planta de tratamiento, y como los intervalos de riego son muy

grandes (90 días), los agricultores tienen que llevar a sus animales hasta la salida de la planta para que consuman el agua.

Intervalo, frecuencia de riego y el uso del agua

Antes de la puesta en marcha la planta de tratamiento, las frecuencias de riego estaban limitadas a las aguas provenientes de los ríos en periodo de lluvias.

Los caudales provenientes de los ríos en muchas ocasiones solo les permitía regar pequeñas superficies (menores a una arrobada de terreno) y la distribución de esta agua era por orden de lista

Actualmente, en periodo de estiaje la frecuencia de riego es igual al intervalo de riego que es de 90 días por usuario, esta frecuencia es considerada no óptima para poder tener buenos rendimientos en la producción.

Este intervalo de riego no permite diversificar e intensificar la producción en la zona, es por ello que los agricultores optan por utilizar el agua en la preparación de los terrenos y en el riego de los cultivos de alfalfa.

Aunque las frecuencias de riego en periodo de estiaje no sean óptimas para la producción de cultivos, en la zona los usuarios indican que con este riego les ayuda a mantener los cultivos de alfalfa para la alimentación del ganado y llegan a tener hasta cuatro cortes por año.

En periodo de lluvias donde la disponibilidad de agua es alta, la frecuencia de riego también es menor, este factor se debe a que el agricultor puede usar el agua el tiempo que quiera y programar el riego según sus requerimientos. En este periodo la frecuencia de riego llega hasta los 14 días, es decir, un usuario puede regar sus cultivos cada 14 días.

7.2.2. La disponibilidad del agua y la producción agrícola

La disponibilidad de agua afecta directamente sobre la producción agrícola produciendo cambios en la diversificación e intensificación de cultivos, en la rotación de cultivos, en los descansos agrícolas y en la mano de obra.

Anteriormente debido a la falta de agua para riego, ocasionaba que los agricultores tengan una sola cosecha por año, la producción se basaba en el maíz grano destinado para el autoconsumo, trueque y en pequeña cantidad para la venta.

En la actualidad con el reuso de las aguas en la agricultura, se tiene hasta dos cosechas por año, la producción se encuentra diversificada produciendo diferentes variedades de maíces destinado principalmente a la venta en mercados.

Se observó que el proceso de **diversificación** de cultivos en la zona sigue avanzando, porque algunos usuarios se encuentran empezando a introducir nuevos cultivos como ser la haba verde y haba para semilla, y papa.

La **rotación de cultivos** cambió en el sector, antes solamente se sembraba una vez al año y se tenía que definir entre la siembra de maíz grano o trigo.

Actualmente la rotación de cultivos se basa en la producción de maíz grano o para choclo y la alfalfa, y otros usuarios están empezando a rotar con papa o haba.

En cuanto a los **descansos agrícolas** en la zona, estos van desde un mes hasta los cinco meses. Los usuarios que no tienen derechos sobre el agua tienen descansos agrícolas prolongados que duran hasta un año, igual situación que se tenía antes de la utilización del agua de la planta en el riego.

En cuanto a la **mano de obra**, según testimonios de los regantes, antes de la construcción de los sistemas de riego, la mayor parte de los usuarios se dedicaba a la migración temporal (70%) y un 10% migró definitivamente, debido a la falta de fuentes de trabajo.

La migración temporal se realizaba en el periodo de estiaje (abril a noviembre), los usuarios se dedicaban a buscar trabajo en otras comunidades del interior del país como peones jornaleros, comerciantes, albañiles y chóferes.

Muchas familias viajaron al exterior del país en busca de fuentes de trabajo, de estas familias una gran parte ya no retornaron a la comunidad, otras familias retornaron a Bolivia y se establecieron en las ciudades capitales de Departamento.

Actualmente el requerimiento de **mano de obra** en la zona se incremento, debido a, que se requiere la contratación de personal para el ayudar en el riego (forma de riego con tubos), para realizar las labores culturales, para la cosecha de los cultivos, es decir, las comunidades se convirtieron en una zonas generadoras de empleos.

En el riego se requiere por lo menos de dos personas, mientras uno acomoda los tubos para regar y controla que no existan fugas de agua en la red de tubos, el otro usuario se encarga de controlar el riego en la parcela.

A esto se suma que se requiere mas personal para la siembra de maizales, para las labores culturales y para la cosecha, trabajo que no puede ser realizado por una sola persona, por ejemplo para la cosecha de una arrobada de terreno de maíz se requiere como mínimo de seis personas, tres se encargan de cosechar y deshojar el maíz y los otros tres se encargan de seleccionar el grano cosechado y guardar el producto o bien transportarlo hacia los camiones para ser directamente vendidos en las ferias.

7.2.3. La disponibilidad de agua y su relación con la calidad del agua

En periodo de lluvias, donde la disponibilidad de agua es alta, la calidad de las aguas también aumenta, debido a que existe una mezcla de las aguas provenientes de la lluvia y las aguas del sistema de alcantarillado.

En el área urbana de Punata muchos usuarios tienen conectados los desagües pluviales a la red de alcantarillado, esto origina que disminuyan los contaminantes y por ende se eleva la calidad del agua que llega a la planta.

Situación similar ocurre en la planta de tratamiento, donde las precipitaciones pluviales se almacenan en las lagunas, canales y cárcamos, entonces ocurre un proceso de dilución de los contaminantes.

Caso contrario ocurre en el periodo de estiaje, donde el agua residual registra los mayores valores de concentración de la carga contaminante.

Estos periodos claramente definidos de alta disponibilidad del agua y baja disponibilidad del agua determinan el intervalo y la frecuencia de riego, a su vez estos dos factores condicionaran en la diversificación de cultivos y en el uso del agua

En periodo de estiaje el **intervalo de riego** es igual a la **frecuencia de riego**, estos dos parámetros junto con la **calidad de aguas**, condicionan la diversificación de cultivos, debido a que el agua de riego llega a los usuarios con una frecuencia de 90 días con una elevada concentración de coliformes, estos factores mencionados impiden que en el sector se pueda producir hortalizas por los siguientes factores:

- Las hortalizas en estos sectores requieren una frecuencia de riego de 14 días.
- La concentración de coliformes en el agua es elevado y puede llegar a contaminar las hortalizas.
- En el área de estudio y a nivel Departamental, muchas de las hortalizas son consumidas en forma cruda.

En periodo de lluvias, cuando la carga contaminante disminuye, los usuarios utilizan el agua de la planta de tratamiento en el riego de sus cultivos (papa, trigo y maizales) con frecuencias de riego que van desde los 8 días hasta los 14 días.

7.3. *Relación del uso del agua con la normativa*

Los usuarios no conocen la calidad de agua que utilizan en el riego y en animales, y mucho menos el Gobierno Municipal el cual no cumple con la función que le confiere la ley 1333 de realizar acciones de prevención y control de la contaminación hídrica, identificar las fuentes de contaminación, controlar las descargas de aguas residuales crudas o tratadas a los cuerpos receptores y otras.

A esto se suma que en Bolivia no existe una normativa clara para el reúso de aguas, solo existe los parámetros permisibles y que en muchos casos no se adecua a la realidad boliviana. Por ejemplo si comparamos los resultados de los análisis de aguas con la norma vigente en Bolivia, indicaremos que el agua esta en la Clase D, aguas que solamente pueden utilizarse en la industria y navegación.

Sin embargo vemos que los usuarios se encuentran utilizando las aguas como abrevadero de animales, en el riego de cultivos y para la preparación de terrenos.

Según la clasificación de aguas con fines de riego (USDA) clasifica a las aguas como clase C3S1, aguas salinas que requieren terrenos de buen drenaje y cultivos tolerantes a las sales, en cuanto al sodio, son aguas con bajo contenido de sodio y pueden ser utilizadas en riego.

Entre los cultivos que se pueden sembrar en el sector y son tolerantes a la salinidad se tiene; entre las hortalizas: la cebolla, papa, remolacha, espárragos, lechuga, rábano, etc., y entre los forrajeros están el maíz y la alfalfa y otros.

Según otras normas como las directrices de la OMS para el reúso de las aguas en la agricultura, clasifican a esta agua como categoría B, por lo que esta agua puede ser utilizada en el riego de cereales, cultivos , forrajes, pastos, árboles y la industria.

La utilización de las aguas se realiza durante todo el año (365 días), en periodo de estiaje el riego es para el cultivo de alfalfa y preparación de terrenos y en periodo de lluvias donde existe mezcla de las aguas pluviales con aguas residuales urbanas, la concentración de contaminantes disminuye y los usuarios utilizan esta agua en el riego de cultivos de maíz, alfalfa, trigo y papa.

7.3.1. La calidad del agua y su efecto en la valorización del terreno

Es sabido en Bolivia que un terreno con riego incrementa su valor.

Los usuarios indican que desde que empezaron a utilizar el agua de la planta en el riego, los terrenos mejoraron su fertilidad y se valorizaron.

Según los testimonios de los regantes, antes los terrenos eran salitrosos y en algunos sectores era arcilloso, los rendimientos eran bajos y no se podía aplicar fertilizantes orgánicos y peor aún químicos, si se adicionaba materia orgánica o algún fertilizante químico en los terrenos prácticamente la producción era mínima, por ello en la zona los usuarios no están acostumbrada a la utilización de fertilizantes. El precio de los terrenos variaba de 500 hasta 1000 Bs.- por arrobada de terreno.

Posteriormente, con la aplicación del agua residual tratada a las parcelas, estas mejoraron y no requieren que se adicione materia orgánica para la producción, los regantes están concientes de que el agua ya tiene nutrientes y que por ello no es necesario aplicar fertilizantes de ningún tipo. Actualmente los terrenos se valorizaron y cuestan mil dólares americanos por arrobada de terreno, este costo no incluye el agua de riego.

8. **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Las aguas residuales tratadas utilizadas en la agricultura tienen enormes beneficios que repercuten en las familias campesinas en forma favorable mejorando sus ingresos económicos, evitan de alguna manera que sus miembros migren a otras ciudades, crea fuentes de trabajo a otras familias, mejora la fertilidad del suelo y revalorizó el costo de la tierra.

La utilización de las aguas residuales en la agricultura repercutió en el uso agrícola de la tierra esto se puede observar en los siguientes puntos:

La **intensificación de cultivos**, es el primer proceso que se dio en las comunidades, los usuarios una vez que tuvieron el agua de la planta de tratamiento empezaron a intensificar la producción de maíz grano, posteriormente algunos usuarios empezaron a producir alfalfa, viendo que estos cultivos les generaban ingresos económicos se empezó a intensificar la producción de estos cultivos, y posteriormente se generalizó la producción en el sector.

La **diversificación de cultivos**, es el segundo proceso que se dio dentro las comunidades, los agricultores aprendieron las técnicas de producción de alfalfa y maíz choclo, y este proceso todavía sigue en marcha debido a que algunos agricultores están empezando a producir haba y papa..

Los agricultores fuera de la diversificación de cultivos, tienen la posibilidad de diversificar sus actividades para obtener mayores ingresos económicos, como ser dedicarse a la crianza de ganado vacuno para la producción de leche, quesillos y algunos regantes están empezando a producir yogurt.

Los factores mencionados anteriormente repercutieron directamente en los calendarios agrícolas, en los descansos agrícolas, en la generación de empleos y en las economías campesinas.

En los **calendarios agrícolas** repercutió porque antes del reúso del agua tratada en la agricultura solo se tenían épocas determinadas para la siembra y cosecha, siendo el cultivo principal el maíz grano, el cual se producía junto con las primeras lluvias. Actualmente se siembra y cosecha en forma escalonada, siendo el cultivo principal el maíz choclo, maíces para grano y la alfalfa

En los **descansos agrícolas**, por que antes del reúso del agua tratada los descansos agrícolas duraban hasta un año, actualmente con el uso del agua residual en el riego los descansos agrícolas duran de un mes hasta cinco meses.

Con relación a **generación de fuentes de empleo**, en muchos casos la mano de obra familiar no abastece para los trabajos requeridos en la producción agrícola, es por ello que muchos regantes recurren a la contratación de peones jornaleros para las diferentes actividades que van desde la siembra hasta la cosecha del producto.

En cuanto a la **fertilidad de suelos**, cabe mencionar que los agricultores de la zona vieron que los suelos mejoraron tanto en textura como en fertilidad, indican que antes los suelos

eran arcillosos y salitrosos, pocos eran los terrenos productivos, es por ello que esos terrenos tenían un costo muy bajo.

Actualmente estos mismos terrenos son productivos, no requieren la incorporación de materia orgánica o fertilizantes químicos para obtener buenos rendimientos en la cosecha de los productos, y el valor de estos terrenos llegó a cuadruplicarse en su valor.

La **economía campesina**, mejoró desde la utilización de las aguas residuales en el riego, debido a que la mayor parte de la producción es destinada a la venta de los productos en las diferentes ferias del departamento de Cochabamba e incluso se indica que se lleva hacia otros departamentos. Fuera de la venta de los productos agrícolas en las ferias, los regantes tienen ingresos por concepto de:

- Venta de estiércol (materia orgánica de origen animal) a varias comunidades de Punata, como los regantes no incorporan materia orgánica al suelo, entonces realizan la venta del estiércol a otras comunidades a un costo de 600 Bs.- por camión de sesenta quintales.
- Venta de leche y quesillos
- Algunas ocasiones venta de forraje (chala y eras de alfalfa a los ganaderos del sector)

La **disponibilidad del agua** influye en el calendario de riego y en el intervalo de riego, la disponibilidad y calidad influyen en la capacidad de diversificación de cultivos y usos del agua.

Disponibilidad y uso del agua, en muchas comunidades del sector el agua potable no abastece los requerimientos de consumo humano y menos del ganado existente en el sector. Frente a esta situación muchos de los usuarios se ven obligados a llevar a sus animales a la salida de la planta para que beban el agua utilizada en el riego

En cuanto al **calendario de riego**, este se vio totalmente modificada, antes el riego estaba limitada al periodo de lluvias y a las riadas provenientes de los ríos. En la actualidad el riego es realizado durante todo el año.

El **intervalo de riego** es una de las limitantes mayores en la zona para poder diversificar la producción de cultivos, este intervalo de riego es igual a la frecuencia de riego a los cultivos, el intervalo de riego es cada 90 días, es decir, que un usuario recibe el agua cada 90 días

Este intervalo de riego es considerado no óptimo para una adecuada producción de cultivos, en la zona del valle alto (Punata), los sectores que cuentan con riego, la frecuencia de riego a los cultivos varía de una semana a tres semanas como máximo en función al tipo de cultivo; por ejemplo las hortalizas son regadas pasado una semana a dos semanas y en alfalfa el riego es realizado cada tres semanas.

Con relación a la **calidad y disponibilidad de agua**, estos influyen al uso del agua de la siguiente forma:

El **intervalo de riego (90 días) y la calidad de aguas**, condicionan la diversificación de cultivos, el agua de riego llega a los usuarios cada 90 días y tiene una elevada concentración de coliformes, estos factores impiden que se produzca en el sector hortalizas, las cuales en muchas ocasiones son consumidas en forma cruda.

La **calidad de aguas** condiciona el **uso del agua**, la alta salinidad de las aguas y la elevada carga de coliformes origina que en el sector el agua proveniente de la planta de tratamiento se utilice en los riegos de preparación y riego a cultivos tolerantes a la salinidad como son el maíz y la alfalfa. Los regantes están concientes de que no pueden aplicar esta agua en el riego de hortalizas.

8.1. Recomendaciones

Las recomendaciones están más enmarcadas en la reducción de la carga contaminante y en las medidas de seguridad requeridas para el mantenimiento de la infraestructura de riego.

Reducción de la carga contaminante

Para disminuir la carga contaminante existen varios métodos según el tipo de carga que se desea bajar, entre ellos tenemos:

Para desinfección y eliminación de sólidos suspendidos se tiene: microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración, ósmosis inversa y otros, estos métodos son de elevado costo, requieren personal cualificado, requieren de mantenimiento constante, por lo que aplicar estas tecnologías en Bolivia y en países en Desarrollo es inviable.

Para ello existe una alternativa de bajo costo, no requiere personal cualificado para operarlo, de fácil mantenimiento, mejora la visual del paisaje y es un hábitat para diferentes especies de aves, y en muchos casos puede constituirse como una fuente alimenticia para el ganado, lo constituyen tratamientos naturales como ser: Lagunajes y humedales. El gran inconveniente de estas tecnologías es que requieren gran espacio.

La literatura indica que la capacidad de eliminación de la carga contaminante en un humedal es:

Tabla N° 52: Capacidad de remoción de contaminantes en humedales

Nitrógeno	Remoción de 25 – 85%
Fósforo	No es eficaz porque no existe un contacto eficaz entre el agua residual y terreno
Bacterias Coliformes totales NMP/100 ml	Humedales flujo subsuperficial (SFS) 99% remoción en un tiempo de residencia de 5.5 días Humedales flujo libre (FWS) remoción entre 93 y 99%, tiempo retención 6 a 7 días
Metales	Humedal tipo SFS remoción de 99,7 a 99% tiempo de retención 5.5 días

El área donde se ubica la planta de tratamiento es grande, la superficie total de la planta de tratamiento es de 4.47 ha, y las lagunas ocupan solamente 2.43 ha, es decir solo ocupan el 54%.

La superficie efectiva para la construcción de un humedal es de 2.04 ha, la ubicación del humedal podría ser en los alrededores de las lagunas.

Medidas de seguridad

El gobierno Municipal debe realizar diversas actividades de mejoramiento en la planta de tratamiento como ser:

- Cambiar la cerca de púas existente por otro material que de mas seguridad y evite el ingreso de animales y personas a las plantas de tratamiento, puede ser malla olímpica galvanizada.
- Construir una caseta para el guardado de herramientas y equipos para el operador de la planta de tratamiento.
- Construir aforadores al ingreso y a la salida de la planta de tratamiento .
- Realizar un monitoreo permanente sobre la calidad del agua que ingresa a la planta como de la que sale para riego.
- Apoyar iniciativas para mejorar la planta de tratamiento y que tiendan a reducir la carga contaminante en el agua de riego.
- Reforestar los alrededores de la planta de tratamiento con especies forestales para evitar que los olores provenientes de las lagunas lleguen a las comunidades
- Realizar un recorrido permanente por la planta de tratamiento para evitar que las obras civiles no se encuentren en malas condiciones

Con relación al operador existente en la planta de tratamiento, este debe estar capacitado en lagunas de estabilización y dotar como mínimo al encargado de:

- Uniforme de trabajo: cascos, capas, guantes, canoa e impermeable que deberá permanecer en un depósito en el lugar.
- Debe proveer herramientas como palas, rastrillos y dispositivos de remoción de espumas
- El operador debe estar vacunado contra tétano y fiebre tifoidea.
- Entrenado en la toma de muestras y registros de datos como caudales
- El operador debe capacitarse para la limpieza de las tuberías, de las cajas de paso y de distribución de flujo

Con relación a los regantes, durante la limpieza de las lagunas, estos deben contar con los materiales y herramientas necesarios para realizar un adecuado mantenimiento

- Uniforme de trabajo: cascos, capas, guantes, canoa e impermeable que deberá permanecer en un depósito en el lugar.
- Debe proveer herramientas como palas, rastrillos y dispositivos de remoción de espumas
- -todos los regantes deben estar vacunados contra tétano y fiebre tifoidea.

Para el mantenimiento de la infraestructura de riego, los regantes deben utilizar cascos, filtros de aire, impermeables, botas y guantes de goma,.

Durante el riego parcelario:

- Evitar que los niños y mujeres en estado de embarazo participen en el riego.
- Utilización de botas y guantes de goma durante el riego.
- Lavado de los materiales empleados en riego con agua y detergente.
- No ingerir alimentos durante el riego.
- No producir cultivos que sean ingeridos en forma cruda.

Durante las labores culturales y en la cosecha evitar consumir alimentos, una vez concluido los trabajos tanto el agricultor como los peones deben bañarse para evitar contraer enfermedades infecciosas.

9. **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

AGRISEC S.R.L.

2003. Análisis Del proceso de diseño de distribución de agua para mejorar las prácticas de riego parcelario. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural; Programa Nacional de Riego. PRONAR Investigación Aplicada N° 23. 37-61 p

Camacho, A.

2000. Análisis de la influencia del agua subterránea en el uso de la tierra. Tesis de Grado. UMSS-PEIRAV. Cochabamba, Bolivia. 57 p.

Celis J., Junod J; Sandoval M.

2005. Recientes aplicaciones de la depuración de aguas residuales con plantas acuáticas. Revista Theoria, Vol. 14 (1): 17-25 p

Darcy. B.; Pedro Sanches.

2001. XII Congreso Brasileiro de Aguas subterráneas. 3-10 p.

Duran, A.

1997. Criterios campesinos en el proceso de diseño e implementación de sistemas de riego con aguas subterráneas en el valle de Punata. Tesis M.Sc. Cochabamba, Bolivia 58 p.

García, J., Hernández M. & Mujeriego R.

1998. Tratamiento de aguas residuales urbanas mediante lagunas de alta carga: Evaluación experimental. Ingeniería del Agua Vol. 5 n° 2. 35-50 pp.

García, M.

1998 Aguas residuales urbanas. Tratamientos naturales de bajo costo y aprovechamiento. Ed. Mundi –Prensa. Madrid, España. 27, 65 pp.

Gonzales y Kervin

1997. Destino de la producción agropecuaria y artesanal de Mayopampa. Estrategias de organización socioeconómica en una comunidad agrícola, ganadera y artesanal. Compilador Cruz R. 234-279 p

Gutierrez, Z.

1996. Gestion de sistemas de riego. Documentos de lectura. UMSS, Cochabamba, Bolivia 10 p.

Gutierrez, J.

2003. Reúso de agua y nutrientes. Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente. Revista N° 4/2003: 6-7 p.

kraft K.

1994. Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes. La intensificación agraria bajo el manejo comunal modificaciones del descanso rotativo en dos regiones andinas. Ed. Dominique Herve, dieder Genin, Gilles Riviere. La Paz, Bolivia ORSTOM – IBTA. 316-318 p

Duran, L.

1999. Caracterización y control de las aguas residuales . 7-10 p.

M.L. Luna Guido, Et al.

2002 Actividad microbiana en suelos. XXX Aniversario de Biotecnología y Bioingeniería 330 p

Seoanez, M.

1995. Colección Ingeniería Ambiental. Aguas Residuales Urbanas de bajo costo y aprovechamiento. Ed. Mundi Prensa. 43-45 p.

Mendoza, S.

2000. Sistemas de Lagunas de Estabilización. Como utilizar aguas residuales tratadas en sistemas de regadío. Ed. McGraw Hill Interamericana. Bogota, Colombia. 1, 10, 15 p.

Nieuwenhuis R.

1993. La influencia de una mayor disponibilidad de agua de riego sobre las estrategias productivas en el área de riego Tiraque. Estudio en dos comunidades. Tesis MSc. Cochabamba, Bolivia. Universidad Agraria de Wageningen.

Paul Van Damme

2002. Disponibilidad, Uso y Calidad de los Recursos Hídricos en Bolivia. Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo, 2002, 25, 40 65 p

PIED-ANDINO

1997. Seminario Internacional sobre Estrategias Campesinas. PIED-ANDINO. Sucre, Bolivia. 5 p.

Rivero N.

1994. ¿Del paquete al acompañamiento?. Aprendizaje de la realidad y gestión campesina desde la economía. Proyecto de Riego Intervalles (PRIV). La Paz, Bolivia. HISBOL. 83 p.

Mendoza, R.

2000. Sistema de lagunas de estabilización. Como utilizar aguas residuales tratadas con sistemas de regadio. Ed. Mac Graw Hill, 1-3, 28-29 p.

Zoomers A.

1997. Estrategias campesinas en el sur andino de Bolivia. Intervención de Desarrollo Rural en el Norte de Chuquisaca y Potosí. Centro de Información para el Desarrollo (CID). La Paz, Bolivia 19, 15 p

Páginas Web.

<http://www.medioambiente.cu.revista/articulo41.htm>.

<http://www.articulos.asp.html>

<http://www.monografias/ecología del agua - Monografias .com.htm>

<http://prensa.ugr.es/>

Anexos:

- Anexo 1: Lista de usuarios en el sistema de riego
- Anexo 2: Análisis de aguas
- Anexo 3: Planos
- Anexo 4: Costos de producción
- Anexo 5: Normas en cuanto a calidad de aguas

Anexo 1: Lista de usuarios en el sistema de riego

Usuarios comunidad Tajamar Centro

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Zenobio Vargas	Josefina Bautista	Solidario Montaña
Dionisio Montaña	Marta Bautista	Gumerciendo Torrico
Fernando Vargas	Benigno Bautista	Abel Aguilar
Casimira Ferrufino	Encarnación Balderrama	Armando Ferrufino
Renato Ovando	Angel Balderrama	Nelly Montaña
Rene Ferrufino	Antonio Torrico	Telésforo Montaña
Natividad Zapata	Angel Angulo	Ananias Torrico
Germán Torrico	Maximiliano Rodriguez	Santiago Torrico
Alberto Montaña	Guillermina Balderrama	Eustaquio Balderrama
Octavio Torrico	Justa Fernandez	Eulogio Velasquez
Alejandrina Torrico	Flavio Rodriguez	Gregorio Rocha
Justino Torrico	Petrona Torrico	Felix Cruz
Fermin Torrico	Pascual Velasquez	Carmelo Rocha
Roberto Pinto	Grover Torrico	Francisca Ovando
Eliodoro Torrico	Jose Torrico	Julio Torrico
	Eufrasia Arnez	Wilson Montaña

Sobra Chirusi

Nombre y apellido	Nombre y apellido	Nombre y apellido
Crisostomo Arias	Ramiro Rocha	Roberto Arias
Feliciano Soliz	Alfredo Ferrufino	Teresa torrico
Delfin Torrico	Teodosio Orellana	Hilaria Velasque
Alejandro Torrico	Máximo Orellana	Clemente Montaña
Juvenal Centellas	Albito Rocha	German Centellas
Juan Rocha	Oscar Montaña	Remberto Gonzales
Roberto Vallejos	Máximo Torrico	Evangelista Arias
Primitivo Centellos	Filemon Montaña	Victro Torrico
Constancio Centellas	Ciprian Centellas	Angel Patiño
Mario Delgadillo	Felix Paredes	German Montaña
Anacleto Guzman	Ubaldino Montaña	Angel Arias
Waldo Montaña	Fermin Velazques	Pablo Choque
Juan Montaña	Melques Torrico	Modesto Rico
Marcelino Velazco	Solitario Velasques	Primitivo Vargas
Pascual torrico	Jose Centellas	Geronimo Centellas
Paulina Soliz	Martin Velasquez	Victor Rocha
Isabel Soliz	Martin Montaña	German Vargas
Orlando Robles	Felix Claro Soliz	Zonobio Orellana
Ariel Delgadillo	Octavio arias	Guillermo torrico

Colque Rancho

Nombre y apellido	Nombre y apellido	Nombre y apellido
Acelmo Aguilar	Julio Bardeni	Jacinto Ferrufino
concepción Aguilar	Luisa Montes	Felipe Zurita
Anamas Ramón	Justino Balderrama	Mario Torrico
Rogelio Fernandez	Pastor Román	Onorato Torrico
Flaviano Román	Ogregina Rocha	Felicidad Zapata
Máximo Torrico	Eliodoro Jauregui	Hermógenes Zurita
Casiano Orellana	Paulina Mendez	Vicente Montaña
Gualberto Balderrama	Sergio Rocha	Alfonzo Torrico
José Rocha	Emigio Rocha	Trinidad Fernandez
Cirilo Fernandez	Alberto Velasquez	Primitivo Montaña
Catalina Román	Nemecio Velasquez	Isac Patiño
Patricio Patiño	Clara Montaña	Rosario Torrico
Mariano Mendez	Flora Ovando	Sofia Torrico

Chirusi Rosario

Nombre y apellido	Nombre y apellido	Nombre y apellido
Alfredo Suarez	Casto Zarate	Pascual Rocha
Aristides Ovando	Nataniel Trujillo	Ruben Patiño
Feliciano Suarez	Anselmo Zarate	Claudio Zapata
Efrain Rocha	Angel Montaña	Encarnación Ovando
Mario Suarez	Maria Vargas	Germán Guzman
Nicolas Suarez	Pedro Zarate	Gregorio Zarate
Lucio Fernandez	Emiliana Vda. De Ovando	Vicenta Vda. De Céspedes
Clemente Rocha	Marcelina Fernandez	Melquiades Torrico
Angel Rocha	Margarita Moreira	Telésforo Zapata
Sandro Rocha	Angel Patiño	Vacilio Serrudo
Florencio Rocha	Reynato Ovando	Amadeo Velasquez
Hermógenes Rocha	Reynaldo Zapata	Paulina Vda. De Zapata
Celso Rocha	Policarpio Suarez	Luis Paco
Severino Rocha	Esteban Patiño	Constancio Fernandez
Teofilo Zarate	Nestor Fernandez	Rufino Velasquez
Agripina Vda. De Suarez	José Zarate	Norma Suarez
Renato Zarate	Cornelio Suarez	Luis Moreira

Anexo 2: Análisis de aguas

Análisis de aguas	Unidad	Ingreso			Salida			Area de riego
		Horas:11:00	Horas:11:15	Promedio	Horas:11:15	Horas:11:30	Promedio	Horas:12:00
		Fecha: 30/11/05	Fecha: 06/12/05		Fecha: 30/11/05	Fecha: 06/12/05		Fecha: 30/11/05
		Concentración	Concentración	Concentración	Concentración	Concentración	Concentración	
<i>Análisis físico-químico</i>								
pH		6,76	6,82	6,79	7,14	7,26	7,20	7,19
Conductividad	umho/cm	1131	1236	1183,50	924	975	949,50	908
Solidos Totales	mg/l	1176	1188	1182,00	552	628	590,00	568
Sólidos Disueltos	mg/l	460	540	500,00	424	492	458,00	444
Sólidos suspendidos	mg/l	716	648	682,00	128	136	132,00	124
Calcio	mgCa/l	122,24	26,05	74,15	144,29	24,45	84,37	126,25
D.B.O.	mgO/l	333	450	391,50	136	76	106,00	118
d.q.o.	mgO/l	691	662	676,50	245	207	226,00	212
Fosfato	mgPO/l	2,69	4,69	3,69	0,01	0,14	0,08	0,67
Hierro Total	mgFe/l	0,11	0,13	0,12	0,21	0,22	0,22	0,37
Magnesio	mgMg/l	90,28	18,3	54,29	50,02	17,32	33,67	48,19
Mangneso	mgMn/l	0,1	0,13	0,12	0,2	0,1	0,15	0,28
Nitrógeno Amoniacal	mgN-NH/l	22,5	43,13	32,82	11,7	26,27	18,99	0,16
Oxígeno Disuelto	mgO/l	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sodio	mgNa/l	84,63	238	161,32	72,9	61,3	67,10	85,54
Sulfatos	mgSO4/l	26,04	24,85	25,45	35,5	22,49	29,00	23,66
Análisis Bacterrológico								
Coliforme Total	UFC/100 ml	6,00E+10	2,40E+08	3,012E+10	3,10E+06	4,00E+06	3,55E+06	2,60E+06
Coliforme Termotolerantes	UFC/100 ml	2,00E+06	1,20E+08	6,10E+07	1,20E+06	2,30E+06	1,75E+06	1,30E+06



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CENTRO DE AGUAS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

LABORATORIO REGIONAL DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS
LABORATORIO PILOTO A NIVEL NACIONAL
REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

NUMERO DE REGISTRO: 8491-SC-7676
NUMERO DE MUESTRA: 1967/05

PRESTATARIO : CENTRO AGUA

DATOS DE LA MUESTRA:

DEPARTAMENTO : COCHABAMBA
PROVINCIA : PUNATA
TIPO DE FUENTE : RIL
PUNTO DE MUESTREO : INGRESO PLANTA DE TRATAMIENTO (SIN TRATAMIENTO)
PRESERVADA : SI
TIPO DE ANÁLISIS : ESPECIAL
MUESTREADOR : ALAN CAMACHO
CODIGO CLIENTE : 1

REUNE LAS CONDICIONES DE TOMA Y PRESERVACION DE MUESTRAS

FECHA DE MUESTREO : 13/12/05 HORA DE MUESTREO : 11:30
FECHA DE INGRESO LAB. : 13/12/05 HORA DE INGRESO LAB. : 15:20
FECHA DE ANÁLISIS : 13/12/05 HORA DE ANÁLISIS : 17:45

RESULTADOS

PARÁMETRO	METODO	CONCENTRACIÓN UFC/100 ml	LIMITES PERMISIBLES PARA DESCARGAS LIQUIDAS ANEXO 13C RASIM
Coliforme total	M.F. COLILERT(NMP)	2.4×10^8	
Coliforme Termo tolerantes	M.F.	1.2×10^8	1000

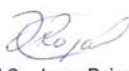
UFC = Unidad formadora de Colonias

M.F. = Membrana Filtrante

NMP= Número Más Probable

Cochabamba, 14 de diciembre de 2005


Qmc. Jeaneth Verduguez Q.
RESPONSABLE L.R.C.C.A.


Lic. M.Cs. Jenny Rojas C.
DIRECTORA CENTRO DE AGUAS
Y SANEAMIENTO AMBIENTAL





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CENTRO DE AGUAS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

LABORATORIO REGIONAL DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS
LABORATORIO PILOTO A NIVEL NACIONAL
REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

NUMERO DE REGISTRO:8492-SC-7677
NUMERO DE MUESTRA:1968/05

PRESTATARIO : CENTRO AGUA

DATOS DE LA MUESTRA:

DEPARTAMENTO : COCHABAMBA
PROVINCIA : PUNATA
TIPO DE FUENTE : RIL
PUNTO DE MUESTREO : SALIDA LAGUNA DE ESTABILIZACION CON TRATAMIENTO
PRESERVADA : SI
TIPO DE ANÁLISIS : ESPECIAL
MUESTREADOR : ALAN CAMACHO
CODIGO CLIENTE : 2

REUNE LAS CONDICIONES DE TOMA Y PRESERVACION DE MUESTRAS

FECHA DE MUESTREO : 13/12/05 HORA DE MUESTREO :11:30
FECHA DE INGRESO LAB. : 13/12/05 HORA DE INGRESO LAB :15:20
FECHA DE ANÁLISIS : 13/12/05 HORA DE ANÁLISIS :17:30

RESULTADOS

PARÁMETRO	METODO	CONCENTRACIÓN UFC/100 ml	LIMITES PERMISIBLES PARA DESCARGAS LIQUIDAS ANEXO 13C RASIM
Coliforme total	M.F. COLILERT(NMP)	4 x 10 ⁶	
Coliforme Termo tolerantes	M.F.	2.3 x 10 ⁶	1000

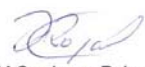
UFC = Unidad formadora de Colonias

M.F. = Membrana Filtrante

NMP= Número Más Probable

Cochabamba, 14 de diciembre de 2005


Qmc. Jeaneth Verduguez Q.
RESPONSABLE L.R.C.C.A.


Lic. M.Cs. Jenny Rojas C.
DIRECTORA CENTRO DE AGUAS
Y SANEAMIENTO AMBIENTAL





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CENTRO DE AGUAS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

LABORATORIO REGIONAL DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS
LABORATORIO PILOTO A NIVEL NACIONAL
REPORTE DE ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUAS

NUMERO DE REGISTRO:16400-SC-12947
NUMERO DE MUESTRA:1924/05

PRESTATARIO : CENTRO AGUA

DATOS DE LA MUESTRA:

DEPARTAMENTO : COCHABAMBA
PROVINCIA : PUNATA
TIPO DE FUENTE : RIL
PUNTO DE MUESTREO : AFLUENTE PLANTA DE TRATAMIENTO
PRESERVADA : SI
TIPO DE ANALISIS : ESPECIAL
MUESTREADOR : JAIME ARI
CODIGO CLIENTE : 1

REUNE LAS CONDICIONES DE TOMA Y PRESERVACION DE MUESTRAS

FECHA DE MUESTREO : 06/12/05 HORA DE MUESTREO :11:15

RESULTADOS

ANALISIS FISICOQUIMICO

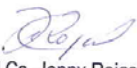
PARÁMETRO	METODO	UNIDADES		LIMITES PERMISIBLES PARA DESCARGAS LIQUIDAS ANEXO 13C RASIM
pH	ELECTROQUIMICO	-	6.82	6 - 9
CONDUCTIVIDAD	ELECTROQUIMICO	µmho/cm	1236.00	-

PARÁMETRO	METODO	UNIDADES	CONCENTRACION	LIMITES PERMISIBLES PARA DESCARGAS LIQUIDAS ANEXO 13C RASIM
SÓLIDOS TOTALES	GRAVIMETRICO 180°C	mg/L	1188.00	
SÓLIDOS DISUELTOS	GRAVIMETRICO 180°C	mg/L	540.00	500
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	CALCULO	mg/L	648.00	60
CALCIO	EDTA	mgCa ⁺⁺ /L	26.05	
D.B.O.	INCUBACION 5 DIAS	mgO ₂ /L	450	80
D.Q.O.	OXIDACION DICROMATO	mgO ₂ /L	662	250
FOSFATO	VANADO MOLIBDATO	mgPO ₄ /L	4.69	
HIERRO TOTAL	ABSORCION ATOMICA	mgFe/L	0.13	1
MAGNESIO	CALCULO	mgMg ⁺⁺ /L	18.30	
MANGANESO	ABSORCION ATOMICA	mgMn/L	0.13	
NITROGENO AMONICAL	ION SELECTIVO	mgN-NH ₃ /L	43.13	4
OXIGENO DISUELTO	WINKLER	mgO ₂ /L	N.D.	
SODIO	FOTOMETRIA DE LLAMA	mgNa ⁺ /L	238.00	
SULFATOS	TURBIDIMETRICO	mgSO ₄ ⁼ /L	24.85	

N.D. NO DETECTABLE POR EL METODO

Cochabamba, 14 de diciembre de 2005


Qmc. Jeaneth Verduguez Q.
RESPONSABLE L.R.C.C.A.


Lic. M.Cs. Jenny Rojas C.
DIRECTORA CENTRO DE AGUAS
Y SANEAMIENTO AMBIENTAL





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CENTRO DE AGUAS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

LABORATORIO REGIONAL DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS
LABORATORIO PILOTO A NIVEL NACIONAL
REPORTE DE ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUAS

NUMERO DE REGISTRO:16441-SC-12948
NUMERO DE MUESTRA:1925/05

PRESTATARIO : CENTRO AGUA

DATOS DE LA MUESTRA:

DEPARTAMENTO : COCHABAMBA
PROVINCIA : PUNATA
TIPO DE FUENTE : RIL
PUNTO DE MUESTREO : EFLUENTE PLANTA TRATAMIENTO
PRESERVADA : SI
TIPO DE ANALISIS : ESPECIAL
MUESTREADOR : JAIME ARI
CODIGO CLIENTE : 2

REUNE LAS CONDICIONES DE TOMA Y PRESERVACION DE MUESTRAS

FECHA DE MUESTREO : 06/12/05 HORA DE MUESTREO :11:15

RESULTADOS

ANALISIS FISICOQUIMICO

PARAMETRO	METODO	UNIDADES		LIMITES PERMISIBLES PARA DESCARGAS LIQUIDAS ANEXO 13C RASIM
pH	ELECTROQUIMICO	-	7.26	6 - 9
CONDUCTIVIDAD	ELECTROQUIMICO	µmho/cm	975.00	-

PARAMETRO	METODO	UNIDADES	CONCENTRACION	LIMITES PERMISIBLES PARA DESCARGAS LIQUIDAS ANEXO 13C RASIM
SÓLIDOS TOTALES	GRAVIMETRICO 180°C	mg/L	628.00	
SÓLIDOS DISUELTOS	GRAVIMETRICO 180°C	mg/L	492.00	500
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	CALCULO	mg/L	136.00	60
CALCIO	EDTA	mgCa ⁺⁺ /L	24.45	
D.B.O.	INCUBACION 5 DIAS	mgO ₂ /L	76	80
D.Q.O.	OXIDACION DICROMATO	mgO ₂ /L	207	250
FOSFATO	VANADO MOLIBDATO	mgPO ₄ /L	0.14	
HIERRO TOTAL	ABSORCION ATOMICA	mgFe/L	0.22	1
MAGNESIO	CALCULO	mgMg ⁺⁺ /L	17.32	
MANGANESO	ABSORCION ATOMICA	mgMn/L	0.10	
NITROGENO AMONICAL	ION SELECTIVO	mgN-NH ₃ /L	26.27	4
OXIGENO DISUELTO	WINKLER	mgO ₂ /L	N.D.	
SODIO	FOTOMETRIA DE LLAMA	mgNa ⁺ /L	61.30	
SULFATOS	TURBIDIMETRICO	mgSO ₄ ⁻² /L	22.49	

N.D. NO DETECTABLE POR EL METODO

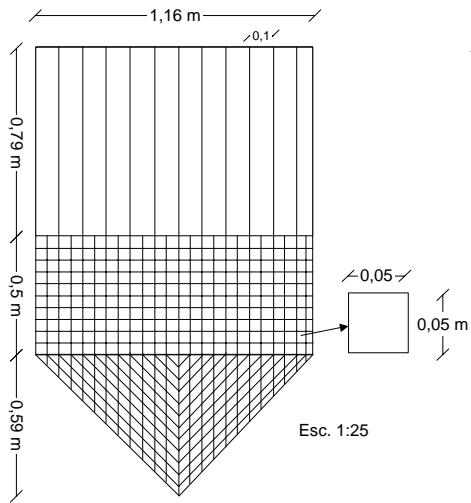
Cochabamba, 14 de diciembre de 2005

Qmc. Jeaneth Verduguez Q.
RESPONSABLE L.R.C.C.A.

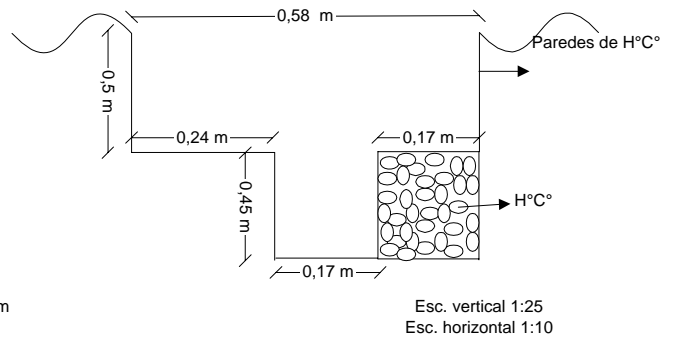
Lic. M.Cs. Jenny Rojas C.
DIRECTORA CENTRO DE AGUAS
Y SANEAMIENTO AMBIENTAL



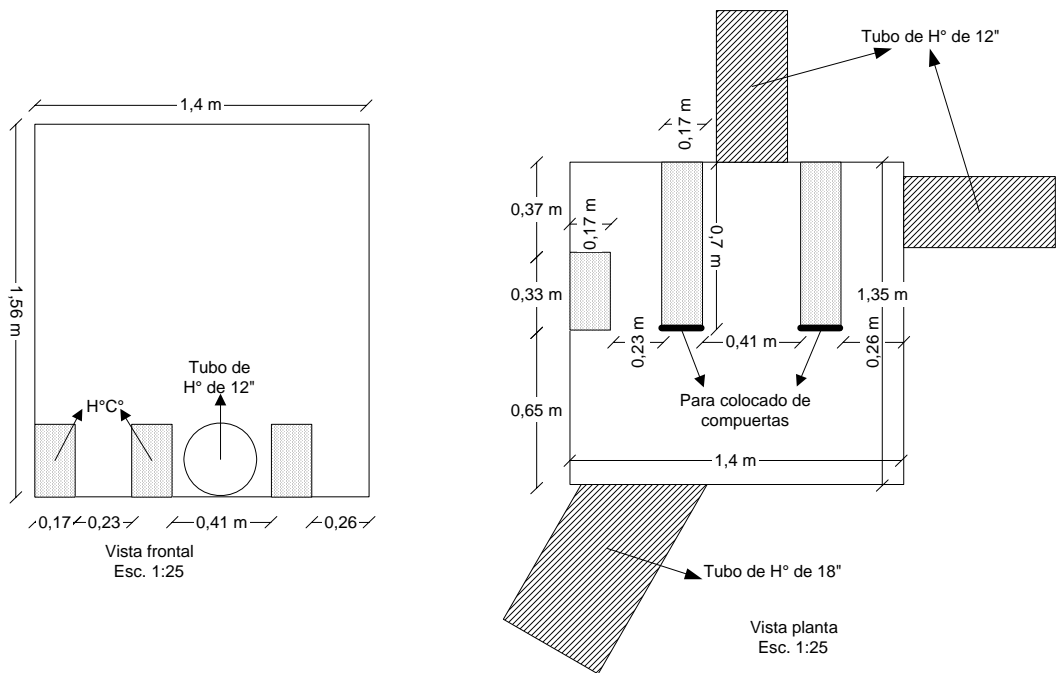
Detalle rejilla de ingreso a la cámara desarenadora



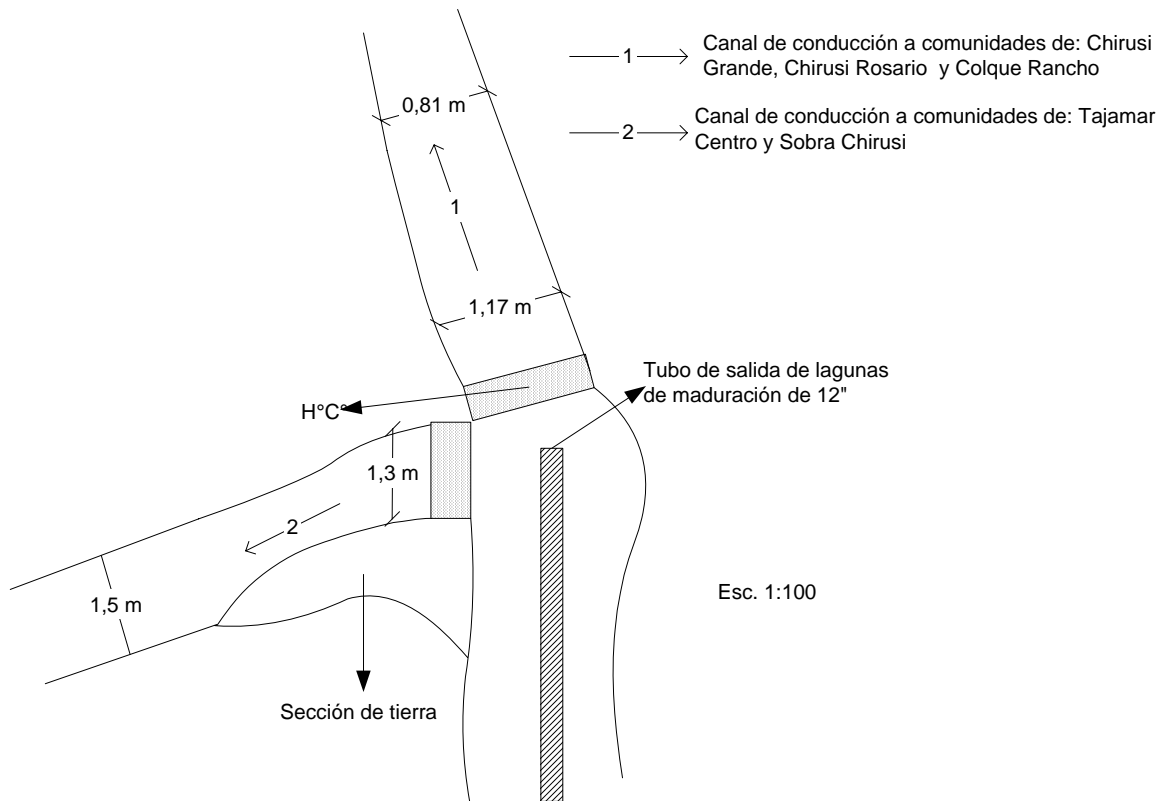
Detalle del canal de ingreso a la cámara desarenadora



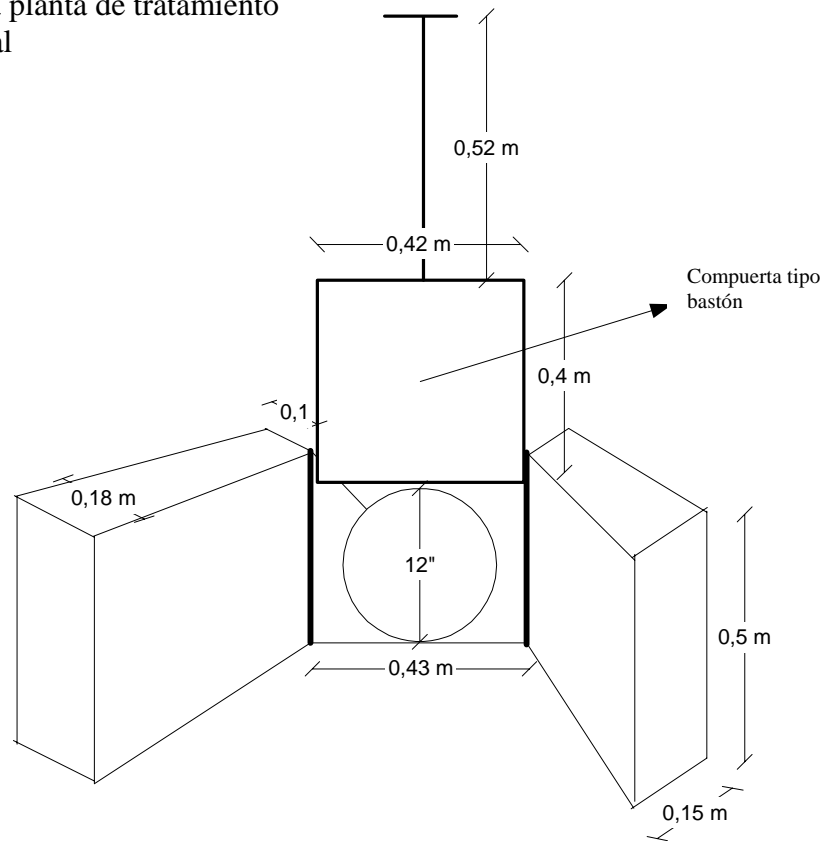
Detalle cámara de distribución a lagunas anaerobias



Salida planta de tratamiento vista planta

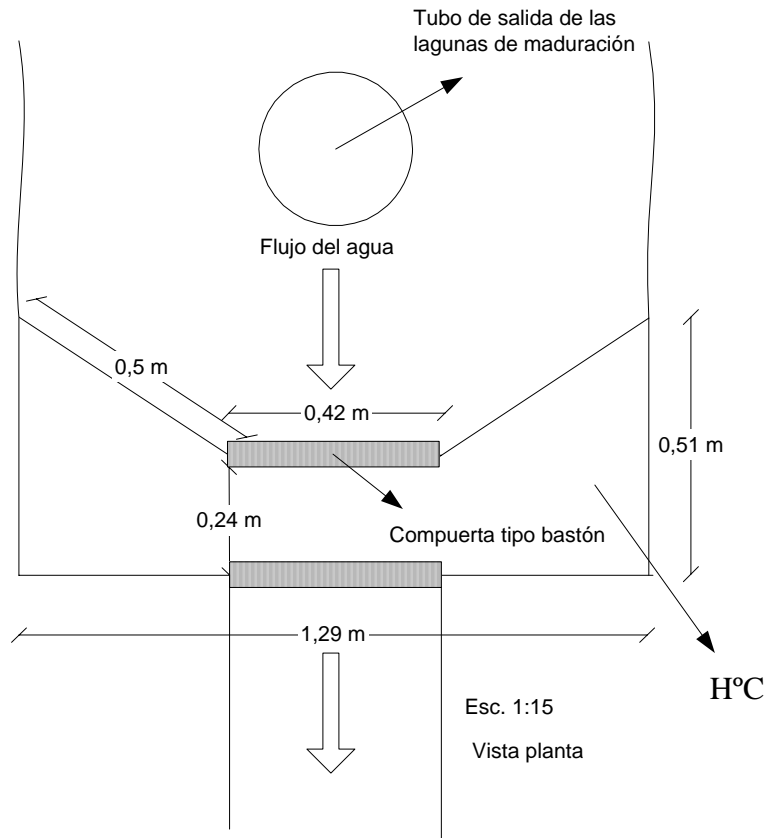


Salida de la planta de tratamiento Vista frontal



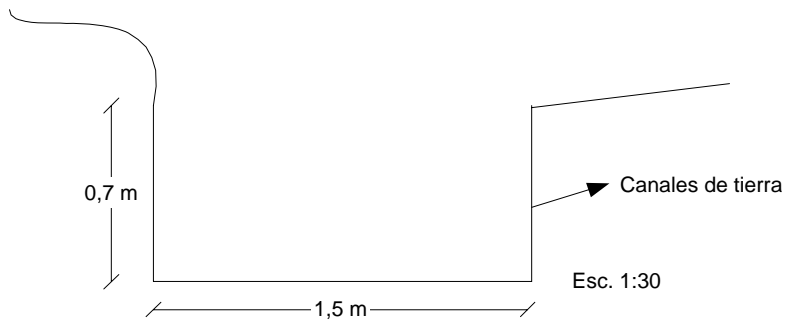
Esc. 1:15

Salida de la planta de tratamiento

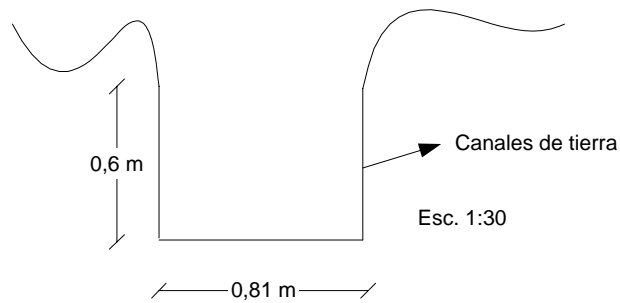


Detalle de canales de conducción (salida de la planta de tratamiento)

Detalle del Canal que conduce las aguas a Tajamar Centro y Sobra Chirusi



Detalle del Canal que conduce las aguas a : Chirusi Grande, Chirusi Rosario y Colque Rancho



Anexo 4: Costos de producción

Sistema de riego: Tajamar Centro Variedad: No sabe

Fecha de siembra: Enero 05

Informante: Procedencia: Punata

Fecha de cosecha: 4 cortes/año

Responsable: Alan Camaho Saavedra Superficie: 1@

Precio del jornal: 30

Nº: 1

Alfalfa

Cultivo-var. anterior: Sin cultivo

Cultivo-var. posterior: maíz

1. PREPARACION DE TERRENO

	Unidad	Cantidad	Precio Unita	Precio	Observaciones
Bomba aceite	global	1	25	25	
Gasolina para regar	litros	10	4	40	
Peón	jornal	1	30	30	
Primera arada	horas	2	60	120	
Primera rotabateada	horas	1,5	65	97,5	
Segunda arada	horas	2	60	120	
Segunda rotabateada	horas	1,5	65	97,5	
Formación de eras	jornal	4	30	120	
Total preparación terreno				650	

2. SIEMBRA

Peones	jornal	2	30	60	
Ayud en ayni	jornal	2	30	60	
Semilla	@	1	250	250	
Guano	bolsas	10	5	50	
Riego gasolina y aceite	global	1	50	50	A veces no llega el rol aguas de lluvia
Deshierbe primeras dos semanas	jornal	2	30	60	
Total siembra				530	

3. LABORES CULTURALES

Riego					El riego se realiza cada 2 1/2 meses es el turno de aga para cada comunidad, al año se realiza 3 riegos
Aporte para aceite	global	1	5	5	
Gasolina	litros	10	4	40	
Peón	jornal	1	30	30	
sub total riego	global	1		75	
Total riegos		3	75	225	

4. COSECHA

Epoca/Fecha:					
Venta de alfalfa	@	4	1000	4000	Cada tres meses se realiza el corte, si quisiera alquilar el daría a 1000 Bs.- por corte de alfalfa, ya que por era se vende en 25 a 30 Bs.-, cuando no hay agua, si hay agua entonces cuesta menos de 15, 20 a veces llega a 25 Bs.- por era, pero casi no vendemos aquí solo para nuestras vaquitas, las eras miden 7*14 m

Costos totales de producción **1405**

Ingresos por venta de alfalfa **4000**

Beneficios **2595**

Comunidad: Tajamar Centro

Sistema de riego: Tajamar Centro

Informante:

Responsable: Alan Camaho Saavedra

Nº: 1

Cultivo: Maíz

Variedad: Maíz amarillo

Procedencia: Propia

Superficie: 1@

Fecha: Punata 10 oct -05

Fecha de siembra: 05-Oct-05

Fecha de cosecha: Abril o mayo

Precio del jornal: 30

Cultivo-var. anterior: Sin cultivo

Cultivo-var. posterior: maíz

1. PREPARACION DE TERRENO

	Unidad	Cantidad	Precio Unita	Precio	Observaciones
Bomba aceite	global	1	5	5	
Gasolina para regar	litros	10	4	40	
Peón	jornal	1	30	30	
Primera arada	horas	2	60	120	
Primera rotabateada	horas	2	65	130	
Segunda arada	horas	2	60	120	
Segunda rotabateada	horas	1,5	65	97,5	
Total preparación terreno				542,5	

2. SIEMBRA

Tractor	horas	0,5	80	40	
Peones	jornal	2	30	60	
Ayuda en ayni	jornal	2	30	60	
Semilla	@	1	100	100	
Guano	bolsas	30	6	180	
Total siembra				400	

3. LABORES CULTURALES

Primer Riego					El riego se realiza cada 2 1/2 meses es el turno de agua para cada comunidad, solo se realiza un aporque. Primer riego cuando la plantita tiene unos 15 cm de tamaño, después las lluvias se encargan de regar, y para cosechar el choclo se da el segundo riego, eso es marzo o abril, sino llega las aguas del rol entonces de las cámaras usamos el agua para regar
Aporte para aceite	global	1	5	5	
Gasolina	litros	10	4	40	
Peón	jornal	1	30	30	
Aporque	jornal	2	30	60	
Segundo riego					
Aporte para aceite	litros	1	10	10	
Gasolina	horas	8	5	40	
Peón	jornal	1	30	30	
<i>sub total riego</i>	global	1		215	
Total riegos		1	215	215	

4. COSECHA

Corte y amontonado de chala	jornal	4	30	120	El transporte es para llevar hasta mi casa, contratamos un camioncito de 60 qq. Una vez desgranado y escogido llevamos lo mejorcito a la feria de Cliza eso de a poquito llevamos para nuestra necesidad se vende.
Deshoje	jornal	5	25	125	
Transporte	global	1	30	30	
Desgrane y selección grano	jornal	6	25	150	
Total cosecha				425	
TOTAL GASTOS DE PRODUCCIÓN				1582,5	

5. COMERCIALIZACIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio	Observaciones
Venta en feria maíz de primera	fanegas	3	400	1200	
Venta en feria maíz de segunda	fanegas	1	200	200	
Semilla	@	1	100	100	
Chala	carmas	2	300	600	

TOTAL INGRESOS POR COMERCIALIZACIÓN**2100****Costos totales de producción****1582,5****Ingresos por venta de alfalfa****2100****Beneficios****517,5**

Comunidad: Tajamar Centro

Sistema de riego: Tajamar Centro

Informante:

Responsable: Alan Camaho Saavedra

Nº: 1

Cultivo: Maíz

Variedad: Blanco

Procedencia: Propia

Superficie: 1@

Fecha: Punata 10 oct -05

Fecha de siembra: 02-Sep-04

Fecha de cosecha: Abril o mayo

Precio del jornal: 30

Cultivo-var. anterior: Sin cultivo

Cultivo-var. posterior: no sabe

1. PREPARACION DE TERRENO

	Unidad	Cantidad	Precio Unita	Precio	Observaciones
Bomba aceite	global	1	5	5	
Gasolina para regar	litros	10	4	40	
Peón	jornal	2	30	60	
Primera arada	horas	2	60	120	
Primera rotabateada	horas	1,5	65	97,5	
Segunda arada	horas	2	60	120	
Segunda rotabateada	horas	1,5	65	97,5	
Total preparación terreno				540	

2. SIEMBRA

Tractor	horas	0,5	80	40	
Peones	jornal	2	30	60	
Ayuda en ayni	jornal	1	30	30	
Semilla	@	1	120	120	
Guano	bolsas	30	5	150	
Total siembra				360	

3. LABORES CULTURALES

Primer Riego					El riego se realiza cada 2
Aporte para aceite	global	1	5	5	1/2 meses es el
Gasolina	litros	10	4	40	turno de aga para
Peón	jornal	1	30	30	cada comunidad,
Aporque	jornal	1	30	30	solo se realiza un
Segundo riego					aporque. Primer
Aporte para aceite	litros	1	5	5	riego cuando la
Gasolina	litros	10	4	40	plantita tiene
Peón	jornal	1	30	30	unos 15 cm de
Total labores culturales		1		180	tamaño, después

las lluvias se encrgan de regar, y para cosechar el choclo se da el segundo riego,

4. COSECHA

Corte y amontonado de chala	jornal	5	30	150	El transporte es para llevar hasta mi casa,
				0	contratamos un camioncito de 60 qq. Una vez desgranado y escogido
					llevamos lo mejorcito a la feria de Punata,
Total cosecha				150	mas se produce para chicha
TOTAL GASTOS DE PRODUCCIÓN				1230	

5. COMERCIALIZACIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio	Observaciones
Venta en feria maíz de primera	camión 120 qq	1	2500	2500	
Chala	carmas	2	250	500	

TOTAL INGRESOS POR COMERCIALIZACIÓN

3000

Costos totales de producción

1230

Ingresos por venta de maíz blanco

3000

Beneficios

1770

Comunidad: Tajamar Centro **Cultivo:** Alfalfa
Sistema de riego: Tajamar Centro **Variedad:** No sabe
Informante: **Procedencia:** Punata
Responsable: Alan Camaho Saavedra **Superficie:** 1 @
 N°: 2

Fecha: Punata 10 oct -05
 Fecha de siembra: Diciembre 05
 Fecha de cosecha: 5 cortes/año
 Precio del jornal: 30
 Cultivo-var. anterior: Sin cultivo
 Cultivo-var. posterior: No sabe

1. PREPARACION DE TERRENO

	Unidad	Cantidad	Precio Unita	Precio	Observaciones
Riego de preparación					Para el riego de preparación utilizó las aguas provenientes del rol
Peón	jornal	1	30	30	
Primera arada	horas	2	60	120	
Primera rotabateada	horas	1,5	65	97,5	
Segunda arada	horas	2	60	120	
Segunda rotabateada	horas	1,5	65	97,5	
Formación de eras	jornal	3	30	90	
Total preparación terreno				555	

2. SIEMBRA

Peones	jornal	1	30	30	
Ayud en ayni	jornal	1	30	30	
Semilla	@	1	250	250	
Guano	bolsas	0	5	0	
Riego gasolina y aceite	global	1	50	50	A veces no llega el rol aguas de lluvia
Deshierbe primeras dos semanas	jornal	4	30	120	
Total siembra				480	

3. LABORES CULTURALES

Riego					El riego se realiza cada 2 1/2 meses es el turno de aga para cada comunidad, al año se realiza 3 riegos
Aporte para aceite	global	1	5	5	
Gasolina	litros	10	4	40	
Peón	jornal	1	30	30	
Insecticida	litros	1	80	80	
Peón para aplicar	jornal	1	30	30	
sub total labores riego	global	3	75	225	
Total labores culturales		3	225	335	

4. COSECHA

Venta de alfalfa	@	4	1200	4800	Cada tres meses se realiza el corte, si desearía alquilar el dueño del predio indica que ofertaría en 1200 Bs.- por corte de alfalfa, ya que por era se vende en 100 a 125 Bs.- por año, cuando no hay agua, las eras miden 3 * 20 m2 aproximadamente

Costos totales de producción **1370**
Ingresos por venta de alfalfa **4800**
Beneficios **3430**

Comunidad: Tajamar Centro

Sistema de riego: Tajamar Centro

Informante:

Responsable: Alan Camaho Saavedra

Nº: 1

Cultivo: Maíz

Variedad: Wilkaparu o negro, patillo

Procedencia: Propia

Superficie: 1@

Fecha: Punata 10 oct -05

Fecha de siembra: 02/09/2004

Fecha de cosecha: Abril o mayo

Precio del jornal: 30

Cultivo-var. anterior: Sin cultivo

Cultivo-var. posterior: no sabe

1. PREPARACION DE TERRENO

	Unidad	Cantidad	Precio Unita	Precio	Observaciones
Bomba aceite	global	1	5	5	
Gasolina para regar	litros	10	4	40	
Peón	jornal	2	30	60	
Primera arada	horas	2	60	120	
Primera rotabateada	horas	1,5	65	97,5	
Segunda arada	horas	2	60	120	
Segunda rotabateada	horas	1,5	65	97,5	
Total preparación terreno				540	

2. SIEMBRA

Tractor	horas	0,5	80	40	
Peones	jornal	2	30	60	
Ayuda en ayni	jornal	1	30	30	
Semilla	@	1	120	120	
Guano	bolsas	10	5	50	
Total siembra				260	

3. LABORES CULTURALES

Primer Riego					El riego se realiza cada 2 1/2 meses es el turno de agua para cada comunidad, solo se realiza un aporque. Primer riego cuando la plantita tiene unos 15 cm de tamaño, después las lluvias se encrgan de regar, y para cosechar el choclo se da el segundo riego, eso es marzo o abril, sino llega las aguas del rol entonces de las cámaras usamos el agua para regar
Aporte para aceite	global	1	5	5	
Gasolina	litros	10	4	40	
Peón	jornal	1	30	30	
Aporque	jornal	1	30	30	
Segundo riego					
Aporte para aceite	litros	1	5	5	
Gasolina	litros	10	4	40	
Peón	jornal	1	30	30	
Total labores culturales		1		180	

4. COSECHA

Corte y amontonado de chala	jornal	5	30	150	El transporte es para llevar hasta mi casa, contratamos un camioncito de 60 qq. Una vez desgranado y escogido llevamos lo mejorcito a la feria de Punata, mas se produce para chicha
Deshoje	jornal	6	25	150	
Transporte	global	1	30	30	
Peon para transporte	jornal	1	30	30	
Desgrane y selección grano	jornal	5	25	125	
Total cosecha				485	
TOTAL GASTOS DE PRODUCCIÓN				1465	

5. COMERCIALIZACIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio	Observaciones
Venta en feria maíz de primera	cargas	5	300	1500	
Venta en feria maíz de segunda	cargas	2	200		
Semilla	@	1	150	150	
Chala	cargas	1,5	250	375	

TOTAL INGRESOS POR COMERCIALIZACIÓN **2025**

Costos totales de producción **1465**

Ingresos por venta de alfalfa **2025**

Beneficios **560**

Comunidad: Tajamar Centro
 Sistema de riego: Tajamar Centro
 Informante:
 Responsable: Alan Camaho Saavedra
 N°: 1

Cultivo: Papa
 Variedad: Imilla
 Procedencia: Punata
 Superficie: 1/4@

Fecha: Punata 10 oct -05
 Fecha de siembra: 25/09/2004
 Fecha de cosecha: Febrero
 Precio del jornal: 30
 Cultivo-var. anterior: Sin cultivo
 Cultivo-var. posterior: Maíz

1. PREPARACION DE TERRENO

	Unidad	Cantidad	Precio Unita	Precio	Observaciones
Bomba aceite	global	1		0	El primer riego no compro aceite por que ya dio para regar la alfalfa, la parcela de papa queda a lado de la alfalfa
Gasolina para regar	litros	3	4	12	
Peón	jornal	1	0	0	
Primera arada	horas	0,7	60	42	
Primera rotabateada	horas	0,5	65	32,5	
Segunda arada	horas	0,5	60	30	
Segunda rotabateada	horas	0,5	65	32,5	
Total preparación terreno				149	

2. SIEMBRA

Bueyes	horas	0,5	60	30
Peones	jornal	1	25	25
Ayuda en ayni	jornal	0		0
Semilla	carga	1	240	240
Guano	bolsas	5	5	25
Fertilizante triple 15	kilos	1	2,5	2,5
Total siembra				292,5

3. LABORES CULTURALES

Primer Riego					Después del primer riego dos riegos mas doy
Aporte para aceite	global	1	0	0	
Gasolina	litros	2	4	8	
Peón	jornal	1	0	0	
<i>Sub total riegos</i>	global	3	8	24	
Aporque -tamida	jornal	1	0	0	
Total labores culturales		1		24	

4. COSECHA

Cavado	jornal	1	30	30	El transporte es para llevar hasta mi casa, el producto es para autoconsumo.
Transporte peon y carretilla	jornal	1	15	15	
Total cosecha				45	
TOTAL GASTOS DE PRODUCCIÓN				510,5	

5. COMERCIALIZACIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio	Observaciones
Venta en mercado	Cargas	5	120	600	Se supone si venderia a los mercados cuanto generaría
Semilla	Cargas	0	0	0	

TOTAL INGRESOS POR COMERCIALIZACIÓN 600

Costos totales de producción 510,5

Ingresos por venta de papa 600

Beneficios 89,5

Anexo 5: Normas en cuanto a calidad de aguas

Clasificación del agua según uso y tipo según el reglamento Ley 1333

Orden	Usos	Clase B	Clase C	Clase D
2	Para recreación de contacto primario: natación, esquí, inmersión	Si	Si	
3	Para recreación de los recursos hidrobiológicos	Si	Si	No
4	Para riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cáscara delgada, que sean ingeridas crudas sin remisión de ellas	Si	Si	No
5	Para abastecimiento industrial.	Si	Si	Si
6	Para la cría natural y/o intensiva (acuicultura) de especies destinadas a la alimentación humana	Si	Si	No
7	Para abrevadero de animales	No	Si	No

Limites permisibles para descargas en mg/l según la ley 1333

Parámetros	Propuesta		Parámetros	Propuesta	
	Diario	Mensual		Diario	Mensual
Cianuro libre ^a	0,20	0,10	Cobre	1,00	0,50
Cianuro libre ^b	0,50	0,30	Cinc	3,00	1,50
pH	6,90	6,90	Plomo	0,60	0,30
Temperatura*	± 5 °C	± 5 °C	Cadmio	0,30	0,15
Compuestos fenólicos	1,00	0,50	Arsénico	1,00	0,50
Sólidos suspendidos totales	60,00		Cromo +3	1,00	0,50
Coniformes fecales (NMP/100 mL)	1000		Cromo +6	0,00	0,05
Aceites y grasas ^b	10,00		Mercurio	0,002	0,001
Aceites y grasas ^b	20,00		Hierro	1,00	0,50
DBO	80,00		Antimonio ^c	1,00	xx
DQO ^a	250,00		Estaño	2,00	1,00
DQO ^b	300,00		Amonio como N	4,00	2,00
			Sulfuros	2,00	1,00

* Rango de viabilidad en relación con la temperatura media del cuerpo receptor.

a Aplicable a descargas de procesos mineros e industriales en general.

b Aplicable a descargas de procesos hidrocarburíferos.

c En caso de descargas o derrames de antimonio iguales o mayores a 2.500 kilogramos, estos se deberán reportar a la autoridad ambiental.

Características de las principales normativas de reúso de agua residual en riego

Ámbito	Características	Comentarios
California (EEUU)	2,2 – 23 CT/100 ml, dependiendo de tipo de cultivo y riego	Expone el método de tratamiento en función al uso. Se requieren tratamientos terciarios avanzados.
USEPA	0 CF/100 ml mas cloro residual en función al tipo de riego, accesibilidad y cultivo	Sugerido. El riego de zonas verdes no esta incluido. Expone el método de tratamiento.
OMS	200 –1000 CF/100 ml, en función del tipo de riego y cultivo Menos de 1 huevo de nematodo /l	Indicación de los grupos expuestos.

Fuente: IEM, texto de enseñanza

Clasificación de cultivos de acuerdo al grado de medidas protectoras de la salud.

<u>Categoría A:</u>	En este grupo de cultivo, son los trabajadores de campo quienes están sujetos a riesgo. Por ello, las medidas de protección están orientadas a ellos. Incluye los siguientes cultivos:	Cultivos no aptos para el consumo humano. Cultivos que suelen tratarse por calor antes del consumo humano. Verduras y frutas cultivadas exclusivamente para enlatado u otros tratamientos que eliminan agentes patógenos. Cultivos forrajeros secados al sol y recolectados antes de ser consumidos por los animales. Riego de campos cercados sin acceso para el público.
<u>Categoría B</u>	En este grupo de cultivo, los trabajadores de campo son también el primer grupo de riesgo, pero pueden existir riesgos indirectos para el consumidor.	Cultivos de pastos y forrajes verdes. Cultivo para consumo humano que no entran en contacto directo con aguas residuales. Cultivos que se ingieren cocidos. Cultivos para consumo cuya cáscara no se come. Cualquier cultivo que se riegue por aspersión.
<u>Categoría C</u>	En este grupo de cultivo, las medidas de protección están orientadas a resguardar la salud tanto del trabajador del campo como del consumidor. El tratamiento de aguas residuales debe estar destinado a cumplir las directrices de la OMS para uso irrestricto como medida fundamental	Todo producto que suela ingerirse crudo y se cultive en contacto con efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales. Riego de campos con acceso para el público.

León Guillermo

Orientación sobre el uso agrario de aguas salinas

Respuesta de las cosechas	Sólidos disueltos (mg/l)	Conductividad eléctrica (mmhos/cm)
Aguas sin problemas	<500	<0,75
Aguas que pueden perturbar a ciertos cultivos	500 –1000	0,75 –1,5
Aguas que pueden dañar muchos cultivos y que necesitan una gestión adecuada	1.000 –2.000	2,50 –3
Aguas que puedan ser utilizadas solamente en especies tolerantes con una gestión adecuada	2.000 –5.000	3,0 –7,5

Fuente: Mariano Seoanez Calvo, 1995

La OMS en el año 1989, publico las directrices para el uso del agua residuales en agricultura

Directrices para el reúso de aguas en agricultura

Categoría	Condición de uso	Grupo expuesto	Nematodos intestinales ³ (N° huevos/l) ⁴	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	Tratamiento previsto para alcanzar requerimientos
A	Irrigación de cultivos de consumo crudo, campos deportivos y áreas públicas ⁵	Trabajadores, consumidores y público	= 1	= 1.000	Lagunas de estabilización diseñadas para alcanzar la calidad microbiológica indicada, o un tratamiento equivalente
B	Irrigación de cereales, cultivos industriales, forrajes, pastos y árboles ⁶	Trabajadores	= 1	Ningún estandar recomendado	Retención por 8 a 10 días en lagunas de estabilización, o su equivalente en remoción de helmintos
C	Riego localizado de cultivos de la categoría B, si no hay exposición de trabajadores o público	Ninguno	No se aplica	No se aplica	Pre-tratamiento según lo requiera la técnica de riego, no menos de sedimentación primaria

³ *Ascaris, Trichuris y anquilostomas*

⁴ Durante el periodo de riego

⁵ Un límite mas estricto (=200 coliformes fecales/100 ml) es apropiado para áreas públicas, tales como campos de césped en hoteles, donde el público no tiene contacto con el cultivo

⁶ En el caso de árboles frutales, el riego debe cesar dos semanas antes de la cosecha de los frutos y ningún fruto debe ser recogido del suelo. No es conveniente regar por aspersión

Guías generales para reuso de agua en el riego

Tipos de reuso agrícola	parámetros	Calidad de agua reclamada	Opción de tratamiento
Reuso agrícola en cultivos que se consumen y no se procesan comercialmente	PH DBO mg/l UNT Colifecal NMP/100 ml Huevos/l SDT mg/l RAS Boro mg/l Cloro mg/l residual	6,5 – 8,4 ≤ 10 ≤ 2 ≤ 14 ≤ 1 ≤ 800 ≤ 0.7 ≤ 0.7 > 1	Secundario Filtración Desinfección
Reuso agrícola en cultivos que se consumen se procesan comercialmente	PH DBO mg/l SS Colifecal NMP/100 ml SST mg/l RAS Boro mg/l Cloro mg/l residual	6,5 – 8,4 ≤ 30 ≤ 30 ≤ 200 ≤ 800 ≤ 0.7 ≤ 0.7 > 1	Secundario Desinfección
Reuso agrícola en cultivos que no se consumen	PH DBO mg/l SS Colifecal NMP/100 ml SST mg/l RAS Boro mg/l Cloro mg/l residual	6,5 – 8,4 ≤ 30 ≤ 30 ≤ 200 ≤ 800 ≤ 0.7 ≤ 0.7 > 1	Secundario Desinfección

Fuente: Gutierrez 2004