

3) Sector de quinua

La estación Patacamaya es un centro principal con respecto al estudio de quinua y está desarrollando un estudio del mejoramiento genético. Actualmente se encuentran guardadas las semillas de 2.250 tipos, incluyendo las semillas de los países vecinos. En Achacachi, donde llueve con mucha frecuencia, el cultivo de quinua tiene problemas. Las hojas y tallos de quinua se pueden aprovechar como alimentos del ganado.

(3) Centro de Inseminación Kallutaca : Pref. La Paz

En este centro, se crían los bovinos sementales de Holstein y Brown Swiss para preparar el semen congelado y distribuirlo en la zona del altiplano. Trabajan los inseminadores en 24 sitios. En la región de Achacachi, se encuentran asignados cuatro inseminadores en cuatro zonas. En la región de Achacachi, se distribuyeron mil tubos del semen congelado en 1995 y 1.100 tubos en 1996. El precio de la primera inseminación cuesta 25 bolivianos y desde la segunda vez, cada vez cuesta 10 bolivianos. De ese precio, el inseminador cobra 10 bolivianos por cada inseminación. Como el promedio, la inseminación se realiza 1.6 veces. Debido a que el mal de altura afecta a los bovinos nacidos mediante el uso del semen producido de los sementales de la región baja, no se puede aplicar el semen congelado de origen de la región baja. Por lo tanto, los bovinos sementales se reemplazan, comprando los bovinos de buena calidad criados en el altiplano y también los bovinos sementales del Centro de Puno en Perú. El Centro de Inseminación Kallutaca está desempeñando un papel importante como un centro único del altiplano para distribuir el semen congelado.

Junto con el Centro de Inseminación, existen un instituto de sanidad del ganado y una granja de vacas lecheras. Ambos no están desarrollando sus actividades en forma suficiente, debido a la falta del presupuesto. El instituto está bien equipado con instrumentos de medición necesarios, pero está asignado solo una persona que trabaja como director e inspector. La granja de vacas lecheras tiene unas 50 vacas en un terreno de 100 hectáreas aproximadamente. Ordeñan a 19 vacas y una vaca produce diariamente 7 a 8 kilos de leche como promedio. La granja está bien equipada con un establo, maquinaria agrícola, etc. y el ordeño está mecanizado. Dentro del altiplano, esta granja es el único lugar, donde se utilizan la máquina ordeñadora. Al lado, se encuentra un centro de capacitación, pero no lo han utilizado en estos años.

(4) Granja Huayro Condo : Pref. La Paz

En el terreno de 100 hectáreas, tiene el total de 48 bovinos: 28 vacas que se ordeñan actualmente, 10 vacas que ya no dan leche y 10 terneros. En verano, las vacas se sueltan y en invierno se guardan en establo. El promedio de la leche que produce una vaca diariamente es 12 litros. El promedio de alimentos que se da a una vaca que da leche es 30 kilos del ensilado, 2 kilos de heno y 2 kilos del concentrado. La granja está manejada por una persona responsable y 4 empleados de operación, y se considera como granja bien administrada y representativa de la región del altiplano. La venta mensual es aproximadamente de Bs.11.000.

1.7 Actividades Relacionadas

A partir de 1973, la Corporación Regional de Desarrollo de La Paz había venido ejecutando el Programa de Fomento Lechero con la asistencia técnica y financiera del Gobierno e iglesias de Dinamarca y "World Food Plan" y logró un resultado muy positivo en el desarrollo pecuario en la Región del Altiplano. Además, el Gobierno de Dinamarca dará una asistencia financiera con el monto de 10 millones de dólares durante 5 años desde 1997, en respuesta a la solicitud del Gobierno de Bolivia para el Programa de Desarrollo Lechero. La región de Achacachi está cubierto por dicho Programa.

II PLAN DEL DESARROLLO PECUARIO

2.1 Lineamientos Básicos

El área objeto del plan se divide en tres cuencas de acuerdo con las condiciones naturales y tipo de agricultura que se desarrolla a lo largo del río Keka: cuencas superior, media y inferior. Para cada cuenca, se elaborará un plan de desarrollo con el siguiente concepto: mejorar los ingresos en el sector agrícola en las condiciones naturales severas, con un plan pecuario de desarrollar la cuenca superior y cuenca media parte superior en base a los ovinos y la cuenca media parte inferior y cuenca inferior en base a las vacas lecheras.

1) Cuenca superior

En la cuenca superior, debido a las severas condiciones naturales, la cría de los bovinos para carne tiene un problema del bajo rendimiento sobre la alimentación, y además no es rentable producir la leche a causa de la deficiencia de buenas plantas forrajeras. Por lo tanto, deberá planificarse una ganadería basada en los ovinos. Actualmente los ovinos se encuentran sueltos en pradera durante todo el año, alimentándose de plantas naturales y en invierno baja la capacidad que tienen las praderas para pastar al ganado, causando desnutrición a los ovinos y deteniéndoles el crecimiento. Casi no existen praderas mejoradas y bajo estas condiciones no se puede aumentar el número de ovinos para la cría.

Por otra parte, en la cuenca superior, el terreno que tiene cada familia es relativamente amplio y existen los terrenos no aprovechados. En el plan, se introducirán más ovinos, preparando praderas mejoradas en una parte de los terrenos no utilizados para asegurar los alimentos del invierno. Como los pastos adaptables en la zona objeto del plan, según la explicación de las estaciones experimentales de Patacamaya y de Belén, se pueden mencionar alfalfa ranger, pasto llorón, festuca, pasto olivo, etc.

Con el fin de mejorar la calidad de los ovinos criados, es necesario castrar los ovinos machos excepto los sementales para evitar el cruzamiento desordenado. Deberán criarse sueltas 20 a 30 ovejas formando un rebaño, junto con un semental de alta calidad. Los sementales deberán ser introducidos desde el exterior.

Los ovinos de baja calidad deberán eliminarse mediante la venta para criar los rebaños de los ovinos de alta calidad, lo cual contribuirá al aumento de los ingresos. Cuando aumente el número de los ovinos en esta zona en el futuro, si incrementa la producción de lana, se estudiará la ejecución de la venta de los ovinos vivos y de lana a la vez en una forma organizada.

2) Cuenca media

La cuenca media parte superior deberá desarrollarse de acuerdo con la forma que se aplica a la cuenca superior, debido a que existen las mismas condiciones naturales y mismo tipo de agricultura que en la cuenca superior. En la cuenca media parte inferior, se ve la cría de las vacas lecheras con frecuencia y se recomendará la mejora conforme al plan de la cuenca inferior. Además, existen muchas praderas naturales que los agricultores desean aprovechar en forma intensiva. Para producir los alimentos del ganado y aumentar el número de cabezas, se realizará la consolidación de los terrenos.

3) Cuenca inferior

Se encuentran muchas familias que crían las vacas lecheras en Belén y Taramaya. Cada familia de la cuenca tiene un pequeño terreno de 1 a 2 hectáreas y no tiene más

espacio para criar más bovinos. Por consiguiente, es prioritario realizar la inseminación artificial en forma completa para mejorar la calidad y capacidad de producción de leche. La falta de alimentos especialmente en esta cuenca es un problema muy serio y deberán introducirse los pastos de calidad y aumentar la cosecha de las plantas forrajeras tales como la avena y cebada.

Además, es posible aumentar la producción de leche si se mantiene en buen estado la salud a las vacas y se les da los alimentos nutritivos necesarios para la producción de leche. Por lo tanto, se planificará la compra de alimentos concentrados para complementar la falta de los pastos forrajeros.

Para algunas familias se considera la necesidad de comprar los alimentos básicos, para disminuir los casos de enfermedades de los bovinos, sobre todo accidentes de los terneros, en el Centro de Revitalización se dará una orientación sobre la sanidad del ganado, además, para proteger el ganado del frío se recomendará la construcción de establo.

2.2 Concepto del Desarrollo

Los problemas de la operación y las medidas para la mejora se resumen en los siguientes:

- Medidas contra la falta de alimentos

Ampliación de la superficie del cultivo de pastos mediante la consolidación de las praderas naturales, introducción de los pastos de alta calidad y aplicación de alimentos concentrados según la necesidad.

- Mejora de la calidad del ganado

Obtención de los sementales de alta calidad, ejecución amplia de la inseminación artificial y eliminación del ganado de baja calidad.

- Mejora del control de cría

Alimentación basada en la necesidad nutritiva del ganado y protección del ganado del frío de la noche.

- Mejora de la venta de productos y organización

Formación de una organización cooperativa para la venta de productos y adquisición de insumos.

- Extensión y asistencia de la tecnología agropecuaria

Establecimiento de un sistema racional y económico de la asistencia técnica

Los planes para la mejora mencionados serán ejecutables solo en base al desarrollo de infraestructura y a la asistencia para la operación agrícola. En los cuadros siguientes, se representan los índices de mejora considerados como meta del plan de mejorar la operación (bovinos y ovinos) del sector pecuario. Estos índices se prepararon, considerando la situación actual de la operación agropecuaria del área y teniendo en cuenta el resultado de la producción de la estación experimental Belén, etc. como referencia

(1) Índices de la mejora para la cría de ovinos

	Unidad	Actual	5 años después	10 años después	15 años después
a) Peso del macho vivo	Kg	30	40	50	50
b) Peso de la hembra vivo	Kg	25	30	40	40
c) Edad de reproducción	Mes	20	18	18	18
d) Edad de madurez	Mes	25	23	23	23
e) Tasa nacimiento/oveja adulta	%	60	80	90	90
f) Edad de procreación	Año	4	5	6	6
g) N° de crías por oveja	No.	2	4	5	5
h) Tasa de mortalidad/adulto	%	5	3	2	2
i) Tasa de mortalidad/cordero	%	25	20	10	10
j) Lana prod./año/cabeza	Kg*	2.5	4.0	5.0	5.0

*1: Lana sin lavar

(2) Índices de la mejora para la cría de vacas lecheras

	Unidad	Actual	5 años después	10 años después	15 años después
a) Peso de la vaca viva	Kg	350	400	450	500
b) Edad de reproducción	Mes	26	24	22	22
c) Edad de madurez	Mes	38	36	34	34
d) Tasa nacimiento/vaca adulta	%	65	75	80	80
e) Edad de procreación	Año	6	8	8	8
f) N° de crías/vaca	No.	3	5	5	5
g) Tasa de mortalidad/adulto	%	5	3	2	2
h) Tasa de mortalidad/ternero	%	40	20	15	10
i) Leche/prod/año/cabeza	Litro	700	900	1,200	1,500

2.2.1 Medidas Contra la Falta de Alimentos

La pradera natural tiene la capacidad muy baja de pastar al ganado. Especialmente los bovinos tienen dificultad de comer las plantas naturales. Si se convierte la pradera en un terreno de cultivo para las plantas forrajeras y pastos, podrán aumentar la cantidad del ganado que se cría. Pero las condiciones naturales son severas y la baja temperatura no permite tener alto rendimiento unitario de la cosecha básicamente lo deseable es producir lo que necesitan consumir, pero si falta, se planificará la compra de los alimentos concentrados.

- (1) Análisis de la necesidad nutritiva y alimentación para las vacas lecheras basado en el nivel de los alimentos N.R.C.

- 1) Nivel de los alimentos N.R.C.

① Necesidad para mantenimiento

Peso (Kg)	Alimentos (kg) (90% del secado)	Proteína digerible (g)	T.D.N. (Kg)	Calcio (g)	Fósforo (g)
350	6.1	230	3.0	8	8
400	7.0	250	3.3	9	9
450	7.5	270	3.6	10	10
500	8.0	295	3.9	11	11
550	8.5	320	4.2	12	12
600	9.0	345	4.5	13	13

② Necesidad para el embarazo

Peso (Kg)	Alimentos (kg) (90% del secado)	Proteína digerible (g)	T.D.N. (Kg)	Calcio (g)	Fósforo (g)
Sumar al mantenimiento	3.6	270	2.7	12	7

③ Necesidad para la producción lechera (sumar al mantenimiento en cada kilo de leche que produce)

Porcentaje de grasa lechera (%)	Alimentos (kg) (90% del secado)	Proteína digerible (g)	T.D.N. (kg)	Calcio (g)	Fósforo (g)
3.0	-	40	0.28	2.2	1.5
3.5	-	43	0.30	2.2	1.5
4.0	-	45	0.32	2.2	1.52

2) Necesidad nutritiva

Una vaca de 450 kilos que produce 6 kilos de leche con 3.5 % de grasa lechera como el promedio diario (1.500 kilos anual de 250 días) requiere la nutrición siguiente:

	Alimentos (kg)	Proteína digerible (g)	T.D.N. (Kg)	Calcio (g)	Fósforo (g)
Necesidad para el mantenimiento	7.5	270	3.6	10	10
Necesidad para la producción lechera		258	1.8	13	9
(a) Total		538	5.4	23	19

3) Comparación de la nutrición de alimentos con la necesidad

Los alimentos de los bovinos se basan en el heno en invierno y pastos frescos en verano.

	Alimentación (kg)	Proteína digerible Contenido (%)	Suministro (g)	T. D. N. Contenido (%)	Suministro (kg)
(b) Mezcla de semilla de pastos secos	7.0	4.6	322	48.0	3.4
Excedente y deficiente de (a) y (b)			-216		-2.0

*En este caso, debido a la deficiencia de TDN por la nutrición del mantenimiento, se requiere dar 3 kilos del concentrado (17 % de DCP, 78 % de TDN). Pero en caso de producir 5 kilos (1.200 kilos anual de 250 días) como el promedio diario, es suficiente dar 2 kilos.

	Alimentación (kg)	Proteína digerible Contenido (%)	Suministro (g)	T. D. N. Contenido %	Suministro (kg)
(c) Pastos mezclados (frescos)	30	1.8	540	17.0	5.1
Excedente y deficiencia de (a) y (c)			+12		-0.3

*En caso de dar 30 kilos de pastos frescos, DCP satisface la cantidad requerida, pero falta una pequeña cantidad de TDN para la requerida y hay que agregar un kilo del heno aproximadamente.

Una vaca de 450 kilos de peso que produce 6 kilos de leche como el promedio diario (1.500 kilos anual de 250 días) puede tener generalmente la nutrición necesaria, si se le da 30 kilos de la mezcla de pastos frescos y un kilo del heno por día en verano. Normalmente los alimentos jugosos como pastos frescos o ensilados tienen efectos de producir más leche. En invierno, el 7 kilos de la mezcla seca de pastos no es suficiente para satisfacer la necesidad nutritiva y se deberá agregar 3 kilos de alimento concentrado. En caso de no suministrar alimentos jugosos como el ensilado, es inevitable que disminuya la producción de leche, pero deberá darse por lo menos 2 kilos de los alimentos concentrados para mantener las condiciones en buen estado de salud. Además, es difícil asegurar un volumen suficiente de los pastos secos debido a la limitación del terreno de cultivo, y deberá aprovecharse las hierbas naturales (hierbas marchitas) y tallos de haba como alimento del ganado.

Para mantener un bovino adulto con los alimentos básicos, se necesitarán 2 a 3

toneladas de los pastos secos anualmente, considerando el peso de los bovinos del área. Es decir, en el área del Estudio, para una vaca se necesitará por lo menos una hectárea del cultivo de alimentos o del pastizal. Solo considerando el volumen de alimentos básicos que necesitan, se calcula que un bovino requiere los pastos que necesitan 8 a 10 ovinos. Los ovinos se dejan sueltos durante todo el año, alimentándose de hierbas naturales, pero en invierno se hacen duros los tallos de las hierbas naturales, perdiendo el sabor que atrae a los ovinos y también el valor nutritivo, lo cual no les permite obtener la nutrición necesaria. Por lo tanto, se necesitará guardar los alimentos básicos para 3 o 4 meses del invierno. Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, con el fin de asegurar los alimentos del invierno, deberán aprovechar los terrenos en forma eficiente ocupando las praderas naturales para producir los alimentos básicos como pastos frescos y secos.

Las plantas forrajeras son principalmente la avena y cebada. Los tallos de habas, después de la cosecha, tienen buena cantidad de proteína, y los subproductos de las plantas como habas deberán aprovecharse. Según las estaciones de Belén y de Patacamaya, los pastos adaptables a esta región son la alfalfa ranger, pasto llorón, festuca, pasto ovillo, etc.

(2) Análisis de la demanda y oferta de los alimentos

1) Cría de ovinos

Se analizará la demanda y oferta de los alimentos mediante una familia de operación pecuaria en la cuenca superior o media parte superior, como un ejemplo, que tiene un terreno de 5 hectáreas y cría 3 bovinos para carne, 10 ovejas adultas, 5 carneros adultos y 3 corderos.

Para los ovinos, las praderas naturales son aprovechables, pero no tienen alta productividad. Por lo tanto, se preparará el cultivo de pastos en terreno de una hectárea. Además, disminuirán la cantidad de los bovinos para carne no muy rentables para aumentar los ovinos que serán principales en la operación. Un bovino equivale a diez ovinos desde el punto de vista del volumen y precio de los alimentos que consume.

Deberá aumentar los ovinos mediante el intercambio con los bovinos. Planificarán el sistema de operación basada en ovejas adultas, incrementando el número de ovejas con 10 más dentro de 5 años y otras 10 más dentro de 10 años, y un ovino semental se comprará para cada 5 años. Debido a que los ovinos aguantan alimentos no muy nutritivos, lo importante es dejarles comer las plantas naturales de una cantidad abundante. La magnitud de la operación dentro de 10 años será: 30 ovejas, 2 carneros, 12 corderos y algunos ovinos nacidos.

- Producción de alimentos

2 hectáreas del terreno de cultivo (1 hectárea de pastizal, 1 hectárea de plantas forrajeras), 4 hectáreas de pradera

4.000 kilos de producción del heno (avena, cebada, pasto) a darse en invierno como suplemento. Se sueltan todo el año en pradera natural en verano e invierno.

- Plan de alimentación

Alimentación diaria		Plantas naturales (kg)		Heno (kg)	
Sementales y ovejas	32 cabezas	(5)	160	(1.0)	32
Corderos	12 cabezas	(3)	36	(0.5)	6
Total diario			196		38
Total anual		(265 días)	51,940	(100 días)	3,800

* El valor entre paréntesis es el volumen diario por cabeza.

Si existe un volumen suficiente de las plantas naturales para planificar la alimentación, no tendrán problemas, pero en realidad hay limitaciones para el uso de la tierra y en invierno faltarán las plantas naturales para la alimentación. En estas condiciones, es necesario convertir las praderas naturales en un pastizal de alta productividad. Además, si es necesario, se complementarán los alimentos con el concentrado.

2) Cría de vacas lecheras

Se analizará un plan de la demanda y oferta de los alimentos mediante una familia de la cuenca inferior o cuenca media parte inferior que tiene un terreno de 4.5 hectáreas y cría 4 vacas lecheras y 2 bovinos para carne.

Debido al terreno de cultivo muy limitado y las condiciones naturales muy severas que no permiten tener buen rendimiento en la producción de alimentos, se mantendrá el número de los bovinos. Actualmente, se crían 2 bovinos para labranza y para carne. En el plan, sin embargo, aprovecharán para la labranza las vacas que no dan leche y aumentarán el número de vacas lecheras. Un plan anual de alimentación se elaborará para la cría de 4 vacas lecheras adultas y 2 bovinos para carne, con la meta de producir 1.200 kilos de leche por cabeza anualmente. En verano, se les dan los pastos frescos y en invierno el heno de la avena y cebada, junto con el alimento concentrado debido a la falta de la nutrición.

- Plan de alimentación básica (4 bovinos adultos, 2 bovinos para carne, un ternero)

Alimentación básica por cabeza (kilos)							
	Verano de 243 días (volumen diario)		Invierno de 122 días (volumen diario)		Total anual		
	Hierbas naturales (frescos)	Pastos (frescos)	Hierbas naturales (frescos)	Heno	Hierbas naturales (frescos)	Pastos (frescos)	Heno
Bovinos adultos	(5) 1,415	(30) 7,290	(2) 244	(6) 732	1,215	7,290	732
Bovinos para carne	(5) 1,415	(10) 2,430	(2) 244	(3) 366	1,215	2,430	366
Terneros	0	(5) 1,215		(1) 122	0	1,215	122

Total de la alimentación básica anual (kilos)				
	Cabezas	Hierbas naturales (frescos)	Pastos (frescos)	Heno
Bovinos adultos	4	5,836	29,160	2,928
Bovinos para carne	2	2,674	4,860	732
Terneros	1		1,215	122
Total		8,510	35,235	3,782

- Plan de Alimentación del concentrado (kilos)

En verano, se darán los pastos frescos sin el alimento concentrado y solo en invierno se dará el concentrado.

	Cabezas	Volumen diario	Días de alimentación	Volumen total
Vacas lecheras	3	2.0 kg	122 días	732 kg
Vacas embarazadas	1	2.0 kg	90 días	180 kg
Total				912 kg

- Plan para la producción de alimentos

El terreno aprovechable es de 4.5 hectáreas, dentro del cual, existe el cultivo en 2 hectáreas y pradera de unas 2 hectáreas. Para producir alimentos en la forma más prioritaria, deberán convertir la pradera en un pastizal intensivo. Los pastos deberán utilizarse eficientemente, dándose principalmente en forma fresca.

La avena y cebada frescas se dejarán secadas para preparar los alimentos de invierno. En el futuro una parte de los pastos se guardarán como ensilados o heno, además aprovecharán hierbas naturales, tallos de haba, etc.

Producción de alimentos

Heno de cebada y avena	1.5 ha	(Cosecha por hectárea 2.5 t.)	3,750 kg
Mezcla de los pastos frescos	2.5 ha	(Cosecha por hectárea 12.5 t.)	31,250 kg

- Compra de los alimentos

Según el resultado del análisis anterior, se podrá asegurar los alimentos básicos para el invierno. En verano, faltarán unas 4 toneladas de alimentos (equivale a 800 kilos del heno) y se complementará con los subproductos del cultivo. Si es necesario, se agregará el alimento concentrado. Por lo tanto, prepararán el concentrado de 912 kilos como volumen necesario y algo más para el caso de faltar los alimentos básicos.

Compra del alimento concentrado : 1.000 kilos

2.2.2 Mejora de la Calidad del Ganado

El mal de altura afecta a los bovinos considerablemente y para la inseminación artificial un toro semental que se cría en los llanos no se puede utilizar. Los toros que se crían en el Centro de Inseminación Kallutaca son los únicos que se pueden utilizar para tal objetivo. Además, se considera que la mayoría de los toros sementales que se utilizan actualmente para el cruzamiento natural dentro del área son de baja calidad y se necesitará tomar ciertas medidas contra esta situación.

En caso de los ovinos, se realiza el cruzamiento natural, pero con los sementales nacidos sin control estricto, o sea, de baja calidad y los ovinos se han empequeñecido, lo cual hace necesario un cruzamiento con un semental de alta calidad. En la estación experimental de Patacamaya se producen los carneros sementales y se planificará el aprovechamiento de esos carneros en el área. Los rebaños de los ovinos se formarán principalmente por las ovejas adultas y se plantea la distribución de un carnero semental a cada 20 a 30 ovejas sueltas. Los ovinos de baja calidad se eliminarán cada vez que se encuentren y serán reemplazados por los buenos.

2.2.3 Mejora del Control de Crías

El volumen de la alimentación actual es extremadamente deficiente. Para mejorar los efectos productivos, deberán dar los alimentos de buen volumen al ganado. Si se dan los alimentos ensilados a las vacas lecheras, se puede esperar los efectos para producir más leche. Según los cálculos, un kilo del alimento concentrado permite la producción de más de 2 kilos de leche. En caso de las vacas mas productivas, la alimentación del concentrado es muy remuneradora. Los minerales casi no se le dan. A pesar de que pueda alimentarse de algo de los minerales de la tierra que tiene alta basicidad, se necesitará dar al ganado, por lo menos, sal, calcio y fósforo.

Para proteger el ganado del viento frío y lluvia, se recomienda que se construya un establo aunque sea de tipo muy simple solo con el techo y pared en el lado de viento. Sobre todo para cuidar a los becerros de 2 a 3 meses un establo es muy importante, aunque sea simple. En cuanto a la producción de la carne vacuna en el área del Estudio,

no deberán criar a los machos tiernos debido al mal rendimiento de alimentos, sino venderlos una semana después del nacimiento.

Los ovinos se dejan sueltos todo el año y se alimentan de hierbas naturales. En invierno, sin embargo, deberán complementar los alimentos con el heno de los alimentos básicos debido a la nutrición insuficiente. A las ovejas embarazadas o lecheras, se les dan los alimentos concentrados, según la necesidad que tengan. En cuanto a los minerales, aunque los consiguen de la tierra, será necesario darles una pequeña cantidad de sal.

Las enfermedades del ganado no tendrán problemas importantes, si se da la vacunación programada y se presta una atención normal. A las vacas que se ordeñan, deberán observarlas bien por la mastitis. Esta enfermedad se puede evitar en forma considerable, acostumbrándose de limpiar las tetas antes del ordeño. Pero, el sector sanitario del ganado necesitará la orientación de expertos, y especialmente las medidas contra la Faciola hepática son importantes. La orientación de expertos será programada como una parte de las actividades para "el Centro de Revitalización Comunitario".

2.2.4 Mejora de la Venta de Productos y Organización

La compañía PIL distribuye los tanque de leche en Avichaca, Taramaya y Jahuirlaca, pero solo trabajan en dos sitios y el volumen de leche que se junta en Jahuirlaca no es suficiente para funcionar. Si incrementa la producción de leche mediante la ejecución de las actividades planificadas, dicho tanque de recolección volverá a funcionar.

La lana que se produce está destinada principalmente al uso familiar, pero en el futuro se planificará la venta junto con la esquila programada. Actualmente una compañía textil de La Paz viene a comprar los productos una vez al año. Con el fin de vender los productos agropecuarios del área en forma favorable, y también comprar los insumos de buena calidad con bajo precio, tales como fertilizante, alimentos del ganado y semillas, en el Centro se analizará la formación de una organización de los productores (la compra de los insumos se realizará en la primera etapa dentro de las actividades del Centro de Revitalización Comunitario).

2.2.5 Extensión y Asistencia de la Tecnología Agropecuaria

El sector agropecuario de la región se desarrollará fundamentalmente en base a la voluntad y esfuerzo de los agricultores de la cuenca, pero para facilitar el desarrollo en forma eficiente, es indispensable extender a los agricultores la técnica y operación para la cría del ganado. Para lograr estos objetivos, se planificará la capacitación a los agricultores dentro de las actividades del Centro de Revitalización Comunitario. Además, se prepararán los equipos necesarios del uso en común de dicho Centro (máquinas de cultivo, jeringas para la inseminación artificial, motocicletas para los inseminadores, equipos de castración, esquiladoras, etc.) Las estaciones experimentales y granjas públicas que existen actualmente en el altiplano están desempeñando un papel importante para la ganadería regional. Se ejecutarán los programas del plan como la orientación mencionada en una coordinación estrecha con dichas estaciones y granjas.

2.3 Mejora de la Operación Pecuaria

(1) Cría de ovinos

Se analizará el plan de mejorar la operación pecuaria mediante una familia ganadera en la cuenca superior o cuenca media parte superior que tiene 6 hectáreas de terreno y una hectárea del cultivo, y cría 10 ovejas adultas, 5 carneros, 3 ovinos para carne y corderos.

Como lineamientos básicos de la mejora, continuará la operación basada en la cría actual de ovinos en uso de las praderas naturales. Pero en invierno solo con las praderas, sucede la deficiencia de alimentos, por lo cual se necesitará adquirir más alimentos, mejorando las condiciones de las praderas.

El pastoreo se hará en forma de rebaños con algunos ovinos amarrados. Se venderán los bovinos para carne, debido a que su cría no es rentable, y aumentará el número de ovejas de alta calidad que formen los rebaños. Además, deberá eliminar los carneros y adquirir uno o dos sementales de la calidad superior.

	actual	5 años después	10 años después	15 años después
Nº de Tenencia de Ovejas				
Ovejas adultas hembras	10	20	30	30
Ovejas adultas machos	5	2	2	2
Crias (0-1 años)	4	13	23	23
Ovejas en crecimiento (1-2 años)	3	10	20	20
Total (Excepto crias)	18	33	52	52
Nº de nacimiento	5	16	27	27
Nº de mortalidad /crias	1	3	4	4
Nº de mortalidad /adultos	1	2	2	2
Nº de ovejas para venta	3	11	21	21
Promedio de peso/cabeza (kg)	20	25	35	35
Precio de venta/cabeza (Bs.)	100	140	170	170
Producción de lana/cabeza (kg) *1	2.5	4.0	5.0	5.0
Nº de cabezas/producción lana	18	33	52	52
Producción de lana /Total (kg)	45	132	260	260
Lana de autoconsumo	45	50	50	50
Lana de venta /años (kg) *1	0	82	210	210

*1: Lana: no lavable

(2) Cría de vacas lecheras

Se analizará el plan de mejorar la operación mediante una familia de la cuenca inferior o cuenca media parte inferior que tiene 4.5 hectáreas de terreno (3.0 del cultivo y 1.5 de la pradera) y cría 7 bovinos (incluyendo los de labranza y para carne).

Como lineamientos básicos de la mejora, mantendrá el número de los bovinos actual, debido a la limitación del terreno que tiene. Para asegurar los alimentos básicos, estudiará el plan del cultivo de pastos a fin de fomentar la producción intensiva. Además, intentará mejorar la capacidad de las vacas lecheras a través de la inseminación artificial para incrementar la producción lechera. Disminuirá el número de los bovinos de labranza y para carne y aumentará las vacas lecheras.

	actual	5 años después	10 años después	15 años después
Nº de Ganado				
Vacas adultas (mas de 3 años)	3	4	4	4
(Vacas lecheras)	(2)	(3)	(3)	(3)
Cachorros (0-1 años)	1	1	1	1
Temeras (1-2 años)	1	1	1	1
Termeros de crianza (2-3 años)	2	1	1	1
Nº de nacimientos	2	3	3	3
Nº muertes/cachorros	1	0.5	0.3	0.3
Nº de muertes /adultos	0	0	0	0
Nº ganado para la venta				
Cachorros (machos 1 semana)	0	1.5	1.7	1.7
Vacas	1	1	1	1
Producción de leche/cabezas (Lt.)	700	900	1,200	1,500
Producción de leche/total (Lt.)	1,400	2,700	3,600	4,500
Leche de autoconsumo (Lt.)	300	400	500	600
Leche para venta/años (Lt.)	1,100	2,300	3,100	3,900

2.4 Balance Económico de la Operación Pecuaria

Se analizará el balance económico en base a los planes de mejorar la operación pecuaria mencionados en el inciso anterior.

(1) Cría de ovinos

	Actual	5 años después	10 años después	15 años después	Observaciones
(1) Ingresos					
Lana en venta (kilos)	0	82	210	210	2 Bs/kg
Venta (Bs)	0	164	420	420	Lana sucia
Cabezas en venta	3	11	21	21	
Precio (unitario) (Bs)	(100)	(140)	(170)	(170)	
	300	1,540	3,570	3,570	
Total de ingresos (Bs)	300	1,704	3,990	3,990	
(2) Gastos					
Mejora de pradera (Bs)	0	20	20	20	Cada 5 años (Tractor, semillas)
Preparación de pastizal (Bs)	0	50	50	50	
Semillas de alimentos (Bs)	0	45	45	45	30 kg
Compra de sementales (Bs)	0	80	80	80	400 ÷ 5
Otros (equipos, sanidad) (Bs)		50	100	150	150
Total de gastos (Bs)	50	295	345	345	
(3) Beneficios (Bs)	250	1,409	3,645	3,645	

(2) Cría de bovinos

	Actual	5 años después	10 años después	15 años después	Observaciones
(1) Ingresos					
Producción de leche (lts.)	1,400	2,700	3,600	4,500	
Venta (Bs)	1,960	3,780	5,040	6,300	1.4 Bs/kg
Cabezas en venta de vacas adultas	1	1	1	1	
Venta (Bs)	1,000	1,200	1,400	1,500	
Cabezas en venta de becerros	0	1.5	1.5	1.5	1 semana después del nacimiento
Venta (Bs)	0	450	450	450	300 Bs/cabeza
Total de ingresos (Bs)	2,960	5,430	6,890	8,250	
(2) Gastos					
Gastos del cultivo (Bs)					
Alquiler de Tractor (Bs)	50	75	100	100	1ha 50Bs
Semillas de alimentos (Bs)	40	60	80	80	1ha 40Bs
Compra de los concentrados (kilos)	0	600	1,000	1,500	1.3 Bs/kg
Precio (Bs)	0	780	1,300	1,950	
Medicamentos del ganado (jeringas, desinfectante, etc.)					
Precio (Bs)	30	50	80	100	
Inseminación artificial	80	160	160	160	1.3 veces/cabeza
Otros gastos (Bs)	80	100	150	200	
Total de gastos (Bs)	280	1,225	1,870	2,590	
(3) Beneficios (Bs)	2,680	4,205	5,020	5,660	

(3) Días de trabajo

Los días de trabajo se calcularon en base a las horas del trabajo diario y número de cabezas para el control de cría y en base a la superficie del cultivo para la producción de alimentos y se fijaron en la forma siguiente:

① Cría de ovinos

	Actual	5 años después	10 años después	15 años después	Observaciones
Control de cría	73(0.2 días)	91 (0.25 días)	110 (0.3 días)	110 (0.3 días)	Para 365 días *1
Producción de alimentos	50 (1.0ha)	75 (1.5ha)	100 (2.0ha)	100 (2.0ha)	50/ha *2
Total (persona-día)	123	116	210	210	

*1: Pastoreo amarrado, alimentación, etc.

*2: Siembra, cosecha y transporte

② Cría de bovinos

	Actual	5 años después	10 años después	15 años después	Observaciones
Control de cría	110 (0.3 días)	146 (0.4 días)	183 (0.5 días)	183 (0.5 días)	Para 365 días *3
Producción de alimentos	100 (2.0 ha)	150 (3.0 ha)	200 (4.0 ha)	200 (4.0 ha)	50/ha *4
Total (persona-día)	210	296	283	283	

*3: Ordeño, pastoreo amarrado, alimentación, etc.

*4: Siembra, cosecha y transporte

(4) Gastos pecuarios según tipo de la explotación agrícola para el desarrollo

El tipo de explotación agrícola en la planificación es de la cría compleja de ovinos, vacas lecheras y bovinos de labranza y para carne. Por consiguiente, de acuerdo con el balance económico de la operación pecuaria anterior se estiman los gastos pecuarios generales para el tipo de desarrollo ovino y tipo de desarrollo pecuario.

1) Tipo de desarrollo ovino

Promedio del terreno: 3.7 hectáreas

(1.1 ha. del cultivo, 1.1 ha. del barbecho, 1.5 ha de la pradera)

Promedio del ganado: 5.6 cabezas

(1.45 ovinos, 1.6 vacas lecheras, 2.5 bovinos de labranza y para carne)

	Actual	5 años después	10 años después	15 años después
Introducción de cameros sementales	-	60	60	60
Inseminación artificial de vacas lecheras *1	-	40	40	40
Gastos del cultivo de alimentos *2	130	450	540	540
Alimentos concentrados *3	-	180	290	440
Gastos misceláneos *4	50	100	150	150
	Bs.180	Bs.830	Bs.1,080	Bs.1,230

*1: Una vaca lechera

*2: Refiérase a 6.2.2. (6)

*3: Equivale a 0.9 cabezas de las vacas de ordeño

*4: De acuerdo con la operación modelo

1) Tipo de desarrollo pecuario

Promedio del terreno: 2.7 hectáreas

(1.2 ha. del cultivo, 0.1 ha. del barbecho, 1.4 ha de la pradera)

Promedio del ganado: 6.2 cabezas

(4.6 ovinos, 2.7 vacas lecheras, 3.0 bovinos de labranza y para carne)

	Actual	5 años después	10 años después	15 años después
Inseminación artificial de vacas lecheras *1	40	80	80	80
Gastos del cultivo de alimentos *2	130	440	500	500
Alimentos concentrados *3	-	300	500	750
Gastos misceláneos *4	40	50	75	100
	Bs.210	Bs.870	Bs.1,155	Bs.1,430

*1: Una vaca lechera actualmente y dos vacas en el plan

*2: Refiérase a 6.2.2. (6)

*3: Equivale a 1.5 cabezas de las vacas que se ordeñan

*4: De acuerdo con la operación modelo

ANEXO G
MANEJO DEL AGUA DE RIEGO
Y DRENAJE

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
PARA
EL DESARROLLO AGRICOLA EN EL AREA DE
ACHIACACHI, DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

**ANEXO G
MANEJO DEL AGUA DE RIEGO Y DRENAJE**

CONTENIDO

	Página
I CONDICION ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE RIEGO Y DRENAJE EXISTENTES	G - 1
1.1 Sistema de Riego y Drenaje.....	G - 1
1.2 Método de Riego	G - 1
1.3 Infraestructura Relativa.....	G - 2
1.4 Entidades de Operación y Mantenimiento	G - 3
1.4.1 Manejo de Agua	G - 3
1.4.2 Asociación de Usuarios del Agua	G - 3
II PLAN DE DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA AGRICOLA	G - 5
2.1 Concepto de Desarrollo para el Desarrollo de la Infraestructura Agrícola.....	G - 5
2.2 Requerimiento de Agua de Riego	G - 6
2.2.1 Potencial de Evapo-Transpiración.....	G - 6
2.2.2 Coeficiente de Cultivo	G - 7
2.2.3 Precipitación Efectiva	G - 7
2.2.4 Eficiencia de Riego.....	G - 8
2.2.5 Requerimiento de Agua de Riego.....	G - 8
2.2.6 Método de Riego	G - 9
2.2.7 Requerimiento de Drenaje.....	G - 9
2.3 Plan de Mejoramiento del Sistema de Riego Existente.....	G-10
2.3.1 Extensión y Procedimientos de Implementación.....	G-10
2.3.2 Trabajos Propuestos	G-10
2.3.3 Area de Riego Teórica	G-12
2.4 Manejo del Agua y Plan de Operación y Mantenimiento	G-13
2.4.1 Grupo de Usuarios del Agua.....	G-13
2.4.2 Asociación de Usuarios del Agua	G-14
III PERFIL DEL PROYECTO DE RIEGO (FORMULARIO UCEP-PRONAR)	G-15
3.1 Resumen	G-15

3.2	Aspectos Generales	G-15
3.2.1	Ubicación.....	G-15
3.2.2	Antecedentes del Proyecto.....	G-15
3.2.3	Objetivos y Metas del Proyecto.....	G-16
3.3	Descripción General del Area del Proyecto	G-16
3.3.1	Aspectos Climáticos.....	G-16
3.3.2	Aspectos Geológicos.....	G-16
3.3.3	Aspectos Socio-económicos	G-17
3.3.4	Aspectos Productivos.....	G-19
3.3.5	Sistema de Riego Existente.....	G-20
3.4	Equilibrio Hidrológico.....	G-21
3.4.1	Fuente de Agua	G-21
3.4.2	Demanda de Agua.....	G-23
3.5	Ingeniería del Proyecto	G-23
3.5.1	Perfil del Trabajo	G-23
3.5.2	Diseño Preliminar del Trabajo Propuesto.....	G-24
3.5.3	Operación y Mantenimiento	G-25
3.6	Estimación de los Costos.....	G-26
3.6.1	Condiciones Básicas	G-26
3.6.2	Costo de Construcción.....	G-26
3.7	Evaluación del Proyecto.....	G-27
3.7.1	Costo.....	G-27
3.7.2	Riesgo	G-27

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro G-1	Confirmación de los Resultados de los Sistemas de Irrigación Existente.....
Cuadro G-2	Estimación del Potencial y Evapo-transpiración según el Método PENNMAN
Cuadro G-3	Requerimiento de Desviación del Agua según los Cultivos
Cuadro G-4	Requerimiento de Desviación del Agua según el Tipo de Agricultura.....
Cuadro G-5	Selección de los Sistemas de Irrigación Prioritarios.....
Cuadro G-6	Comparación del Area de Irrigación "con" y "sin" el Mejoramiento de las Condiciones.....
	G-28
	G-30
	G-31
	G-35
	G-40
	G-41

LISTA DE FIGRA

	Página
Fig. G-1	Ubicación de Sistema de Irrigación Existente.....
	G-42

ANEXO G MANEJO DEL AGUA DE RIEGO Y DRENAJE

I CONDICION ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE RIEGO Y DRENAJE EXISTENTES

1.1 Sistema de Riego y Drenaje

Antes de realizar la encuesta de campo del Estudio, se identificaron cincuenta y nueve estructuras de toma con fines de riego en la cuenca del Río Keka en base a los resultados de un estudio realizado por el MACA en 1990. Para obtener datos e información recientes acerca del sistema de riego y de drenaje existente, se llevó a cabo un inventario del sistema de riego y de drenaje existente en la cuenca del Río Keka. Este inventario fue realizado por consultores bolivianos contratados por el Equipo del Estudio durante los trabajos de campo de la Fase I. En el levantamiento de datos para el inventario, se identificaron la misma cantidad de estructuras de toma en la cuenca del Río Keka. Para ambos casos se utilizó un mapa topográfico de escala 1 a 50.000 como mapa base.

Al completarse el mapeo topográfico a escala 1 a 5.000 en el área del Estudio, durante el transcurso de los trabajos de campo de la Fase II el Equipo del Estudio realizó un estudio de confirmación de los resultados del inventario. De las 59 estructuras de toma, seis se confirmaron como parte de otros sistemas de riego, dos no estaban siendo utilizadas, y se identificaron cuatro nuevas estructuras de toma a través del estudio de confirmación. Finalmente, se identificaron cincuenta y cinco sistemas de riego y de drenaje en la cuenca del Río Keka, 32 sistemas en el curso principal del Río, y 23 sistemas en los tributarios. A continuación se presenta un resumen de los sistemas. En la Figura G-1 se muestra la ubicación de cada sistema y en el Cuadro G-1 se muestra una descripción de los mismos.

Cuenca del Río Keka	Nº de Sistemas de Riego	Area Bruta de Servicio (ha)
Curso Principal del Río	32	3,958
Tributarios	23	2,698
Total	55	6,656

El área a ser regada por cada sistema de riego y de drenaje existente fue estimada con el mapa topográfico de escala 1 a 5.000 y fotografías aéreas a escala 1 a 7.500. Las áreas de riego estimadas fueron confirmadas in situ, especialmente los bloques finales de cada sistema.

No se pudo ver un sistema de drenaje específico en cada sistema de riego. La costumbre es un canal de doble propósito para riego y drenaje especialmente en los tramos río abajo de cada sistema de riego.

1.2 Método de Riego

Todo el sistema de riego en el área del Estudio ha sido construido usando el método de riego por gravedad desde la fuente de agua hasta las parcelas de las granjas. Para utilizar la limitada cantidad de agua de riego en forma equitativa entre los beneficiarios, el método de riego rotatorio es ampliamente utilizado en cada sistema de riego. A nivel de parcela, el método de riego que prevalece es el riego por surcos. También se puede ver el método de riego por inundación en las praderas utilizadas como pastizales en condiciones naturales.

Puesto que el sistema de riego existente en el área del Estudio ha sido construido por los mismos campesinos sin tener ningún asesoramiento técnico, muchos sistemas de

riegos tienen problemas como son una incompatibilidad entre la cantidad de agua disponible para riego y las zonas a ser regadas. Como resultado, no se hace un uso del agua de riego según el requerimiento de agua de los cultivos. Prevalce la distribución del agua de riego conforme a un horario establecido entre los campesinos interesados. El método actual de distribución de agua de riego en los principales sistemas de riego es el siguiente:

Sistema de Riego N°9 del Inventario

Después de la toma del Río Keka, el canal de riego llega a un punto de derivación en Putuni. En este punto, el canal se bifurca en dos, una rama va para el área de Belén a través del Río Keka, y la otra para Pajchani Grande, Marca Masaya y Kasina. Se ha instalado una compuerta de acero en el punto de derivación para el canal de Belén. La reglamentación básica para la distribución de agua es que durante el día el agua va para el área de Belén, y durante la noche para Pajchani Grande, Marca Masaya, y Kasina. Entre los usuarios nocturnos, se ha fijado la duración del riego como son lunes y martes para Pajchani Grande, miércoles y jueves para Marca Masaya, y viernes y sábado para Kasina. Cada parcela de terreno, recibe agua de riego una vez cada dos semanas como promedio.

Sistema de Riego N°27 del Inventario

El canal se bifurca en dos en Coromata Alta. Después de la derivación, un canal va dirigido a Coromata Media, y el otro a Coromata Baja, no existe una compuerta en este punto de derivación. En el caso del canal para Coromata Media, el riego de cada parcela se realiza una vez a la semana, y en el caso del canal para Coromata Baja prevalece un riego rotatorio; una vez a la semana o una vez cada dos semanas.

Sistema de Riego N°10 del Inventario

A mitad de la época seca, no hay disponibilidad de agua de riego. No se ha establecido entre los usuarios una reglamentación relativa al uso del agua de riego. Generalmente, los tramos superiores tienen preferencia en el uso del agua de riego.

1.3 Infraestructura Relativa

(1) Tomas

En el sistema de riego existente no se pudieron encontrar estructuras especiales relativas a la toma como son diques, presas y canales recolectores. La fuente de agua del sistema de riego existente es el caudal superficial del Río Keka y/o sus tributarios. Tomas laterales con diques guías hechos con materiales del lecho del Río son las características generales de las tomas. Las tomas de algunos sistemas han sido construido con revestimiento de mampostería; sin embargo, las características normales de otros sistemas son los canales de tierra excavada.

(2) Canales

Todos los canales son canales de tierra excavada de forma rectangular. Dos sistemas ubicados en los tramos inferiores tienen revestimiento de concreto y/o de mampostería en algunas secciones; no obstante, esas secciones se limitan a menos de un uno por ciento de la longitud total del canal de cada sistema. Dado que el flujo por gravedad es el método principal de entrega de agua de riego y las obras de construcción

fueron realizadas por los mismos campesinos, todos los canales son tortuosos reflejando las condiciones topográficas y la propiedad de la tierra del área de riego.

(3) Estructuras Derivadoras

Los canales de riego del sistema de riego existente se distribuyen para cubrir en lo posible el área de riego. En general, no se han construido estructuras en los puntos de derivación como son de principal a secundario, de principal y/o secundario a la parcela de terreno. Se utilizan piedras y raíces para cerrar la salida del canal. Solo dos sistemas tienen estructuras derivadoras equipadas con compuertas en los puntos de derivación de canal principal a canal secundario.

(4) Estructura de Cruce

En el sistema de canales existentes, prácticamente no hay estructuras como son acueductos, alcantarillas, y puentes para cruzar los caminos y las corrientes existentes. La medida general para cruzar un canal es colocar piedras y pasar sobre ellas.

1.4 Entidades de Operación y Mantenimiento

1.4.1 Manejo de Agua

En el área del Estudio, el grupo de usuarios del agua es formado a nivel comunal. Como jefe del grupo de usuarios de agua, el Alcalde de Aguas es nominado con el consentimiento de los miembros de la comunidad. El Alcalde de Aguas es responsable de todos los trabajos de operación y mantenimiento relativos a los canales de riego en su zona. Durante la época seca la distribución de agua de riego se realiza a través de un método rotatorio para que la distribución de agua entre los usuarios sea equitativa. El Alcalde de Aguas decide el tiempo y la duración de la rotación en los canales de su zona.

Cuando los canales de la zona de un Alcalde de Aguas se ubican en los tramos inferiores del sistema de canales de riego de otro Alcalde de Aguas, entonces se realiza un ajuste en la distribución del agua con el Alcalde de Aguas correspondiente para asegurar el agua para la comunidad.

Generalmente, los trabajos de mantenimiento de los canales de riego son ejecutados por los campesinos servidos por los canales antes de la época de lluvia. Los principales trabajos de mantenimiento son la limpieza, el dragado, la reparación de las paredes y de las secciones de cruce de camino. Los campesinos que no pueden participar en los trabajos de mantenimiento de los canales deben realizar otros trabajos comunales o pagar cierta cantidad de dinero en varias comunidades.

Debido a que en el área del Estudio no prevalece el cobro de una tarifa por el agua, no se tiene un presupuesto para los trabajos de mantenimiento del sistema de riego existente. El material in situ y el trabajo de los campesinos afectados son las medidas de los trabajos de mantenimiento.

1.4.2 Asociación de Usuarios del Agua

La cuenca del Río Keka está dividida administrativamente en dos provincias: Provincia Los Andes en los tramos río arriba y Subprefectura Omasuyos en los tramos río abajo. En 1980, las comunidades de la Subprefectura Omasuyos organizaron una asociación de usuarios del agua; esta asociación se denominó "Comité Central Río Keka". En ese entonces, las comunidades que pertenecían a la Provincia Los Andes no formaron parte de la Asociación puesto que obtenían suficiente agua de los tributarios del Río Keka. En respuesta al reciente programa de desarrollo agrícola en la cuenca del Río Keka, en

agosto de 1996, siete comunidades pertenecientes a la Provincia Los Andes establecieron una asociación de usuarios del agua denominándola "Asociación de San Juan de Chachacomani".

(1) Asociación de Usuarios del Agua Río Arriba

La Asociación de San Juan de Chachacomani fue establecida en agosto 1996 por siete comunidades de la Provincia Los Andes, las cuales son las siguientes:

1. Villa San Juan de Chachacomani	5. Zona Pura Purani
2. Zona Keruyo	6. Zona Kellhuani
3. Zona Sorapujro	7. Zona Alto Cruz Pampa
4. Zona Japupampa	

El propósito de la Asociación es ser el núcleo de propulsión del programa de desarrollo que cubre el área de Chachacomani y sus alrededores. La Asociación tiene un Directorio que está compuesto por siete miembros: Un presidente, un vice-presidente, una secretaria, un contador, un encargado de relaciones públicas y otros dos miembros. No se ha establecido aún el tiempo que servirá cada miembro de Directorio y tampoco se han definido los estatutos de la Asociación. La Asociación llama a las comunidades ubicadas en los alrededores de Chachacomani a que se unan a la asociación.

(2) Asociación de Usuarios del Agua Río Abajo

En 1980 se organizó el Comité Central del Río Keka. Inicialmente el Comité estaba compuesto por veintiocho (28) comunidades que usaban el agua del Río Keka. En la actualidad, el Comité está compuesto por la misma cantidad de comunidades organizadas para ajustar el uso del agua del Río Keka entre las comunidades. Todas las comunidades miembros pertenecen a la Subprefectura Omasuyos.

El Comité tiene un Directorio compuesto por cinco miembros: presidente, vicepresidente, secretaria y otros dos miembros. Los miembros del Directorio prestan sus servicios por términos anuales y la selección de los miembros del Directorio es rotativa entre la lista de comunidades. El Comité tiene estatutos y está registrado en el Departamento de La Paz. Las siguientes son las comunidades miembros:

1. Belén	15. Marca Masaya
2. Taramaya	16. Palrumani Grande
3. Jahuiraca	17. Arasaya Chico
4. Tipampa	18. Arasaya Kentuyo
5. Suntia Grande	19. (Arasaya) Patanivi
6. Suntia Chico	20. Barco Belén
7. Suntia Común	21. Corpaputu
8. Putuni	22. Pongon Huyo
9. Pajchani Grande	23. Berenguera
10. Pajchani Molino	24. Cajón Pata
11. Kasina Grande	25. Coromata Alta
12. Avichaca	26. Coromata Media
13. Cala Cala Central	27. Coromata Baja
14. Barco Cala Cala	28. Icrana

II PLAN DE DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA AGRICOLA

2.1 Concepto de Desarrollo para el Desarrollo de la Infraestructura Agrícola

En base a los trabajos de campo y de oficina del Estudio, se proporciona el siguiente resumen del concepto de desarrollo para el plan de desarrollo de infraestructura agrícola del Estudio:

- (1) Debido a que el uso de terrenos agrícolas en el área objetivo llega hasta los límites de las extensiones disponibles y los sistemas de riego existentes cubren por completo estos terrenos agrícolas, en el plan de desarrollo de infraestructura agrícola del Estudio no se propone realizar un desarrollo considerable del sistema de riego en el área del Estudio.
- (2) Debido a que el sistema básico de riego se encuentra alineado en toda el área del Estudio, y las áreas a ser regadas por dichos sistemas se extienden más allá del caudal disponible en la época seca, surge entre los sistemas de riego y/o beneficiarios un uso competitivo del agua de riego en esta época. Para resolver este uso competitivo del agua se ha considerado el desarrollo de nuevas fuentes de agua como son la construcción de una presa y de un embalse, y el aprovechamiento de aguas subterráneas por medio de pozos profundos que son las medidas generales para incrementar la disponibilidad de agua para riego. El potencial de desarrollo para construir la presa y utilizar las capas freáticas es inminente en el área del Estudio desde un punto de vista técnico. Sin embargo, se deberá tomar en cuenta el siguiente punto de vista para formular los planes de desarrollo de riego.
 - i) En los Términos de Referencia del Estudio, no se incluye la construcción de una presa como parte del desarrollo de nuevas fuentes de agua en el área del Estudio. Además, se pueden señalar problemas de orden político, sociales, económicos y ambientales involucrados en la construcción de una presa y/o en el posible lugar de ubicación de la presa en el área del Estudio.
 - Algunos habitantes que viven en los tramos superiores del Río Keka se oponen al plan de construcción de la presa argumentando que el agua del Río Keka pertenece a los habitantes de los tramos superiores.
 - Administrativamente, un lugar posible para la ubicación de la presa estaría en la Provincia Los Andes. Contrariamente, la mayor parte del área de riego que dependería de la presa se encuentra en la Subprefectura Omasuyos. Esta diferencia administrativa promueve un regionalismo en los tramos superiores de tener preferencia sobre el uso del agua.
 - Puesto que ambos márgenes de la posible ubicación de la presa están compuestos de arcilla esquistosa suelta, será necesario realizar un tratamiento de cimientos para construir los contrafuertes en vista de la permeabilidad. Además, los profundos depósitos de sedimento acumulado y la enorme entrada de sedimentos al embalse en la posible ubicación de la presa tendrán que ser considerados para incrementar la excavación y los volúmenes del embalse en comparación a la configuración natural del eje de la presa. Por lo tanto, los costos requeridos para la construcción de la presa serán más bien altos tomando en cuenta estas posibles condiciones del lugar del emplazamiento de la presa.
 - La construcción de una presa en el curso del Río Keka afecta seriamente el medio ambiente de la región incluyendo el Lago Titicaca.

Inevitablemente, se requerirá una evaluación ambiental para clarificar los efectos sobre el lecho de río existente debido a la interrupción del sedimento proveniente de los tramos superiores del río y la disminución del volumen de agua afluente al Lago Titicaca por la construcción de la presa. La provisión de datos básicos incluyendo los resultados de observaciones continuas y de largo plazo es esencial para analizar estos efectos y responder a los requerimientos de la reglamentación ambiental de Bolivia.

- ii) Deberá mantener un cierto nivel de viabilidad económica desde el punto de vista del costo de la oportunidad, aunque el propósito principal de los planes de desarrollo de riego no buscan la economía del proyecto.
- iii) Se deberán hacer esfuerzos por disminuir el costo inicial del proyecto cuando ya no se espere un beneficio incrementativo significativo del proyecto.

Por lo tanto, se ha concebido un incremento en el uso de agua de riego a través de un uso efectivo del agua disponible en la actualidad, principalmente esorrentía del Río Keka. La rehabilitación de la infraestructura de riego existente, especialmente el revestimiento de canales en la mayor parte y la construcción de infraestructuras derivadoras de concreto en el sistema de canales son las metas de mejoramiento principales para incrementar el agua de riego disponible bajo la condición de no contar con el desarrollo de fuentes nuevas de agua.

- (3) Puesto que el sistema de riego existente en el área del Estudio ha sido construido por los campesinos sin haber recibido asesoramiento técnico, una cantidad de sistemas de riego existentes tienen problemas como son una incompatibilidad entre la cantidad de agua para riego disponible y las áreas a regar. Como resultado, no se han considerado algunos aspectos como son el uso de agua de acuerdo al requerimiento del cultivo. La distribución de agua de riego se realiza según un horario establecido entre los campesinos involucrados. En teoría, para incrementar la producción agrícola en los terrenos con riego, es indispensable el uso óptimo del agua de riego para los cultivos. Con este enfoque, diversas organizaciones a través de la implementación de programas de riego han intentado mejorar la forma en que se utiliza el agua, en especial el agua para riego. Sin embargo, debido a las fuertes convicciones de los campesinos y/o comunidades involucradas estos intentos han fracasado totalmente y se ha vuelto al método de uso de agua tradicional. Considerando la tradición y el acostumbrado derecho al agua en el área del Estudio y la experiencia de los proyectos de riego implementados anteriormente, el programa de desarrollo de riego propuesto por el Estudio no puede considerar ningún cambio en el método de uso de agua prevaleciente entre los campesinos y/o comunidades involucradas.

2.2 Requerimiento de Agua de Riego

Para establecer la dimensión de la infraestructura de riego en el plan de desarrollo de riego propuesto, se ha estimado el requerimiento teórico de agua de riego con los procedimientos descritos a continuación. Los requerimientos teóricos de agua de riego de los cultivos no han sido empleados como el método de distribución del agua de riego en el área del Estudio.

2.2.1 Potencial de Evapo-Transpiración

El potencial de evapo-transpiración (ET_o) ha sido estimado con el método Penman modificado. Se aplican los datos meteorológicos de la estación Belén porque

disponen de datos para la estimación del ETo. Los detalles de los procedimientos de estimación se muestran en el Cuadro G-2 y a continuación los resúmenes:

Unidad: mm/día												
Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
ETo	4.1	4.4	4.3	4.3	3.6	3.2	3.4	4.3	4.9	5.0	4.9	4.4

2.2.2 Coeficiente de Cultivo

El coeficiente de cultivo varía según el cultivo, la época de siembra y el período de crecimiento del cultivo. El coeficiente de cultivo de los cultivos propuestos se ha determinado haciendo referencia al "Informe N°24 de Riego y Drenaje de la FAO, Requerimiento de Agua de los Cultivos". Los patrones y calendarios de cultivo han sido propuestos tomando en cuenta las condiciones meteorológicas, la práctica de cultivo actual y la posibilidad de introducción para incrementar los ingresos agrícolas en el área del Estudio. Los cultivos principales son los siguientes: papa, quinua, oca, cebada, alfalfa, habas, cebolla, zanahoria y lechuga

2.2.3 Precipitación Efectiva

(1) Precipitación Probable

En base a los registros de precipitación de los 5 observatorios, el promedio de la precipitación mensual básica del área del Estudio ha sido determinada utilizando el método Thiessen. La precipitación probable anual con un período de retorno de 5 años ha sido calculada teóricamente en 450.9 mm/año. El porcentaje de distribución mensual de la precipitación promedio anual en el área del Estudio se emplea para la distribución mensual de la precipitación probable anual. La precipitación mensual probable es la siguiente:

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic	anual
Año promedio	122.4	79.1	74.1	36.3	19.9	19.3	7.5	17.2	24.0	30.6	54.8	84.1	569.3
%	21.5	13.9	13.0	6.4	3.5	3.4	1.3	3.0	4.2	5.4	9.6	14.8	100.0
Año probable	96.9	62.6	58.7	28.8	15.8	15.3	5.9	13.6	19.0	24.2	43.4	66.6	450.9

(2) Estimación de Precipitación Efectiva

La precipitación efectiva ha sido estimada mensualmente utilizando el método SCS desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). En el método SCS, la precipitación efectiva es estimada por la relación entre la media mensual de "ETcultivo" y la precipitación. La relación de los dos factores es la siguiente:

Precip. ET cultivo	25 mm	50 mm	75 mm	100 mm	125 mm	150 mm	175 mm
12.5 mm	7.5	8.0	8.7	9.0	9.2	10.0	10.5
25.0 mm	15.0	16.2	17.5	18.0	18.5	19.7	20.5
37.5 mm	22.5	24.0	26.2	27.5	28.2	29.2	30.5
50.0 mm	25.0	32.2	34.5	35.7	36.7	39.0	40.5
62.5 mm		39.7	42.5	44.5	46.0	48.5	50.5
75.0 mm		46.2	49.7	52.7	55.0	57.5	60.2
87.5 mm		50.0	56.7	60.2	63.7	66.0	69.7
100.0 mm			63.7	67.7	72.0	74.2	78.7
112.5 mm			70.5	75.0	80.2	82.5	87.2
125.0 mm			75.0	81.5	87.7	90.5	95.7
137.5 mm				88.7	95.2	98.7	104.0
150.0 mm				95.2	102.0	106.0	112.0

2.2.4 Eficiencia de Riego

(1) Cantidad de Filtración del Sistema de Canales

Para clarificar la cantidad de agua de filtración del sistema de canales, se realizaron mediciones del caudal en los sistemas principales de riego ubicados en las cuencas superior, media e inferior.

El caudal del canal fue medido en la sección entre un punto de derivación y el próximo punto de derivación o sección sin derivación. Los resultados de las mediciones son los siguientes:

Nº de Sistema	Comunidad	Cuenca	Caudal m³/seg			Distancia m	Pérdida %	Filtración l/100m
			Inicial	Final	Diferencia			
2	Belén	Inferior	0.038	0.023	0.015	750	39	2.0
9	Putuni, otros	Media	0.115	0.059	0.056	2,000	49	2.8
			0.039	0.010	0.029	750	74	3.8
21	Pairumani	Media	0.021	0.010	0.011	900	52	1.2
40	Avichaca	Media	0.018	0.015	0.003	700	17	0.4
46	Cala Cala	Media	0.091	0.020	0.071	1,450	78	4.8
48	Pongon Huyo	Media	0.054	0.038	0.016	650	30	2.5
27	Coromata	Superior	0.019	0.009	0.010	1,950	53	0.5
			0.013	0.011	0.002	950	15	0.2
32	Kerani	Superior	0.105	0.050	0.055	4,000	52	1.4

La medición se realizó del 4 al 19 de junio de 1997

En relación al cuadro anterior se puede resaltar lo siguiente:

- La sección medida tiene varios puntos de derivación. La mayoría están bloqueados con piedras o raíces de pasto, sin embargo, se puede ver un poco de filtración de agua en dichos puntos de derivación.
- La pérdida de agua en las secciones medidas oscila entre 15% a 78%. Sin embargo, se observaron los mismos caudales afluentes de otros bloques en las secciones de bajo valor.
- De los resultados de esta medición y los resultados de la observación de otros canales, se puede decir que más de un 20% de las pérdidas de agua podrían ser evitadas con el revestimiento de canales y la provisión de estructuras de derivación.

(2) Eficiencia General

La eficiencia de riego consiste de las eficiencias de transporte y de aplicación. Se ha supuesto que la eficiencia de transporte es de 70% para los canales sin revestimiento. A través de los resultados del estudio de filtración del sistema de canales existente, se puede decir que más de un 20% del agua de filtración de los canales podría ser evitada con el revestimiento de los canales y con estructuras derivadoras de concreto. Por lo tanto, se asumirá una eficiencia de transporte de canales con revestimiento de 90%. La eficiencia de aplicación a nivel campo se ha supuesto en 60% con las condiciones del método de riego por surcos. De allí que las eficiencias de riego totales se estiman en 42% para los canales sin revestimiento y 54% para los canales con revestimiento.

2.2.5 Requerimiento de Agua de Riego

El requerimiento de agua de cada cultivo principal ha sido estimado en base a las anteriores cifras y el calendario de cultivo como se muestra en el Cuadro G-3. A

continuación se presenta un resumen y detalles de los requerimientos de derivación de agua para los cultivos principales:

Cultivo	Requerimiento de Derivación (mm)	Máximo Requerimiento de Agua (l/seg/ha)
Papa	594	0.56
Cebada, Avena	506	0.47
Habas	947	0.64
Cebolla	557	0.64
Zanahoria	617	0.58
Lechuga	594	0.70
Alfalfa	Anual 2,093 nov - abril 909	0.89

En base a la actual tenencia de tierra y los cultivos producidos, se ha realizado una clasificación de los tipos de agricultura a través del análisis del manejo agrícola en el área del Estudio. El requerimiento de derivación de agua de cada tipo de agricultura ha sido estimado de la siguiente manera para establecer la capacidad de la infraestructura del sistema de riego. En el Cuadro G-4 se muestran los detalles.

Patrones Agrícolas	Requerimiento de Derivación por Unidad (mm/ha)	Requerimiento Máximo de Agua (l/seg/ha)
Tipo A (Cuenca Superior)	653	0.53
Tipo B (Cuenca Media)	749	0.54
Tipo C (Cuenca Media)	724	0.55
Tipo D (Cuenca Inferior)	820	0.57
Tipo E (Cuenca Inferior)	840	0.56
Tipo F (Cuenca Media)	1,007	0.61

2.2.6 Método de Riego

En el plan de mejoramiento se seguirá con el actual sistema de riego por gravedad desde la estructura de toma a las parcelas y el método de riego por surcos a nivel parcela. Los intervalos prevaletientes de rotación del uso de agua de riego también han sido incluidos en el plan de mejoramiento. Para establecer la sección con revestimiento de cada canal, se ha empleado la capacidad teórica del canal en base al área de regadío del bloque de rotación, consumo pico de agua de riego de los cultivos, etc. Considerando el uso actual del agua a nivel parcela, se ha considerado un área de bloque de rotación de 2 ha y las horas de riego en el día se establecen en 24 horas. Con el pico de consumo de agua de riego estimado para los cultivos, se ha estimado la capacidad del canal con la siguiente ecuación:

$$Q_{max} = (2.5 \text{ l/seg}) \times (\text{número de bloques de rotación})$$

$$\text{Número de bloques de rotación} = (\text{total área de regadío}) / (2 \text{ ha})$$

2.2.7 Requerimiento de Drenaje

Los requerimientos de drenaje en el área del Estudio han sido estimados empleando el método racional puesto que las áreas de drenaje objetivo generalmente son menores a 100ha. Para la estimación se ha empleado la precipitación diaria probable con un periodo de retorno de 5 años. Se ha supuesto un coeficiente de escorrentía de 0.75 y se ha asumido que el tiempo para evacuar el agua de lluvia en exceso son 12 horas considerando las condiciones actuales de las parcelas de terreno como son extensión, inclinación, etc. Con estas suposiciones, se ha estimado un requerimiento de drenaje de 6.41 l/seg/ha.

2.3.1 Extensión y Procedimientos de Implementación

Se han considerado tres etapas para la implementación de las obras: a corto, mediano y largo plazo. Puesto que las áreas objetivo del Estudio han sido establecidas en 8.000 ha, los sistemas de riego existentes ubicados fuera del área del Estudio se clasificarán en la categoría a largo plazo. En relación a los sistemas ubicados dentro del área del Estudio, se ha realizado una selección para los mejoramientos de mediano y corto plazo conforme a los siguientes criterios:

- En base a estos criterios, se ha evaluado la prioridad de los sistemas de riego existentes utilizando una matriz que se muestra en el Cuadro G-5. Cinco sistemas de riego han sido seleccionados como sistemas de mejoramiento a corto plazo y los demás sistemas han sido considerados sistemas de mejoramiento a mediano plazo. En el mismo cuadro se muestran los sistemas seleccionados. El siguiente es un resumen de los sistemas de mejoramiento por etapas:

Sistemas para la etapa a corto plazo (Sistema N°)
2, 3, 9, 12, 27 5 sistemas

Sistemas para la etapa a mediano plazo (Sistema N°)
1, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24,
25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33 27 sistemas

Sistemas para la etapa a largo plazo (Sistema N°)
34, 35, 35-1, 35-2, 36, 37, 39, 40, 41, 43, 46, 47, 49, 49-1, 50, 51,
52, 53, 53-1, 56, 57, 58, 59 23 sistemas

(1) Estructura de Toma

G - 10

de toma propuestas consisten de un dique guía y una porción de toma. El dique guía se establecerá dentro de la sección del río y la porción de toma en la ribera.

Los materiales del lecho del río serán utilizados para construir el dique guía cubriendo el gavión defensivo en las laderas. La porción de toma será diseñada de forma rectangular con estructuras de concreto reforzadas. Se proveerán muros de alas y de guardia al inicio de la porción de toma.

(2) Canales

Se ha considerado un revestimiento de mampostería en los canales principales y parte de los secundarios para evitar grandes pérdidas de agua. Básicamente en el diseño no se ha planificado ninguna modificación en la ruta del canal. Las secciones de los canales serán diseñadas con los requerimientos picos de agua teóricos del área de regadío. Sin embargo, se diseñaran secciones con revestimiento en un 100% a 80% de las secciones de canales que lo requieren, dependiendo de la capacidad del canal. La longitud del canal en cada etapa de implementación es la siguiente:

Etapas	Nº de sistemas	Longitud del Canal (km)	
		Principal	Secundario
Corto plazo	5	57.3	11.4
Mediano plazo	27	60.3	13.3
Largo plazo	23	59.1	10.0

(3) Estructuras Relativas al Canal

Se ha diseñado un camino de operación y mantenimiento a lo largo del canal principal y los canales secundarios dado que no existe un camino a lo largo de los canales principal y de riego existentes. Se diseñarán estructuras derivadoras del canal principal a los canales secundarios, y de los canales a cada parcela para evitar un excesivo uso del agua y pérdidas en los puntos de derivación. Se colocará una compuerta en los puntos de derivación. Se diseñarán estructuras para cruzar el canal y/o además el canal mismo será diseñado para cruzar los caminos y riachuelos.

(4) Embalses

Para suplementar el agua de riego, en lo posible se diseñarán embalses junto a los canales de riego. Básicamente, el cuerpo de la presa para el embalse será diseñado como una estructura combinada con el camino o ribera del canal.

En los embalses propuestos, se ha planificado el cultivo de peces. A través del estudio de campo, se confirmaron los siguientes tres (3) lugares como posibles ubicaciones para los embalses:

Sistema de Riego Nº	Ubicación	Cuerpo de la presa		Capacidad del embalse (m³)
		Altura (m)	Longitud (m)	
9	Putuni	2.5	700	140,000
12	Pajchani Molino	2.5	300	60,000
16	Icrana	4.0	350	115,000

(5) Obras de Operación y Mantenimiento

El CRC (Centro de Revitalización Comunitaria) proporciona maquinaria y equipos para el mantenimiento de los caminos y de los sistemas de canales en el área del Estudio. Esos equipos de operación y mantenimiento serán utilizados plenamente para mantener los sistemas de canales y ahorrar mano de obra en el trabajo de mantenimiento.

2.3.3 Area de Riego Teórica

Con el mejoramiento del sistema de canales existente, se ha estimado en forma teórica un incremento en el área de riego tomando en cuenta las siguientes condiciones:

- Los resultados analizados de un estudio hidrológico (probabilidad de no-excedente de 1 a 5 años) en la cuenca del Río Keka han sido empleados como el caudal de río disponible para uso de riego en las cuencas superior, media e inferior. Para los tributarios, se ha utilizado el caudal específico de las cuencas media y/o superior del Río Keka para estimar el área irrigable. El régimen de caudal en cada punto es el siguiente:

Lugar	Area	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
Río Keka Sup.	371	5.75	7.67	5.31	2.45	1.15	0.53	0.31	0.33	0.38	0.42	1.10	2.72
Media	714	5.74	7.73	5.30	2.32	0.99	0.37	0.14	0.15	0.20	0.24	0.92	2.56
Inferior	722	5.62	7.62	5.18	2.21	0.89	0.28	0.02	0.05	0.10	0.11	0.81	2.43
R. Corpa Jahuirá	74	0.59	0.80	0.55	0.24	0.10	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02	0.10	0.27
R. Chiar Johko	119	0.96	1.29	0.88	0.39	0.17	0.06	0.02	0.03	0.03	0.04	0.15	0.43
R. Jallpa	49	0.76	1.01	0.70	0.32	0.15	0.07	0.04	0.04	0.05	0.06	0.15	0.36
R. Kellhuani	36	0.56	0.74	0.52	0.24	0.11	0.05	0.03	0.03	0.04	0.04	0.11	0.26

- El tipo de agricultura en el área del Estudio ha sido establecida considerando las características de la cuenca a través del análisis del manejo agrícola existente en la Cuenca del Río Keka. El plan de desarrollo agrícola también ha sido establecido en base a esos tipos de agricultura. El requerimiento de agua de riego ha sido estimado para cada tipo de agricultura. Entre los seis tipos de agricultura, se seleccionaron tipos representativos de cada cuenca. De allí que para la cuenca superior se seleccionó el Tipo C, para la cuenca media el Tipo B y para la cuenca inferior el Tipo E.
- El área de regadío durante la época de lluvias ha sido estimada con el requerimiento de agua del tipo de agricultura representativa. Por otro lado, el área de regadío durante la época seca, ha sido estimada utilizando el requerimiento de agua de la alfalfa.
- Para expresar los efectos del revestimiento de canales, se ha considerado un cambio en las pérdidas por transporte en el canal como se ha descrito en las secciones anteriores. La eficiencia global de riego en los cálculos de requerimiento de agua de desviación ha sido estimada en 0,42 para la condición de proyecto "sin revestimiento", y en 0,54 para la condición de proyecto "con revestimiento". Los requerimientos de agua de desviación son los siguientes:

Cuenca	Eficiencia	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
Epoca lluvia													
Superior	42%	0.44	0.47	0.23	0.13	0.12	0.11	0.12	0.15	0.18	0.55	0.73	0.63
(Tipo C)	54%	0.34	0.37	0.18	0.10	0.09	0.08	0.09	0.11	0.14	0.43	0.57	0.49
Media	42%	0.42	0.46	0.28	0.08	0.07	0.06	0.07	0.09	0.11	0.39	0.69	0.61
Tipo B	54%	0.33	0.35	0.21	0.06	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.31	0.54	0.48
Inferior	42%	0.41	0.50	0.31	0.10	0.08	0.07	0.09	0.15	0.24	0.49	0.72	0.61
Tipo E	54%	0.32	0.39	0.24	0.07	0.06	0.05	0.07	0.12	0.19	0.38	0.56	0.47
Epoca seca													
Alfalfa	42%	0.45	0.70	0.73	0.93	0.84	0.74	0.85	1.03	1.15	1.14	0.97	0.71
	54%	0.35	0.54	0.57	0.72	0.65	0.57	0.66	0.80	0.89	0.89	0.76	0.55

- En base al caudal de río disponible y el requerimiento de agua de desviación requerido en el área del estudio, el incremento del área de riego por el mejoramiento de los canales ha sido estimado teóricamente con la condición de que la probabilidad de no-excedente sea de 1 a 5 años. En el Cuadro G-5 se muestran los resultados detallados estimados y el resumen según las cuencas:

	Nº de sistemas de riego	Total neto área de riego (ha)	Área de Regadío (ha)					
			Sin mejoramiento		Con mejoramiento		Área incrementada	
			Epoca de lluvia	Epoca seca	Epoca de lluvia	Epoca seca	Epoca lluvia	Epoca seca
C. Inferior	3	998	224	23	288	30	64	7
C. Media	31	2,600	710	169	913	217	203	48
C. Superior	21	2,064	1,065	407	1,174	523	109	116
Total	55	5,662	1,999	599	2,375	770	376	171

- Los siguientes son los resúmenes de las áreas de regadío conforme a etapas de implementación:

	Nº de sistemas de riego	Total neto área de riego (ha)	Área de Regadío (ha)					
			Sin mejoramiento		Con mejoramiento		Área incrementada	
			Epoca de lluvia	Epoca seca	Epoca de lluvia	Epoca seca	Epoca lluvia	Epoca seca
Corto plazo	5	1,683	775.9	241.1	884.4	310.2	108.5	69.0
Mediano plazo	27	1,789	815.1	245.9	965.6	315.8	150.5	70.0
Largo plazo	23	2,190	408.0	112.0	525.0	144.0	117.0	32.0
Total	55	5,662	1,999.0	599.0	2,375.0	770.0	376.0	171.0

2.4 Manejo del Agua y Plan de Operación y Mantenimiento

Todos los sistemas de riego existentes en el área del Estudio han sido construidos con el método de riego por gravedad desde la fuente de agua hasta cada parcela. Para utilizar el agua en forma equitativa entre los beneficiarios, se ha difundido bastante el sistema de riego rotatorio entre los sistemas existentes. En muchos de los sistemas de riego existentes existe incompatibilidad entre el agua disponible para riego y el área a ser regada; no se realiza un uso teórico del agua en base al requerimiento de agua de los cultivos, y prevalece la distribución de agua conforme a un horario establecido entre los campesinos.

No se puede considerar ningún cambio en el método de uso de agua prevaleciente entre los campesinos y/o comunidades en el plan de desarrollo del riego del Estudio dada la tradición y la costumbre de derecho al agua en el área. Sin embargo, la distribución certera y eficiente de agua será mejorada con las estructuras de mejoramiento relativas al canal.

Para proceder con una operación y un mantenimiento efectivo y sin problemas de las infraestructura de riego mejorada, es esencial activar el grupo de usuarios de agua a nivel comunidad y la asociación de usuarios de agua a nivel de cuencas. Ambas organizaciones han sido establecidas y funcionan bien en el área del Estudio. El enfoque de la organización de manejo del agua en el plan de desarrollo del riego es el siguiente:

2.4.1 Grupo de Usuarios del Agua

El grupo de usuarios del agua de los sistemas de riego existentes ha sido organizado a nivel comunidad. El alcalde Agua es el jefe del grupo de usuarios del agua y

es responsable de todos los trabajos de operación y mantenimiento del sistema de canales de riego que sirven su área.

Cuando el sistema de riego está formado por varias comunidades, se realiza una consulta en relación al manejo del agua y los trabajos de operación y mantenimiento entre los Alcaldes Agua relacionados al sistema. A juzgar por las actuales actividades de estos grupos de usuarios de agua, no se ha propuesto una nueva organización para el manejo del agua en el plan de desarrollo del riego.

2.4.2 Asociación de Usuarios del Agua

En la actualidad existen dos asociaciones de usuarios del agua en los tramos superior e inferior del Río Keka en el área del Estudio. Existe una ausencia de comunicación y de relaciones sociales entre ambas debido a diferencias por la fuente de agua para riego y las condiciones socio-económicas de las áreas respectivas. Sería deseable una asociación integrada de usuarios del agua en la cuenca del Río Keka para así lograr un manejo eficiente para toda la cuenca; sin embargo, el proyecto no deberá intervenir por una unidad de las asociaciones.

Para distribuir el agua razonablemente entre los beneficiarios, las comunidades rurales tienen sus sistemas según su propio sentido social. La situación será cambiada dependiendo de la necesidad.

Aunque la situación de ambas asociaciones de usuarios del agua es admitida, se recomienda tener cierto órgano de comunicación entre las dos asociaciones para el desarrollo y el uso efectivo del agua de la cuenca del Río Keka.

III PERFIL DEL PROYECTO DE RIEGO (FORMULARIO UCEP-PRONAR)

3.1 Resumen

El Estudio de Factibilidad del Desarrollo Agrícola del Área de Achacachi ha sido ejecutado conforme al "Programa de Desarrollo Agrícola Regional Articulado a Ciudades Intermedias (PRODARCI)" preparado por la SNAG. El programa pretende mitigar la situación de pobreza y controlar el flujo migratorio de las áreas rurales a las ciudades grandes a través del mejoramiento de la producción agrícola y de las condiciones de vida de los alrededores de las ciudades intermedias como el área de Achacachi.

A través del estudio de factibilidad, se propusieron cuatro componentes principales para alcanzar las metas del PRODARCI. Estos son 1) el mejoramiento del manejo agrícola actual, 2) mejoramiento de la infraestructura agrícola, 3) el establecimiento de un sistema de apoyo agrícola, y 4) el mejoramiento de la infraestructura rural. El plan de desarrollo de riego del proyecto está incluido en el mejoramiento de la infraestructura agrícola, y consiste principalmente de los trabajos de rehabilitación de la infraestructura de riego existente como son el revestimiento de canales, provisión de estructuras desviadoras de concreto, etc.

3.2 Aspectos Generales

3.2.1 Ubicación

El área del proyecto está ubicada en la parte norte del Altiplano. La ciudad de Achacachi, capital de la Subprefectura Omasuyos y ubicada a 80 km de La Paz, es el centro de actividades de administración regional y económicas en el área del proyecto. El Río Keka fluye por el centro del área del proyecto y la cuenca está a una altura entre los 3.800 m y 4.200 m. El área del proyecto pertenece a las Provincias Omasuyos y Los Andes del Departamento de La Paz y se encuentra demarcada por el Cantón Warisala en la parte norte, por el Cantón Huarina en el sur, el Cantón Kerani al este y el Lago Titicaca al oeste. El área del proyecto incluye treinta comunidades y la ciudad de Achacachi.

3.2.2 Antecedentes del Proyecto

El sector de la agricultura en Bolivia ha logrado un papel importante en la economía nacional. El total de los productos de este sector ocuparon alrededor de un 16 por ciento del PIB en 1995. El Altiplano y los Valles donde habita un 70% de la población total de Bolivia, aún juegan un papel económico y social importante en el país. Sin embargo, más de un 80% de la población rural en estas áreas sufren y viven en una situación de pobreza. La migración de estos habitantes rurales a las ciudades grandes ahora está ocasionando problemas sociales como es la excesiva concentración de población en las ciudades grandes.

Tomando en cuenta estas situaciones sociales, la SNAG estableció en 1993 un "Programa de Desarrollo Agrícola Regional Articulado a Ciudades Intermedias" en línea con el "Plan Básico para el Desarrollo del Sector Intermedio 1994-1997" que es la estrategia básica para promover la agricultura del país. El programa pretende aliviar la pobreza y controlar la migración del campo a las ciudades a través del mejoramiento de la infraestructura para la producción agrícola y las condiciones de vida en las principales poblaciones rurales y sus alrededores.

Ante esta situación actual, el Estudio de Factibilidad del Desarrollo Agrícola del Área de Achacachi se lleva a cabo como una prioridad del "Programa de Desarrollo Agrícola Regional Articulado a Ciudades Intermedias".

3.2.3 Objetivos y Metas del Proyecto

Los propósitos principales del proyecto son los siguientes: i) procurar mejorar la economía de los hogares campesinos y las condiciones para el establecimiento de los habitantes del área al promover la producción agrícola; ii) activar la economía regional y facilitar el establecimiento de los campesinos al promover la producción agrícola en las áreas circundantes a las ciudades intermedias tal como se expresa en el Program de Desarrollo Agrícola Regional Articulado a Ciudades Intermedias (PRODARCI)" que es el programa político precedente del proyecto.

3.3 Descripción General del Area del Proyecto

3.3.1 Aspectos Climáticos

El área del proyecto pertenece al clima subtropical de tierras altas. La diferencia entre la época de lluvia y la época seca es clara y la mayor parte de la precipitación anual total cae en la época de lluvias. La precipitación anual total de la cuenca del Río Keka es alrededor de 670 mm y hay unos 80 mm de diferencia en comparación con el área del proyecto que tiene una precipitación anual total de 588 mm. Los valores promedio por mes son los siguientes:

Precipita.		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic	total
Mensual	A. Estudio	119.3	85.4	74.1	33.1	23.8	12.2	9.0	15.9	30.0	37.2	53.8	94.7	588.6
	A. Captación	130.8	96.1	84.3	40.9	29.3	16.2	11.9	21.2	35.5	44.7	62.2	97.1	670.3

La media de humedad relativa anual es cerca de 66% y es relativamente alta en enero y baja en julio. La evaporación anual total es más de 1,400 mm y hay mucha evaporación alrededor de los meses de octubre y noviembre. La dirección de los vientos prevaecientes es del noroeste y del norte. Hay un promedio de 170 días de heladas al año. Durante los meses de mayo, junio, julio y agosto se registran más de 25 días de heladas. No se han registrado muchos días con tormentas de granizo recientemente cuyo promedio al año son solo 3 días.

3.3.2 Aspectos Geológicos

(1) Características del Suelo en la Cuenca Superior

Los suelos son superficiales con un solo estrato de 0 a 20 cm de textura media moldeada por grava y piedras en estratos más profundos. Estos suelos tienen una baja capacidad de retención de humedad; son excesivamente drenados. Los contenidos de Ca y Mg intercambiables varían de Bajo a Moderado, el Na de Moderado a Alto, y el intercambio de cationes de K de Bajo a Moderado. Según las características relativas, principalmente debido a las delgadas capas arables, estos suelos son clasificados bajo la categoría "Clase 6". Esta categoría sugiere que son suelos no apropiados para cultivos anuales debido a problemas de textura y de erosión.

En esta área, la mayoría de los campesinos hacen pastar a su ganado de carne o lechero, pero con una baja productividad debido a la escasez de forrajes. Por lo tanto, como los suelos deben ser utilizados efectivamente para la producción de forrajes, se recomienda planificar una mezcla de cultivos de alfalfa con pastos forrajeros

- Suelos superficiales: textura fina con arena 46%, limo 35%, y arcilla 19%.
pH: 5.7 EC: 0.03 y CEC: 13.4 meq/100g (Moderado).
- Aptitud de riego: Clase 6

- Cultivos apropiados: Cultivos forrajeros (Alfalfa y pastos forrajeros)

(2) Características del Suelo en la Cuenca Media

Las características generales de los suelos son similares a las de la cuenca superior, siendo superficiales con una baja capacidad de retención de humedad. En estos suelos se recomienda cultivar cultivos perennes como son alfalfa con pastos forrajeros o pasto llorón. Los suelos de estas áreas requieren un manejo cuidadoso del riego. Será necesario introducir prácticas mejoradas de manejo del agua de riego. Estos suelos han sido clasificados "Clase 4" que señala no ser apropiados para cultivos anuales debido a problemas de erosión y de humedad. Dentro de esta área, sin embargo, existe una pequeña terraza aluvial reciente clasificada como "Clase 4" donde se puede practicar una producción intensiva.

- Suelos superficiales: Textura fina arenosa con arena 60%, limo 25%, y arcilla 15%.
pH: 5.8; EC: 0.029 y CEC: 11.0 meq./100 (Moderado)
- Aptitud de riego: Clase 4, apropiado para forrajes (Alfalfa con forrajes/pasto llorón)
- 22 a 79 cm profundidad: Textura fina arenosa con arena 50%, limo 12%, arcilla 38%.
pH: 6.7; EC: 0.024, y CEC: 14.0 meq/100g (Moderado)

(3) Características del Suelo en la Cuenca Inferior

Los suelos de esta área corresponden a suelos de topografía plana. Son moderadamente desarrollados y moderadamente profundos, de textura fina arcillosa a fina limosa, de color plomo oscuro en las capas superficiales y suelos abigarrados en estratos más profundos. Estos son suelos con una buena retención de humedad. Las características químicas generales son reacciones neutras a alcalinas fuertes, un pH 6.7 en la capa arable, y pH 9.0 a una profundidad de 50 a 64 cm. El contenido intercambiable de Ca y Mg es Bajo a Moderado, y de Na es Alto especialmente en la parte profunda. Por lo tanto, el manejo del agua en el riego debe hacerse con mucho cuidado puesto que pueden aparecer capas salinas en la profundidad con un uso excesivo de agua. Estos suelos son apropiados para cultivos anuales. Los campesinos utilizan las tierras para producir cultivos forrajeros para alimentar a su ganado de leche; tienen problemas de forrajes debido al exceso de animales.

- Suelos de profundidad moderada: Textura marga arcillosa con arena 23%, limo 49%, arcilla 15%.
pH: 6.7; EC: 0.075, y CEC: 11.5 meq/100g (Bajo)
- Aptitud de riego: Clase 3
- Apropriados para cultivos anuales: papa, cebolla, zanahoria, haba, cebada, avena, etc.
- 50 a 60 cm profundidad: Textura marga limosa con arena 29%, limo 25%, arcilla 16%.
pH: 9.0; EC: 0.3 y CEC: 10.0 meq/100g (Bajo)

3.3.3 Aspectos Socio-económicos

La población y la cantidad de familias en el área del Estudio son las siguientes según las comunidades relativas al proyecto:

Nº	Comunidad Relativa	Toda la Comunidad		Área del Proyecto
		Población	Familias	Familias
1.	Kerani	2,500	420	103
2.	Chachacomani	2,314	630	6
3.	Coromata Alta	400	70	70
4.	Coromata Media	500	138	138
5.	Coromata Baja	900	200	89
6.	Berenguela	230	40	40
7.	Corpaputu	1,500	250	9
8.	Pongon Huyo	1,337	380	93
9.	Pairumani	500	160	117
10.	Icrana	150	34	22
11.	Pajchani Grande	670	90	90
12.	Pajchani Molino	300	80	80
13.	Cala Cala	550	240	240
14.	Barco Cala Cala	35	14	14
15.	Suntia Común	149	22	22
16.	Suntia Chico	180	30	30
17.	Suntia Grande	300	65	65
18.	Putuni	180	39	39
19.	Marca Masaya	600	145	64
20.	Jahuirlaca	700	150	150
21.	Avichaca	1,700	300	206
22.	Kjasina	900	200	22
23.	Cajon Pata	100	32	32
24.	Tipampa	500	123	56
25.	Taramaya	1,500	350	196
26.	Arasaya Chico	250	80	78
27.	Arasaya Kentuyo	160	40	40
28.	Arasaya Patanivi	170	40	40
29.	Belén	2,000	500	500
30.	Barco Belén	515	125	125
31.	Ciudad de Achacachi	15,000	1,623	-
Total		36,790	6,610	2,773

La mayoría de las personas que viven en el área del proyecto trabajan en la agricultura, ya sea en la producción de cultivos o en la cría de ganado o en ambos. En las comunidades, en especial en aquellas cercanas a la ciudad de Achacachi, hay familias que ya no se dedican a la agricultura puesto que trabajan como jornaleros, maestros, comerciantes minoristas, tejedores, etc. Estas familias representan un 10 a 40%. También hay familias cuyo jefe de familia se encuentra trabajando temporalmente en La Paz u otras ciudades.

La mayoría de los campesinos del área del proyecto viven a nivel de subsistencia. Según los resultados de las encuestas realizadas a los campesinos durante el proyecto, la principal fuente de ingresos del jefe de familia en un 60% de las familias, es la cría de ganado vacuno, que incluye la venta de carne, leche, queso, huevos, etc.; las actividades comerciales como son el trueque y la venta minorista, etc. son la principal fuente de ingresos de un 12% de las familias, la producción de cultivos de un 7%, la mano de obra de un 6% y otros, para el restante 15% según los resultados del estudio realizado por un consultor local. Como fuente secundaria de ingresos, la cría de ganado vacuno es la fuente secundaria de ingresos de un 14% de las familias, la mano de obra de un 9%, las actividades comerciales de un 8% de las familias, y la producción de cultivos de un 6%. Sin embargo, la mitad de los jefes de familia no cuentan con una fuente secundaria de ingresos.

3.3.4 Aspectos Productivos

Los patrones básicos de agricultura en el área del proyecto son los patrones agrícolas típicos del Altiplano. Es una agricultura mixta, que combina la crianza de ganado básicamente con forrajes como son cebada, avena, alfalfa, etc., con el cultivo de papa para auto consumo, y la producción de algunos cultivos comerciales como son habas, cebolla, zanahoria, lechuga, etc.

En la década del setenta se extendió la crianza de ovejas. En las cuencas superior y media superior, donde hay suficientes praderas de uso comunal, se puede ver la crianza de ovejas a gran escala; entre 30 a 60 ovejas. En la cuenca superior también crían aproximadamente unas 7.000 cabezas de llamas y alpacas, aunque las tierras de pastoreo están ubicadas fuera del área del proyecto al pie de la montaña.

La producción lechera originalmente fue desarrollada en la comunidad Belén a principios de los años 80 por una ONG con un crédito para vaquillas y la extensión de alfalfa. La Estación Experimental Belén y CORDEPAZ han ayudado el desarrollo lechero en las cuencas media e inferior. Sin embargo, la Estación Experimental ha sido entregada a la Universidad, y CORDEPAZ fue disuelta en 1995.

En la actualidad, el sistema de recolección de leche en esas áreas ha sido mantenido y la producción lechera es la fuente principal de ingresos de las cuencas media e inferior. Los tipos de agricultura en el área del proyecto pueden ser clasificados en los siguientes seis tipos:

(1) Tipo A

Se encuentra en la cuenca superior, donde diversos tipos de animales como son ovejas, ganado vacuno para producción de carne, vacas lecheras, etc. son el punto principal del manejo agrícola. En el caso de granjas con terrenos amplios de más de 3 ha con suficientes forrajes y pastizales, los campesinos tienen 7 cabezas de ganado vacuno (4.5 reses y 2.5 de vacas lecheras) y 24 ovejas como promedio. La extensión promedio de los terrenos se estima en 4 ha, pero la tierra cultivable ocupa solo 1 ha. De allí, 0.6 ha son empleadas para los cultivos de auto consumo como son papas y quinua, y 0.4 ha para cultivos forrajeros como son cebada y avena.

(2) Tipo B

En la cuenca media, abarca granjas grandes de más de 3 ha con suficientes cultivos forrajeros y pastizales. Los campesinos tienen 5.6 cabezas de ganado vacuno (3.0 cabezas de reses y 2.6 de vacas lecheras) y 17 ovejas como promedio. La extensión promedio de los terrenos se estima en 4 ha: 1 ha de cultivos y 3 ha de barbechos o pastizales. Ellos ya han cultivado alfalfa y ponen mayor énfasis en la producción de leche, con resultados un poco mejores que los campesinos del Tipo A.

(3) Tipo C

En la cuenca media inferior, los campesinos con extensiones de terreno menores a 3 ha clasifican en esta categoría. El aspecto principal del manejo agrícola es la producción de cultivos comerciales como son papas, habas, cebollas, zanahorias, lechugas, etc. Esta categoría incluso incluye a campesinos con extensiones de terreno limitadas (0 a 1.5 ha) en el área río abajo. Tienen 2.4 cabezas de ganado vacuno (1.0 de ganado de carne y 1.4 vacas lecheras) y 3 ovejas; producen 0.1 ha de alfalfa y 0.2 ha de cultivos forrajeros (cebada/avena) como promedio.

(4) Tipo D

Este tipo se encuentra en la cuenca inferior y abarca a la mayoría de los campesinos (58%) con más de 1.5 ha y menos de 3ha de terrenos y casi la misma cantidad de fuentes de ingresos - producción lechera, cultivos comerciales, ganado de carne. Tienen 5.3 cabezas de ganado vacuno (2.6 de reses y 2.7 vacas lecheras) y 3 ovejas. Producen 0.3ha de alfalfa y 0.6ha de cultivos forrajeros (cebada/avena) como promedio. Cultivan 2ha de terreno con 0.4ha de cultivos comerciales como papa, haba, cebolla, etc.

(5) Tipo E

Este tipo se encuentra en las cuencas inferior y media inferior y abarca campesinos propietarios de extensiones grandes de terreno - más de 3ha, con suficientes cultivos forrajeros y pastizales. Tienen 6.4 cabezas de ganado vacuno (2.8 de reses y 3.6 vacas lecheras) y 8 ovejas como promedio. La extensión promedio de los terrenos se estima en 4 ha: 2 ha de cultivos y 2 ha de barbechos o pastizales. Producen 0.4 ha de alfalfa, y la actividad agrícola principal es la producción lechera, y manejan esta actividad mejor que a los campesinos Tipo A y Tipo B.

(6) Tipo F

Este tipo se encuentra en las cuencas superior y media superior y abarca campesinos con terrenos menores a 3 ha. Estos no pueden producir cultivos comerciales debido a los suelos inapropiados para esta actividad, problemas de comercialización y condiciones climáticas severas. Poseen 1.5 ha de tierras propias, sin embargo, los cultivos ocupan solo 0.8ha como promedio, y tienen 1.6 cabezas de ganado vacuno (0.9 de reses y 0.7 vacas lecheras) y 5 ovejas como promedio. Producen cultivos forrajeros (cebada/avena) en 0.2 ha como promedio. Según los datos acerca del componente familiar obtenidos por las entrevistas, los campesinos de este tipo son de la nueva generación o campesinos ancianos que se mantienen a sí mismos.

3.3.5 Sistema de Riego Existente

Se identificaron cincuenta y cinco sistemas de riego y drenaje en la cuenca del Río Keka, 32 sistemas en el curso principal del Río, y 23 sistemas en los tributarios. A continuación se presenta un resumen de los sistemas.

Cuenca del Río Keka	Nº de Sistemas de Riego	Área Bruta de Regadío (ha)
Curso Principal del Río	32	3,958
Tributarios	23	2,698
Total	55	6,656

Todo el sistema de riego en el área del Estudio ha sido construido usando el método de riego por gravedad desde la fuente de agua hasta las parcelas de las granjas. No se pudo observar un sistema claro de drenaje en cada sistema de riego. La costumbre es un canal de doble propósito para riego y drenaje especialmente en los tramos río abajo de cada sistema de riego. Para utilizar la limitada cantidad de agua de riego en forma equitativa entre los beneficiarios, el método de riego rotatorio es ampliamente utilizado en cada sistema de riego. A nivel de parcela, el método de riego que prevalece el riego por surcos.

El Alcalde de Aguas es responsable de todos los trabajos de operación y mantenimiento relativos a los canales de riego en su zona. Generalmente, los trabajos de mantenimiento de los canales de riego son ejecutados por los campesinos relativos a los

canales, antes de la época de lluvia. Los principales trabajos de mantenimiento son la limpieza, el dragado, la reparación de las paredes y de las secciones de cruce de caminos.

En 1980, las comunidades de la Subprefectura Omasuyos organizaron una asociación de usuarios del agua; esta asociación se denominó "Comité Central Río Keka". En ese entonces, las comunidades que pertenecían a la Provincia Los Andes no formaron parte de la Asociación puesto que obtenían suficiente agua de los tributarios del Río Keka. En respuesta al reciente programa de desarrollo agrícola en la cuenca del Río Keka, en agosto de 1996, siete comunidades pertenecientes a la Provincia Los Andes establecieron una asociación de usuarios del agua y la denominaron "Asociación de San Juan de Chachacomani.

3.4 Equilibrio Hidrológico

3.4.1 Fuente de Agua

El área del Estudio se extiende junto con el Río Keka que tiene tres tributarios dentro del área del Estudio, a saber: Río Corpa, Río Japa Jahuirá y Río Chiar Jokho desde los tramos superiores del curso del río. Debido a las infiltraciones del caudal en el lecho del río, se pueden ver manantiales en el tramo medio del curso del Río Keka. Durante la época seca, no hay caudal de agua disponible en el Río Corpa y en el Río Japa Jahuirá debido a la utilización del agua para el riego en las tramos superiores y la infiltración del caudal en el lecho del río.

Aproximadamente 31 sistemas de riego toman agua del Río Keka. Entre estos sistemas existen tres que sirven a grandes áreas y toman agua para riego todo el año. Estas tomas se encuentran en la Comunidad Coromata Alta (toma alta), en la Comunidad Pajchani Molino (toma media), y en la Comunidad Putuni (toma baja). Durante el estudio de campo se realizaron mediciones en las tres tomas principales del canal mencionado anteriormente.

Los resultados fueron 0.23 m³/seg. para la toma alta, 0.10 m³/seg. para la toma media, y 0.35 m³/seg. para la toma baja. Estos volúmenes pueden ser considerados como la capacidad máxima del canal de cada sistema de riego.

Se estimó la media mensual del caudal en la estación hidrológica de Achacachi y en los puntos principales de derivación para riego del Río Keka, en base a los datos de caudal de la estación de medición de Achacachi tomando en cuenta la escorrentía del manantial y los volúmenes de las tomas en los puntos principales de derivación. Los resultados se presentan en el Cuadro G-6 y el resumen a continuación. En la estimación, el volumen de las tomas de los puntos de derivación ubicados en los tramos superiores ha sido restado en el caso de la escorrentía en los puntos de derivación. En cuanto a la estación de medición de Achacachi, no se realizó ninguna disminución del volumen de toma en los puntos superiores de derivación.

Estación	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
Achacachi	10.05	13.84	10.96	7.19	3.27	1.58	0.79	0.64	0.61	1.11	2.87	7.23
T. Superior (C. Alta)	8.48	11.78	9.24	6.04	2.71	1.31	0.64	0.57	0.58	0.95	2.42	6.09
T. Medio (Putuni)	8.46	11.84	9.24	5.91	2.53	1.12	0.44	0.38	0.38	0.76	2.25	5.96
T. Inferior (Belén)	8.36	11.73	9.14	5.80	2.43	1.02	0.34	0.27	0.28	0.66	2.14	5.86

Se realizó un análisis de probabilidad del caudal de río disponible en cada punto de derivación y en la estación de medición de Achacachi en base a la media del caudal mensual estimado en cada punto del curso del Río Keka. El análisis se realizó cada mes en los años de caudal alto (probabilidad de excedente para un período de retorno de 5 años), años de caudal promedio (probabilidad de excedente para un período de retorno de

2 años), y años de caudal bajo (probabilidad de no excedente para un período de retorno de 5 años). A continuación se presentan los resultados de los cálculos. En los cálculos, el volumen de las tomas de los puntos de derivación ubicados en los tramos superiores ha sido restado en el caso de la escorrentía en los puntos de derivación. En cuanto a la estación de medición de Achacachi, no se realizó ninguna disminución del volumen de toma en los puntos superiores de derivación.

		(unidad: m3/sec)											
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Achacachi	CA	19.26	24.35	20.37	12.11	5.04	2.09	1.06	0.75	1.67	1.88	4.53	15.06
	CP	11.53	14.93	11.46	6.01	2.68	1.17	0.65	0.52	0.71	0.98	2.45	7.06
	CB	6.91	9.15	6.44	2.98	1.42	0.66	0.39	0.36	0.30	0.51	1.33	3.31
T. Superior (Coromata Alta)	CA	16.46	20.94	17.43	10.20	4.19	1.72	0.85	0.71	0.94	1.63	3.85	12.80
	CP	9.73	12.68	9.62	5.00	2.20	0.95	0.51	0.49	0.60	0.83	2.06	5.90
	CB	5.75	7.67	5.31	2.45	1.15	0.53	0.31	0.33	0.38	0.42	1.10	2.72
T. Medio (Putuni)	CA	16.48	20.98	17.43	10.03	3.95	1.43	0.58	0.48	0.69	1.36	3.63	12.69
	CP	9.73	12.74	9.62	4.82	1.97	0.73	0.28	0.27	0.38	0.57	1.83	5.70
	CB	5.74	7.73	5.30	2.32	0.99	0.37	0.14	0.15	0.20	0.24	0.92	2.56
T. Inferior (Belén)	CA	16.37	20.89	17.36	9.90	3.81	1.27	0.63	0.34	0.55	1.26	3.53	12.65
	CP	9.59	12.62	9.48	4.68	1.84	0.60	0.11	0.13	0.24	0.38	1.69	5.55
	CB	5.62	7.62	5.18	2.21	0.89	0.28	0.02	0.05	0.10	0.11	0.81	2.43

CA: Año Caudal Alto; CP: Año Caudal Promedio; CB: Año Caudal Bajo

La calidad del agua fue examinada en dos oportunidades, en la época de lluvias y en el verano. Se tomaron muestras de los ríos (9 puntos), pozos y manantiales (5 puntos), lago (1 punto). Los resultados de la investigación fueron interpretados en base a las normas de agua potable. Los detalles de los puntos de muestreo son los siguientes:

Nº	Punto de Muestreo	Lugar
M-1	Pozo	Kerani, Provincia Los Andes
M-2	Pozo	Coromata Baja, Provincia Omasuyos
M-3	Río Keka	Coromata Alta, Provincia Omasuyos
M-4	Río Keka	Pairumani, Provincia Omasuyos
M-5	Río Keka	Pajchani Molino, Provincia Omasuyos
M-6	Agua de manantial	Pajchani Molino, Provincia Omasuyos
M-7	Río Keka	Putuni, Provincia Omasuyos
M-8	Pozo	Pajchani Molino, Provincia Omasuyos
M-9	Río Chiar Kala	Cala Cala, Provincia Omasuyos
M-10	Río Keka	Comunidad Chiar Keka, Provincia Omasuyos
M-11	Río Keka	Municipalidad de Achacachi
M-12	Río Keka	Arasaya Chico, Provincia Omasuyos
M-13	Río Keka, Lago Titicaca	Barco Belén, Provincia Omasuyos
M-14	Pozo	Marca Masaya, Provincia Omasuyos

El valor promedio para coliformes fue $1.60E+02 \sim 3.20E+04$ Col/ml en la primera oportunidad en todos los puntos de muestra. Todos los valores medidos excedieron $1.00E+01$ Col/ml que es el standard de las normas. Los valores de BOD fueron 10.0 a 21.0 mg/l, lo cual indica un valor alto en todos los puntos de muestra. Estos valores altos se pueden atribuir a la contaminación con desechos de los animales y contaminación artificial aparte de causas naturales.

El agua del río, el pozo, y el manantial en el valle no es apropiada para beber. Por lo tanto es necesario contar con un tratamiento para el agua como son la esterilización, para poder utilizarla. En relación a su uso para riego, excepto en el punto M-8 (un pozo en el tramo medio) y M-14 donde la conductividad eléctrica es alta, no habrán problemas.

La conductividad eléctrica en M-8 y M-14 fue 432.0 μ mho/cm y 724.0 μ mho/cm en la primera medición, 380.0 μ mho/cm y 666.0 μ mho/cm en la segunda medición, los cuales son valores un poco altos en comparación al standard. Por lo tanto, se debe estar atento aunque la salinidad no será un problema inmediato en esta área.

3.4.2 Demanda de Agua

En los canales sin revestimiento se asumirá una eficiencia de transporte de 70%. A través de los resultados del estudio de la cantidad de filtración del sistema de canales existente, se puede decir que más de un 20% del agua de filtración de los canales podría ser evitada con el revestimiento de los canales y con estructuras derivadoras de concreto.

Por lo tanto, se puede suponer una eficiencia de transporte en los canales con revestimiento de 90%. La eficiencia de aplicación a nivel campo se puede suponer en 60% con la condición del método de riego por surcos. De allí que las eficiencias de riego totales se estiman en 42% para los canales sin revestimiento y 54% para los canales con revestimiento.

El requerimiento unitario de agua de los cultivos principales ha sido estimado en base al calendario de cultivos, el potencial de evapotranspiración, y el coeficiente de cultivo.

Los requerimientos de derivación de agua para los cultivos principales son los siguientes:

Cultivo	Requerimiento de Derivación (mm)	Máximo Requerimiento de Agua (l/seg/ha)
Papa	594	0.56
Cebada, Avena	506	0.47
Habas	947	0.64
Cebolla	557	0.64
Zanahoria	617	0.58
Lechuga	594	0.70
Alfalfa	Anual 2,093 nov - abril 909	0.89

En base a la actual tenencia de tierra y los cultivos producidos, se ha realizado una clasificación de los tipos de agricultura a través del análisis del manejo agrícola en el área del Estudio. El requerimiento unitario de derivación de agua de cada tipo de agricultura ha sido estimado de la siguiente manera para establecer la capacidad de la infraestructura del sistema de riego.

Patrones Agrícolas	Requerimiento Unitario de Derivación (mm/ha)	Requerimiento Máximo de Agua (l/seg/ha)
Tipo A (Cuenca Superior)	653	0.53
Tipo B (Cuenca Media)	749	0.54
Tipo C (Cuenca Media)	724	0.55
Tipo D (Cuenca Inferior)	820	0.57
Tipo E (Cuenca Inferior)	840	0.56
Tipo F (Cuenca Media)	1,007	0.61

3.5 Ingeniería del Proyecto

3.5.1 Perfil del Trabajo

Todo los sistemas de riego relativos a la cuenca del Río Keka serán considerados metas de mejoramiento del sistema de riego existente tomando en cuenta la igualdad entre las comunidades y el uso futuro del agua.

Sin embargo, se aplicará un plan de mejoramiento por etapas entre los sistemas de riego existentes en vista de la ubicación del sistema de riego objetivo, el costo requerido para las obras de mejoramiento, y los efectos del mismo.

Se han considerado tres etapas para la implementación de las obras: a corto, mediano y largo plazo. Puesto que las áreas objetivo del Estudio han sido establecidas en 8.000 ha, los sistemas de riego existentes ubicados fuera del área del Estudio se clasificarán en la categoría a largo plazo. En relación a los sistemas ubicados dentro del área del Estudio, se ha realizado una selección para los mejoramientos de mediano y corto plazo conforme a los siguientes criterios:

- Disponibilidad de agua durante la época de sequía
- Escala del área a ser regada
- Grado de contribución al mejoramiento del manejo agrícola
- Cantidad de comunidades afectadas
- Grado de los efectos sobre el ahorro de agua

En base a estos criterios, se ha evaluado la prioridad de los sistemas de riego existentes utilizando una matriz. Cinco sistemas de riego han sido seleccionados como sistemas de mejoramiento a corto plazo y los demás sistemas han sido considerados sistemas de mejoramiento a mediano plazo. El siguiente es un resumen de los sistemas de mejoramiento por etapas:

Etapas	Nº de sistemas de riego	Area bruta de riego (ha)	Area neta de riego (ha)
Corto plazo	5	1,979	1,789
Mediano plazo	27	2,102	1,683
Largo plazo	23	2,575	2,190
Total	55	6,656	5,662

Debido a que el sistema básico de riego se encuentra alineado en toda el área del Estudio, y las áreas de regadío de dichos sistemas se extienden más allá del cauce disponible, surge entre los sistemas de riego un uso competitivo del agua en la época seca. Para resolver este uso competitivo del agua de riego, se ha considerado el desarrollo de nuevas fuentes de agua como son la construcción de una presa y un embalse, y el aprovechamiento de aguas subterráneas por medio de pozos profundos que son las medidas más comunes para incrementar la disponibilidad de agua para riego. Sin embargo, se deberá tomar en cuenta el siguiente punto de vista para formular los planes de mejoramiento:

i) Aunque el propósito principal de los planes de mejoramiento no buscan la economía del proyecto, se deberá mantener un cierto nivel de viabilidad económica desde el punto de vista del costo de la oportunidad, ii) se deberán hacer esfuerzos por disminuir el costo inicial del proyecto cuando ya no se espere un beneficio incrementativo significativo del mismo. Por lo tanto, se ha concebido un incremento en el uso de agua de riego a través de un uso efectivo del agua disponible en la actualidad, principalmente escorrentía del Río Keka. La rehabilitación de la infraestructura de riego existente, especialmente canales sin revestimiento, son las principales metas de mejoramiento para incrementar el agua de riego durante la época seca con la condición de no desarrollar nuevas fuentes de agua.

3.5.2 Diseño Preliminar del Trabajo Propuesto

(1) Estructura de Toma

En el plan de mejoramiento se continuará con la estructura de toma lateral actual con el método de dique gufa, como estructuras de tomas de los canales. Las estructuras

de toma propuestas consisten de un dique guía y una porción de toma. El dique guía se establecerá dentro de la sección del río y la porción de toma en la ribera. Los materiales del lecho del río serán utilizados para construir el dique guía cubriendo el gavión defensivo en las laderas. La porción de toma será diseñada de forma rectangular con estructuras de concreto reforzadas. Se proveerán muros de alas y de guardia al inicio de la porción de toma.

(2) Canales

Se ha considerado un revestimiento de mampostería para los canales principales y parte de los secundarios para evitar grandes pérdidas de agua en los tramos de los canales. Básicamente, en el diseño no se ha planificado ninguna modificación en la ruta del canal. Las secciones de los canales serán diseñadas con los requerimientos picos de agua teóricos del área de regadío. Sin embargo, se diseñarán secciones con revestimiento en un 100% a 80% de las secciones de los canales que lo requieren dependiendo de la capacidad del canal. La longitud del canal en cada etapa de implementación es la siguiente:

Etapas	Nº de sistemas	Longitud del Canal (km)	
		Principal	Secundario
Corto plazo	5	15.2	57.1
Mediano plazo	27	31.1	47.3
Largo plazo	23	41.2	41.2

(3) Estructuras Relativas al Canal

Se ha diseñado un camino de operación y mantenimiento a lo largo del canal principal y los canales secundarios dado que no existe un camino a lo largo de los canales principal y de riego existentes. Se diseñarán estructuras derivadoras del canal principal a los canales secundarios, y de los canales a cada parcela para evitar un excesivo uso del agua y pérdidas en los puntos de derivación. Se colocará una compuerta en los puntos de derivación. Se diseñarán estructuras para cruzar el canal y/o además el canal mismo será diseñado para cruzar los caminos y riachuelos.

(4) Embalse

Para suplementar el agua de riego, en lo posible se diseñarán embalses junto a los canales de riego. Básicamente, el cuerpo de la presa para el embalse será diseñado como una estructura combinada con el camino o ladera del canal. En los embalses propuestos, se ha planificado el cultivo de peces. A través del estudio de campo, se confirmaron los siguientes tres (3) lugares como posibles ubicaciones para los embalses:

Sistema de Riego Nº	Ubicación	Cuerpo de la presa		Capacidad del embalse
		Altura (m)	Longitud (m)	
9	Putuni	2.5	700	140,000
12	Pajchani Molino	2.5	300	60,000
16	Icrana	4.0	350	115,000

3.5.3 Operación y Mantenimiento

Los sistemas de riego existentes son operados y mantenidos por cada comunidad. El Alcalde de Aguas es designado como el líder de la utilización de agua entre los miembros de la comunidad y es responsable los aspectos del uso del agua como limpieza y reparación del canal, distribución del agua de riego, etc. Para realizar los trabajos de operación y mantenimiento después de finalizado el proyecto se usará la misma estructura existente y además un sistema de manejo con experiencia de los actuales sistemas de manejo.

El CRC (Centro de Revitalización Comunitario) proporciona maquinaria y equipos para el mantenimiento de los caminos y de los sistemas de canales en el área del Estudio. Estos equipos de operación y mantenimiento serán utilizados plenamente para mantener los sistemas de canales y ahorrar mano de obra en el trabajo de mantenimiento.

En la actualidad, existen dos asociaciones de usuarios de agua en los tramos superior e inferior del Río Keka en el área del proyecto. Sería deseable una asociación integrada de usuarios del agua en la cuenca del Río Keka para así lograr un manejo eficiente para toda la cuenca; sin embargo, el proyecto no deberá intervenir por una unidad de las asociaciones. Para distribuir el agua razonablemente entre los beneficiarios, las comunidades rurales tienen sus sistemas según su propio sentido social. La situación será cambiada dependiendo de la necesidad.

3.6 Estimación de los Costos

3.6.1 Condiciones Básicas

Los costos de construcción han sido estimados al nivel de precios de mayo de 1997 considerando la actualización de los costos de mano de obra, materiales de construcción y equipos, etc. Las siguientes condiciones y suposiciones se aplican para la estimación.

- Se asume que la proporción entre moneda local y extranjera es porción local: porción extranjera = 3.5: 6.5. Las porciones locales de los costos abarcan los costos de mano de obra, los costos de material - madera, ripio, arena y piedra, y los restantes son cubiertos por los costos en moneda extranjera.
- Se asume que los materiales de construcción serán transportados de La Paz a los lugares de las obras.
- La relación de trabajo y la capacidad de trabajo de los equipos han sido estimados en base a las condiciones actuales prevalecientes en el área del proyecto.
- Los costos de la adquisición de terrenos han sido estimados en US \$500/ha para el área rural y en US \$1.000/ha en las áreas residenciales en base a los precios de venta actuales en el área del proyecto.
- Se ha asumido una contingencia física de 10% del costo directo de construcción.
- Se ha asumido un costo de ingeniería y administración de 15% de los costos directos de construcción.
- El tipo cambiario que se aplica es el siguiente: US \$1.0 = Bs. 5.22.

3.6.2 Costo de Construcción

Se han considerados procesos de implementación por etapas para los trabajos de mejoramiento de los sistemas de riego como son a corto, mediano y largo plazo. Se ha tomado en cuenta la efectividad y el costo requerido para la implementación. A continuación se presenta un resumen de los costos directos de construcción de cada término.

Descripción	Unidad	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	Total
Sistema total de riego	Nº	5	27	23	55
Área de riego total neta	ha	1,683	1,789	2,190	5,662
Unidad: US \$ 1.000					
Estructura de toma	L.S.	23.7	138.6	122.6	284.9
Canal principal de riego	L.S.	2,674.3	2,898.7	2,204.9	7,777.9
Canal secundario de riego	L.S.	244.4	316.7	238.1	799.2
Total		2,942.4	3,354.0	2,565.6	8,862.0

3.7 Evaluación del Proyecto

3.7.1 Costo

En base a los costos directos de construcción y las áreas a ser regadas por los sistemas de riego proyectados, se pueden calcular los costos por área de la siguiente manera.

Descripción	Unidad	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	Total
Costos de construcción	US \$ 1,000	2,942.4	3,354.0	2,565.6	8,862.0
Área de riego total neta	ha	1,683	1,789	2,190	5,662
Costo por área	US \$/ha	1,748	1,875	1,172	1,565

El incremento del área de riego como resultado del mejoramiento de los canales ha sido estimado en forma teórica con la probabilidad de un no excedente de 1 a 5 años. Los resúmenes según la cuenca se presentan a continuación.

	Nº de sistemas de riego	Área de riego total neto (ha)	Área de Regadío (ha)				Área incrementada	
			Sin mejoramiento		Con mejoramiento			
			Epoca de lluvia	Epoca seca	Epoca de lluvia	Epoca seca	Epoca lluvia	Epoca seca
Corto plazo	5	1,683	775.9	241.1	884.4	310.2	108.5	69.0
Mediano plazo	27	1,789	815.1	245.9	965.6	315.8	150.5	70.0
Largo plazo	23	2,190	408.0	112.0	525.0	144.0	117.0	32.0
Total	55	5,662	1,999.0	599.0	2,375.0	770.0	376.0	171.0

3.7.2 Riesgo

Básicamente, se puede decir que las instalaciones propuestas influyen poco sobre el medio ambiente porque el componente de las obras de construcción es la rehabilitación de la infraestructura existente. Es necesario tener consideración en el uso de los materiales generados por la localidad como son arena y ripio para no afectar el lugar de extracción. Además, es necesario prevenir la erosión de antemano al realizar el asentamiento apropiadamente una vez que se hayan reunido. También es necesario tomar medidas para evitar la contaminación como resultado de los campamentos de los obreros, etc.

Cuadro G-1 Confirmación de los Resultados de los Sistemas de Irrigación Existente (1/2)

Sistema de Irrigación N°	Fuente de Agua	Comunidad Referida	Campesinos Referidos	Área de Irrigación (ha)						Sección del Canal en la Terna (m)				Capacidad de Canal (m³/seg)			Largo de Canal (km)		División de Números		
				Área Total	Neto	III	IV	V	VI	Ortos	Altura	Ancho	Profundo de Curvas Máximas	Altura	Ancho	Q1	Q2	Q3		Canal Principal	Largo
1	Río Koka	Barco Belen	20	253	215	153	0	0	0	62	2.00	0.80	0.50	0.80	0.80	0.069	0.211	0.538	4.7	21	
2	Río Koka	Belten	140	672	571	280	40	0	23	228	1.40	1.10	1.00	1.00	1.10	0.069	0.793	1.428	12.9	29	
3	Río Koka	Taramaya	220	249	212	0	0	125	4	83	1.00	0.80	0.50	0.80	0.80	0.069	0.211	0.530	3.4	11	
4	Río Koka	Haurilaca	25	606	515	118	41	196	5	155	0.70	0.65	0.50	0.65	0.65	0.023	0.373	1.288	6.5	17	
5	Río Koka	Suntia Grande	20	172	146	133	0	4	0	9	0.80	0.60	0.80	0.80	0.80	0.045	0.288	0.365	3.0	10	
6	Río Koka	Suntia Grande	30	9	8	0	0	0	8	0	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.045	0.109	0.020	1.3	2	
7	Río Koka	Suntia Comun	25	38	32	0	0	0	32	0	0.50	0.70	0.50	0.50	0.50	0.045	0.109	0.080	2.3	3	
8	Río Koka	NoTiase	287	506	430	155	77	22	0	176	1.00	1.40	1.00	1.40	1.40	0.115	0.383	1.075	21.7	30	
9	Río Koka	Puñuni, Paychani Grande	Incluidas en (9)	8	7	3	1	0	0	3	0.60	1.00	0.60	1.00	1.00	0.021	0.066	0.018	0.8	3	
10	Río Koka	Paychani Molino	89	16	14	0	0	0	0	14	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.022	0.123	0.035	1.6	2	
11	Río Koka	Paychani Molino	Incluidas en (11)	22	19	7	0	0	0	12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.022	0.297	0.048	4.4	5	
12	Río Koka	Cala Cala	Incluidas en (11)	50	43	11	0	0	0	32	0.50	0.30	0.50	0.30	0.30	0.022	0.022	0.108	2.1	6	
13	Río Koka	Cala Cala	Incluidas en (11)	63	54	0	35	19	0	0	0.40	0.70	0.40	0.70	0.70	0.023	0.125	0.135	2.8	7	
14	Río Koka	Icrana	32	88	75	29	46	46	0	0	0.40	1.70	0.40	1.70	1.70	0.075	0.273	0.188	2.3	4	
15	Río Koka	Icrana	65	56	48	0	21	0	0	4	0.70	0.90	0.50	0.90	0.90	0.148	0.239	0.120	3.9	5	
16	Río Koka	Pungunhu	142	31	26	0	0	0	26	0	0.50	1.00	0.50	1.00	1.00	0.045	0.140	0.065	2.9	6	
17	Río Koka	Payrumani	125	6	5	0	5	0	0	0	0.60	0.80	0.60	0.80	0.80	0.045	0.130	0.013	1.1	2	
18	Río Koka	Payrumani	30	7	6	0	6	0	0	0	0.40	0.50	0.40	0.50	0.50	0.022	0.082	0.015	1.1	2	
19	Río Koka	Pungunhu	Incluidas en (17)	184	156	0	156	0	0	0	0.40	0.50	0.40	0.50	0.50	0.016	0.053	0.390	5.2	8	
20	Río Koka	Payrumani	42	131	111	0	80	31	0	0	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.021	0.126	0.278	3.5	10	
21	Río Koka	Payrumani	20	10	9	0	9	0	0	0	0.55	0.50	0.55	0.50	0.50	0.016	0.220	0.023	1.0	2	
22	Río Koka	Coromata Media	-	7	6	0	0	0	6	0	0.30	0.40	0.30	0.40	0.40	0.004	0.045	0.015	1.0	2	
23	Río Koka	Berengueria	-	13	11	0	0	0	11	0	0.30	0.50	0.30	0.50	0.50	0.004	0.018	0.028	0.7	2	
24	Río Koka	Berengueria	60	31	26	0	0	0	0	0	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.007	0.041	0.000	0.6	2	
25	Río Koka	Berengueria	25	3	3	0	0	0	26	0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.008	0.059	0.065	2.2	4	
26	Río Koka	Coromata Media, Baja	Incluidas en (26)	530	451	0	0	0	63	388	0.3	0.5	0.3	0.5	0.5	0.035	1.462	1.128	14.9	46	
27	Río Koka	Coromata Alta	Incluidas en (26)	3	3	0	0	0	3	0	0.3	0.5	0.3	0.5	0.5	0.018	0.097	0.008	0.4	2	
28	Río Koka	Coromata Alta	Incluidas en (26)	19	16	0	0	0	16	0	0.4	0.6	0.4	0.6	0.6	0.033	0.084	0.040	1.2	3	
29	Río Koka	Coromata Alta	Incluidas en (26)	38	32	0	0	0	32	0	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.080	0.174	0.080	2.8	5	
30	Río Koka	Coromata Alta	Incluidas en (26)	1,567	1,321	889	518	506	606	777										112.3	251.0

Nota : El número de los camposinos referidos son los resultados de la encuesta por los consultores locales.
 El área de irrigación fue estimada por la aerofotogrametría y mapa topográfico compilado por el equipo de estudio.
 La sección del canal y descarga mostrada como Q1 fue examinada por el equipo de estudio durante el 1 al 7 de Junio de 1997.
 Q2 fue estimado por la fórmula de Manning, usando la capacidad máxima del canal, y la pendiente existente del canal.
 Q3 fue estimado multiplicando la irrigación por la fórmula de requerimiento de agua de 2.5 l/seg.

Cuadro G-1 Confirmación de los Resultados de los Sistemas de Irrigación Existente (2/2)

Serie N°	Sistema de Irrigación N°	Fuente de Agua	Comunidad Referida	Campeñinos Referidos	Área de Irrigación (ha)						Sección del Canal en la Toma (m)				Capacidad de Canal (m³/seg)		Largo de Canal (km)		División de Números		
					Área Total		Clases de Suelos				Sección Completa		Toma al Corriente Máximo		Q1	Q2	Q3	Largo			
					Glosario	Neto	III	IV	V	VI	Otros	Altura	Ancho	Altura						Ancho	
30	31	Rio Kaka Xasa Pampa	Coronata Alta	90	77	0	0	0	0	0	77	0.50	0.60	0.50	0.60	0.090	0.223	0.193	2		
31	32	Rio Kaka Xasa Pampa	Coronata Alta	13	47	40	0	0	0	0	40	0.40	0.50	0.40	0.50	0.50	0.097	0.100	2		
32	33	Rio Kaka Xasa Pampa	Kerani	27	123	105	33	0	0	0	72	0.90	1.50	0.90	1.50	0.105	0.263	1.5	6		
33	34	Rio Corpa Jabura	Berenguera	20	113	96	0	76	0	20	0	0.30	0.70	0.30	0.70	0.046	0.171	0.240	6		
34	35	Rio Corpa Jabura	Chachacomani	-	5	4	0	0	0	4	0	0.20	0.80	0.20	0.80	0.035	0.038	0.4	7		
35	35-1	Rio Corpa Jabura	Coronata Alta	-	39	33	0	0	0	33	0	0.30	0.70	0.30	0.70	0.006	0.086	0.010	7		
36	35-2	Rio Corpa Jabura	Chachacomani	-	5	4	0	0	0	4	0	0.30	0.70	0.30	0.70	0.086	0.086	0.010	7		
37	36	Rio Corpa Jabura	Berenguera	160	9	8	0	0	0	0	8	0.45	0.60	0.45	0.60	0.022	0.177	0.020	3		
38	37	Rio Chiar Jolcho	Sutia Grande	-	56	48	48	0	0	0	0	1.50	0.30	0.40	0.30	0.012	0.050	0.21	5		
39	38	Rio Chiar Jolcho	No Tiene	-	78	66	36	0	0	0	0	1.00	0.40	1.00	0.40	-	0.162	0.165	4		
40	39	Rio Chiar Jolcho	Sutia Grande, Chico	Incluidas en (39)	275	234	63	0	0	0	171	0.50	1.10	0.50	1.10	0.020	0.302	0.585	8		
41	40	Rio Chiar Jolcho	Avichaca	70	113	96	0	17	0	72	7	0.50	1.30	0.50	1.30	0.015	0.088	0.240	12		
42	41	Rio Chiar Jolcho	Cala Cala	-	19	16	7	8	0	0	0	0.30	1.10	0.30	1.10	0.055	0.191	0.040	3		
43	42	Rio Chiar Jolcho	No Tiene	Incluidas en (39)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3		
44	43	Rio Chiar Jolcho	Cala Cala	-	175	149	48	46	3	43	9	0.60	1.30	0.60	1.30	0.085	0.294	0.373	2		
45	44	Rio Chiar Jolcho	Toma Suplemental de N° 47	221	163	139	93	0	0	0	46	0.50	1.00	0.50	1.00	0.057	0.318	0.348	17		
46	45	Rio Chiar Jolcho	Pungunyu, Barco Cala Cala	-	50	8	7	0	0	0	0	0.40	0.80	0.40	0.80	0.012	0.104	0.018	15		
47	46	Rio Chiar Jolcho	Miamo que N° 47	-	44	37	0	0	0	0	0	0.50	0.50	0.50	0.50	-	0.072	0.093	-		
48	47	Rio Chiar Jolcho	Pungunyu	3	8	7	0	0	0	0	7	0.50	0.30	0.50	0.30	0.007	0.047	0.018	3		
49	48	Rio Chiar Jolcho	Pungunyu	4	16	14	0	0	0	0	14	0.70	0.50	0.70	0.50	-	0.151	0.035	3		
50	49-1	Rio Chiar Jolcho	Pungunyu	70	53	45	0	0	0	0	45	0.30	0.40	0.30	0.40	0.040	0.039	0.113	3		
51	50	Rio Chiar Jolcho	Pungunyu	40	25	21	0	0	0	0	21	0.40	0.50	0.40	0.50	0.076	0.133	0.053	2		
52	51	Rio Chiar Jolcho	Pungunyu	-	31	26	0	0	0	0	26	0.40	0.60	0.40	0.60	0.032	0.222	0.065	2		
53	52	Rio Chiar Jolcho	Sia Uto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
54	53-1	Rio Chiar Jolcho	Sia Uto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
55	54	Rio Chiar Jolcho	Corpuo	350	450	383	0	0	0	0	383	0.50	2.50	0.50	2.50	0.130	1.599	0.958	2		
56	55	Rio Jalpa	Corpuo	250	130	111	0	0	0	0	111	0.50	0.80	0.50	0.80	-	0.373	0.278	2		
57	56	Rio Jalpa	Chachacomani	-	520	442	0	0	0	0	442	0.50	0.80	0.50	0.80	0.105	0.229	1.105	-		
58	57	Rio Jalpa	Chachacomani	-	80	240	204	0	0	0	204	0.30	0.50	0.30	0.50	0.033	0.152	0.510	-		
59	58	Rio Jalpa	Chachacomani	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
55	59	Rio Jalpa	Chachacomani	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Sub-Total					1,608	2,835	2,412	327	147	3	197	1,737								64.4	105
Total					3,175	6,656	5,662	1,216	665	309	803	2,515								176.7	356

Nota : El número de los campeñinos referidos son usados de los resultados de la encuesta por los consultores locales.
 El área de irrigación fue estimada por la aereofotogrametría y mapa topográfico compilado por el equipo de estudio.
 La sección del canal y descarga mostrada como Q1 fue examinada por el equipo de estudio durante el 1 al 7 de Junio de 1997.
 Q2 fue utilizado por la fórmula de Manning, usando la capacidad máxima del canal y la pendiente existente del canal.
 Q3 fue estimado multiplicando la irrigación neta de área y desviación de requerimiento de agua de 2.5 l/seg.

Quadro G-2 Estimación del Potencial y Evapo-transpiración según el Método de PENNMAN

PROYECTO: Estudio de Factibilidad del Desarrollo Agrícola en el Área de Achacachi

ALTITUD: 3900 (m)

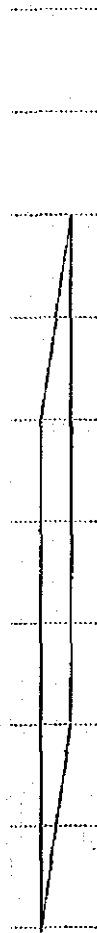
LATITUD: 16.2 (S) 1 (if Norte = 0, Sur = 1)

LONGITUD: 68.5 (E)

Item	unidad	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
T mín.	°C	3.6	3.5	2.9	0.0	-3.5	-5.7	-6.0	-3.8	-1.0	0.8	1.5	3.1
T máx.	°C	14.4	14.6	15.0	15.2	14.6	13.5	13.2	14.0	14.4	15.4	15.6	14.9
T medio	°C	9.0	9.1	8.9	7.5	5.6	3.9	3.6	5.0	6.7	8.1	8.6	9.0
ea	mbar	11.8	11.9	11.7	10.7	9.5	8.6	8.4	9.2	10.2	11.1	11.5	11.8
RH medio	%	73.3	72.2	72	65.7	61.8	60.4	59.5	60.5	62.8	63.8	65.6	71.8
ed	mbar	8.6	8.6	8.4	7.0	5.9	5.2	5.0	5.6	6.4	7.1	7.5	8.5
ea-ed	mbar	3.2	3.3	3.3	3.7	3.6	3.4	3.4	3.6	3.8	4.0	4.0	3.3
U	Km/días	264	288	288	288	240	240	264	336	360	408	384	312
U2	Km/días	356	389	389	389	324	324	356	454	486	551	518	421
f(u)		1.23	1.32	1.32	1.32	1.14	1.14	1.23	1.49	1.58	1.76	1.67	1.41
(1-W)		0.46	0.45	0.46	0.48	0.51	0.53	0.52	0.52	0.49	0.47	0.46	0.46
W		0.54	0.55	0.54	0.52	0.49	0.47	0.48	0.48	0.51	0.53	0.54	0.54
Ra	mm/días	16.92	16.41	15.19	13.47	11.67	10.76	11.16	12.57	14.28	15.80	16.71	16.83
n	hrs.	5.0	5.9	6.9	8.5	9.4	9.1	8.9	9.5	8.7	8.7	7.7	5.6
N	hrs.	12.9	12.6	12.2	11.8	11.4	11.2	11.3	11.6	12.0	12.5	12.8	13.0
n/N		0.39	0.47	0.56	0.72	0.82	0.81	0.79	0.82	0.72	0.70	0.60	0.43
(0.25+0.5n/N)		0.44	0.48	0.53	0.61	0.66	0.66	0.64	0.66	0.61	0.60	0.55	0.47
Rs	mm/días	7.52	7.94	8.07	8.22	7.72	7.06	7.18	8.28	8.72	9.45	9.22	7.86
Rns		5.64	5.96	6.06	6.17	5.79	5.29	5.39	6.21	6.54	7.09	6.92	5.89
f(T)		12.54	12.55	12.52	12.28	11.96	11.69	11.64	11.86	12.15	12.38	12.47	12.54
f(ed)		0.21	0.21	0.21	0.22	0.23	0.24	0.24	0.24	0.23	0.22	0.22	0.21
f(n/N)		0.45	0.52	0.61	0.75	0.84	0.83	0.81	0.84	0.75	0.73	0.64	0.49
Rnl		1.19	1.38	1.61	2.05	2.35	2.33	2.27	2.34	2.08	2.00	1.76	1.30
Rn		4.45	4.58	4.44	4.11	3.44	2.97	3.11	3.87	4.46	5.08	5.16	4.59
RHmáx (est.)	%	81	79	79	72	68	66	65	67	69	70	72	79
Udías (est.)	m/seg	3.7	4.0	4.0	4.0	3.3	3.3	3.7	4.7	5.0	5.7	5.3	4.3
Unoche (est.)	m/seg	2.4	2.7	2.7	2.7	2.2	2.2	2.4	3.1	3.3	3.8	3.6	2.9
Udías/Unoché (est.)		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
c		0.97	0.97	0.98	0.96	0.95	0.92	0.91	0.93	0.94	0.93	0.94	0.96
Eto	mm/días	4.06	4.36	4.28	4.29	3.61	3.20	3.36	4.33	4.91	5.00	4.90	4.44
Eto	mm/mes	126	122	133	129	112	96	104	134	147	155	147	138

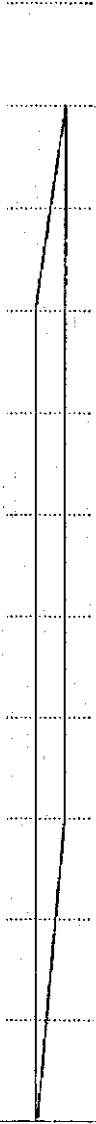
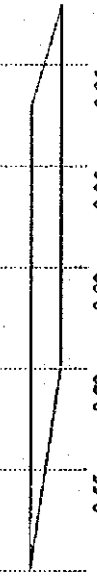
Quadro G-3 Requerimiento de Desviación del Agua según los Cultivos (1/4)

Item	Unidad	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
Días de Irrigación	días	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30
ETol	mm/m	105.4	133.3	147.0	155.0	147.0	136.4	127.1	123.2	133.3	129.0	111.6	96.0
ETo	mm/días	3.4	4.3	4.9	5.0	4.9	4.4	4.1	4.4	4.3	4.3	3.6	3.2
Precipitación	mm/m	5.9	13.6	19.0	24.2	43.4	66.6	96.9	62.6	58.7	28.8	15.8	15.3
Precipitación útil (Er)	mm/m	4.3	10.3	14.9	19.2	33.6	50.1	70.1	46.0	44.0	21.6	11.5	11.0

A. Papa	1. Coeficiente de la cosecha (Kc)	Kc-1 Kc-2 Promedio												
			0.51	0.78	1.01	1.01	0.88							
	2. Días de Irrigación	Fa	7	0.78	0.76	0.90	0.95	1.02	1.02	0.88				
			0.24	0.76	1.00	1.00	1.00	0.72	0.28					
			18.0	91.9	111.7	122.1	120.7	90.5	32.8					
			3.09	72.68	78.12	71.98	50.65	44.48	0.00					
5. Requiemiento neto (ET neto de los cultivos -Er)	mm	5.73	134.60	144.67	133.29	93.79	82.37	0.00						
6. Requiemiento de Desviación	mm	0.02	0.50	0.56	0.50	0.35	0.34	0.00						
	(l/seg/ha)													

B. Cebada, Avena	1. Coeficiente de la cosecha (Kc)	Kc-1 Kc-2 Promedio												
			0.63	0.92	1.05	1.05	0.88	0.65						
	2. Días de Irrigación	Fa	8	0.62	0.92	0.84	0.91	0.85	0.91	0.65				
			0.26	0.74	1.00	1.00	1.00	0.86	0.76	0.24				
			25.0	100.1	113.9	115.0	90.1	92.2	20.1	0.00				
			5.79	66.48	63.79	44.93	44.06	48.19	0.00					
5. Requiemiento neto (ET neto de los cultivos -Er)	mm	10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.24	0.00						
6. Requiemiento de Desviación	mm	0.04	0.47	0.44	0.31	0.34	0.00							
	(l/seg/ha)													

Cuadro G-3 Requerimiento de Desviación del Agua según los Cultivos (2/4)

Item	Unidad	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
Días de Irrigación	días	31	31	30	31	31	31	31	28	31	30	31	30
ETol	mm/m	105.4	133.3	147.0	155.0	147.0	136.4	127.1	123.2	133.3	129.0	111.6	96.0
ETo	mm/días	3.4	4.3	4.9	5.0	4.9	4.4	4.1	4.4	4.3	4.3	3.6	3.2
Precipitación	mm/m	5.9	13.6	19.0	24.2	43.4	66.6	96.9	62.6	58.7	28.8	15.8	15.3
Precipitación útil (Er)	mm/m	4.3	10.3	14.9	19.2	33.6	50.1	70.1	46.0	44.0	21.6	11.5	11.0
													
A. Papa													
1. Coeficiente de la cosecha (Kc)													
	Kc-1												
	Kc-2												
	Promedio												
2. Días de Irrigación	días	0.54	0.66	0.75	0.80	0.95	0.95	0.90	0.90	0.95	0.91	0.91	0.91
3. Área factor (Fa)		0.54	0.66	0.75	0.64	0.84	0.84	0.84	0.93	0.95	0.95	0.91	0.91
4. ET neta de los cultivos (ETol * Kc * Fa)		0.17	0.52	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.76	0.24	0.24	0.24
5. Requerimiento neto (ET neta de los cultivos - Er)	mm	9.7	45.7	89.3	99.2	122.7	113.9	106.8	114.0	96.2	28.2	6.57	6.57
6. Requerimiento de Desviación	mm	5.38	35.45	74.40	80.00	89.15	63.79	36.66	67.96	52.24	12.17	0.05	0.05
	(l/seg/ha)	9.96	65.65	137.78	148.15	165.08	118.14	67.90	125.85	96.75	12.17	0.05	0.05
													
B. Cebada, Avena													
1. Coeficiente de la cosecha (Kc)													
	Kc-1												
	Kc-2												
	Promedio												
2. Días de Irrigación	días	0.55	0.73	0.82	0.82	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
3. Área factor (Fa)		0.55	0.73	0.82	0.82	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
4. ET neta de los cultivos (ETol * Kc * Fa)		0.26	0.74	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	0.12	0.12	0.12
5. Requerimiento neto (ET neta de los cultivos - Er)	mm	19.1	79.4	104.6	122.7	103.2	14.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6. Requerimiento de Desviación	mm	8.76	64.51	85.43	89.15	165.08	98.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	(l/seg/ha)	16.23	119.46	158.19	165.08	0.64	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Cuadro G-3 Requerimiento de Desviación del Agua según los Cultivos (3/4)

Item	Unidad	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
Días de Irrigación	días	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30
ETol	mm/m	105.4	133.3	147.0	155.0	147.0	136.4	127.1	123.2	133.3	129.0	111.6	96.0
ETo	mm/días	3.4	4.3	4.9	5.0	4.9	4.4	4.1	4.4	4.3	4.3	3.6	3.2
Precipitación	mm/m	5.9	13.6	19.0	24.2	43.4	66.6	96.9	62.6	58.7	28.8	15.8	15.3
Precipitación útil (Er)	mm/m	4.3	10.3	14.9	19.2	33.6	50.1	70.1	46.0	44.0	21.6	11.5	11.0
A. Papa													
1. Coeficiente de la cosecha (Kc)	Kc-1 Kc-2 Promedio												
2. Días de Irrigación	días	0.57	0.83	1.00	0.89	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
3. Área factor (Fa)	días	0.57	0.83	0.79	0.92	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4. ET neta de los cultivos (ETol * Kc * Fa)	mm	0.24	0.76	1.00	1.00	1.00	0.72	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
5. Requerimiento neto (ET neta de los cultivos - Er)	mm	20.1	97.8	115.4	124.8	120.3	88.7	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6
6. Requerimiento de Desviación	mm	5.21	78.57	81.80	74.71	50.19	42.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	mm	9.65	145.51	151.47	138.34	92.95	79.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	(l/seg/ha)	0.04	0.54	0.58	0.52	0.35	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
B. Cebada, Avena													
1. Coeficiente de la cosecha (Kc)	Kc-1 Kc-2 Promedio												
2. Días de Irrigación	días	0.64	0.80	0.95	0.93	0.76	0.95	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
3. Área factor (Fa)	días	0.64	0.80	0.95	0.75	0.76	0.95	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
4. ET neta de los cultivos (ETol * Kc * Fa)	mm	0.17	0.52	0.81	1.00	0.81	0.52	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
5. Requerimiento neto (ET neta de los cultivos - Er)	mm	11.5	55.5	113.1	115.5	90.5	67.4	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1
6. Requerimiento de Desviación	mm	7.17	45.15	98.22	96.28	56.89	17.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	mm	13.27	83.62	151.88	178.29	105.36	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	(l/seg/ha)	0.05	0.31	0.70	0.67	0.41	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Cuadro G-3 Requerimiento de Desviación del Agua según los Cultivos (4/4)

Item	Unidad	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
Días de Irrigación	días	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30
ETol	mm/m	105.4	133.3	147.0	155.0	147.0	136.4	127.1	123.2	133.3	129.0	111.6	96.0
ETo	mm/días	3.4	4.3	4.9	5.0	4.9	4.4	4.1	4.4	4.3	4.3	3.6	3.2
Precipitación	mm/m	5.9	13.6	19.0	24.2	43.4	66.6	96.9	62.6	58.7	28.8	15.8	15.3
Precipitación útil (Er)	mm/m	4.3	10.3	14.9	19.2	33.6	50.1	70.1	46.0	44.0	21.6	11.5	11.0
A. Papa													
1. Coeficiente de la cosecha (Kc)	Kc-1 Kc-2 Promedio	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
2. Días de Irrigación	días	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30
3. Area factor (Fa)	mm	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4. ET neta de los cultivos (ETol * Kc * Fa)	mm	100.1	126.6	139.7	147.3	139.7	129.6	120.7	117.0	126.6	122.6	106.0	91.2
5. Requerimiento neto (ET neta de los cultivos - Er)	mm	95.83	116.34	124.75	128.05	106.05	79.48	50.65	71.04	82.64	100.95	94.52	80.20
6. Requerimiento de Desviación	mm (l/seg/ha)	177.46	215.44	231.02	237.13	196.39	147.19	93.79	131.56	153.03	186.94	175.04	148.52
B. Cebada, Avena													
1. Coeficiente de la cosecha (Kc)	Kc-1 Kc-2 Promedio	0.66	0.80	0.89	0.89	0.76	0.55	0.35	0.54	0.57	0.72	0.65	0.57
2. Días de Irrigación	días	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30
3. Area factor (Fa)	mm	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4. ET neta de los cultivos (ETol * Kc * Fa)	mm	100.1	126.6	139.7	147.3	139.7	129.6	120.7	117.0	126.6	122.6	106.0	91.2
5. Requerimiento neto (ET neta de los cultivos - Er)	mm	95.83	116.34	124.75	128.05	106.05	79.48	50.65	71.04	82.64	100.95	94.52	80.20
6. Requerimiento de Desviación	mm (l/seg/ha)	177.46	215.44	231.02	237.13	196.39	147.19	93.79	131.56	153.03	186.94	175.04	148.52

Cuadro G-4 Requerimiento de Desviación del Agua según el Tipo de Agricultura (1/5)

Item	Cultivos	ha	Unidad	Jul.	ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
				31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30
Tipo A															
Actuales	Papa	0.4	mm			5.73	134.60	144.67	133.29	93.79	82.37	0.00			
	Cebada	0.4	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Avena	0.4	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Verduras	0.1	mm			9.65	145.51	151.47	138.34	92.95	79.08	0.00			
	Total	1.3	mm		0.00	3.26	76.96	171.50	161.66	113.37	106.13	71.39	0.00		
			l/seg/ha		0.00	0.01	0.29	0.66	0.60	0.42	0.44	0.27	0.00		
Propuestos	Papa	0.4	mm			5.73	134.60	144.67	133.29	93.79	82.37	0.00			
	Cebada	0.4	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Avena	0.4	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Verduras	0.1	mm			9.65	145.51	151.47	138.34	92.95	79.08	0.00			
	Alfalfa	0.1	mm	177.46	215.44	231.02	237.13	196.39	147.19	93.79	131.56	153.03	186.94	175.04	148.52
	Total	1.4	mm	17.75	21.54	26.36	100.68	191.14	176.38	122.74	119.28	86.70	18.69	17.50	14.85
		1.0	mm	12.68	15.39	18.83	71.91	136.53	125.99	87.67	85.20	61.93	13.35	12.50	10.61
			l/seg/ha	0.05	0.06	0.07	0.27	0.53	0.47	0.33	0.35	0.23	0.05	0.05	0.04
Tipo B															
Actuales	Papa	0.4	mm			5.73	134.60	144.67	133.29	93.79	82.37	0.00			
	Cebada	0.3	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Avena	0.3	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Verduras	0.1	mm			9.65	145.51	151.47	138.34	92.95	79.08	0.00			
	Alfalfa	0.1	mm	177.46	215.44	231.02	237.13	196.39	147.19	93.79	131.56	153.03	186.94	175.04	148.52
	Total	1.2	mm	17.75	21.54	26.36	98.53	166.52	152.75	106.11	102.97	68.85	18.69	17.50	14.85
		1.0	mm	14.79	17.95	21.96	82.11	138.76	127.29	88.42	85.80	57.37	15.58	14.59	12.38
			l/seg/ha	0.06	0.07	0.08	0.31	0.54	0.48	0.33	0.35	0.21	0.06	0.05	0.05
Propuestos	Papa	0.4	mm			5.73	134.60	144.67	133.29	93.79	82.37	0.00			
	Cebada	0.4	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Avena	0.4	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Verduras	0.1	mm			9.65	145.51	151.47	138.34	92.95	79.08	0.00			
	Alfalfa	0.2	mm	177.46	215.44	231.02	237.13	196.39	147.19	93.79	131.56	153.03	186.94	175.04	148.52
	Total	1.5	mm	35.49	43.09	49.46	124.39	210.78	191.10	132.12	132.44	102.00	37.39	35.01	29.70
		1.0	mm	23.66	28.72	32.97	82.93	140.52	127.40	88.08	88.29	68.00	24.93	23.34	19.80
			l/seg/ha	0.09	0.11	0.13	0.31	0.54	0.48	0.33	0.36	0.25	0.10	0.09	0.08

Cuadro G-4 Requerimiento de Desviación del Agua según el Tipo de Agricultura (2/5)

Item	Cultivos	ha	Unidad	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
				31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30
Tipo C															
Actuales															
	Papa	0.3	mm			5.73	134.60	144.67	133.29	93.79	82.37	0.00			
	Cebada	0.1	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Avena	0.1	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Verduras	0.1	mm			9.65	145.51	151.47	138.34	92.95	79.08	0.00			
	Alfalfa	0.1	mm	177.46	215.44	231.02	237.13	196.39	147.19	93.79	131.56	153.03	186.94	175.04	148.52
	Total	0.7	mm	17.75	21.54	25.78	80.79	102.81	92.17	63.45	62.09	33.15	18.69	17.50	14.85
		1.0	mm	25.35	30.78	36.84	115.41	146.87	131.67	90.64	88.70	47.36	26.71	25.01	21.22
			l/seg/ha	0.09	0.11	0.14	0.43	0.57	0.49	0.34	0.37	0.18	0.10	0.09	0.08
Propuestos															
	Papa	0.3	mm			5.73	134.60	144.67	133.29	93.79	82.37	0.00			
	Cebada	0.2	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Avena	0.2	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Verduras	0.1	mm			9.65	145.51	151.47	138.34	92.95	79.08	0.00			
	Alfalfa	0.1	mm	177.46	215.44	231.02	237.13	196.39	147.19	93.79	131.56	153.03	186.94	175.04	148.52
	Total	0.9	mm	17.75	21.54	25.78	82.93	127.43	115.80	80.09	78.41	51.00	18.69	17.50	14.85
		1	mm	19.72	23.94	28.65	92.14	141.59	128.66	88.99	87.12	56.67	20.77	19.45	16.50
			l/seg/ha	0.07	0.09	0.11	0.34	0.55	0.48	0.33	0.36	0.21	0.08	0.07	0.06

Cuadro G-4 Requerimiento de Desviación del Agua según el Tipo de Agricultura (3/5)

Item	Cultivos	ha	Unidad	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
				31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30
TipoD Actuales	Papa	0.4	mm			5.73	134.60	144.67	133.29	93.79	82.37	0.00			
	Haba	0.2	mm	9.96	65.65	137.78	148.15	165.08	118.14	67.90	125.85	96.75	12.17		
	Cebollas	0.05	mm		16.23	119.46	158.19	165.08	98.38	0.00					
	Cebada	0.2	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Avena	0.2	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Verduras	0.05	mm			9.65	145.51	151.47	138.34	92.95	79.08	0.00			
	Alfalfa	0.1	mm	177.46	215.44	231.02	237.13	196.39	147.19	93.79	131.56	153.03	186.94	175.04	148.52
	Total	1.2	mm	19.74	35.48	59.40	126.65	175.59	150.75	98.40	107.86	70.35	21.13	17.50	14.85
		1.0	mm	16.45	29.57	49.50	105.54	146.33	125.63	82.00	89.89	58.62	17.61	14.59	12.38
			l/seg/ha	0.06	0.11	0.19	0.39	0.56	0.47	0.31	0.37	0.22	0.07	0.05	0.05
Propuestos	Papa	0.3	mm			5.73	134.60	144.67	133.29	93.79	82.37	0.00			
	Haba	0.2	mm	9.96	65.65	137.78	148.15	165.08	118.14	67.90	125.85	96.75	12.17		
	Cebollas	0.07	mm		16.23	119.46	158.19	165.08	98.38	0.00					
	Cebada	0.3	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Avena	0.3	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Verduras	0.03	mm			9.65	145.51	151.47	138.34	92.95	79.08	0.00			
	Alfalfa	0.2	mm	177.46	215.44	231.02	237.13	196.39	147.19	93.79	131.56	153.03	186.94	175.04	148.52
	Total	1.4	mm	37.48	57.35	84.13	139.30	205.66	174.97	113.18	127.52	103.50	39.82	35.01	29.70
		1.0	mm	26.77	40.97	60.09	99.50	146.90	124.98	80.84	91.08	73.93	28.45	25.01	21.22
			l/seg/ha	0.10	0.15	0.23	0.37	0.57	0.47	0.30	0.38	0.28	0.11	0.09	0.08

Cuadro G-4 Requerimiento de Desviación del Agua según el Tipo de Agricultura (4/5)

Item	Cultivos	ha	Unidad	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
				31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30
Tipo E Actuales	Papa	0.3	mm			5.73	134.60	144.67	133.29	93.79	82.37	0.00			
	Haba	0.2	mm	9.96	65.65	137.78	148.15	165.08	118.14	67.90	125.85	96.75	12.17		
	Cebada	0.2	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Avena	0.2	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Verduras	0.1	mm			9.65	145.51	151.47	138.34	92.95	79.08	0.00			
	Alfalfa	0.1	mm	177.46	215.44	231.02	237.13	196.39	147.19	93.79	131.56	153.03	186.94	175.04	148.52
	Total	1.1	mm	19.74	34.67	53.34	112.56	160.45	139.42	93.67	103.58	70.35	21.13	17.50	14.85
Propuestos		1.0	mm	17.94	31.52	48.49	102.33	145.86	126.75	85.15	94.16	63.95	19.21	15.91	13.50
			l/seg/ha	0.07	0.12	0.19	0.38	0.56	0.47	0.32	0.39	0.24	0.07	0.06	0.05
	Papa	0.2	mm			5.73	134.60	144.67	133.29	93.79	82.37	0.00			
	Haba	0.2	mm	9.96	65.65	137.78	148.15	165.08	118.14	67.90	125.85	96.75	12.17		
	Cebada	0.3	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Avena	0.3	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Verduras	0.1	mm			9.65	145.51	151.47	138.34	92.95	79.08	0.00			
	Alfalfa	0.2	mm	177.46	215.44	231.02	237.13	196.39	147.19	93.79	131.56	153.03	186.94	175.04	148.52
	Total	1.3	mm	57.48	56.22	75.87	124.96	190.24	164.44	110.31	124.82	103.50	39.82	35.01	29.70
		1.0	mm	28.83	43.24	58.36	96.12	146.34	126.49	84.85	96.01	79.61	30.63	26.93	22.85
			l/seg/ha	0.11	0.16	0.23	0.36	0.56	0.47	0.32	0.40	0.30	0.12	0.10	0.09

Quadro G-4 Requerimiento de Desviación del Agua según el Tipo de Agricultura (5/5)

Item	Cultivos	ha	Unidad	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
Type F				31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30
Actuales	Papa	0.2	mm			5.73	134.60	144.67	133.29	93.79	82.37	0.00			
	Cebollas	0.05	mm		16.23	119.46	158.19	165.08	98.38	0.00					
	Avena	0.2	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Verduras	0.05	mm			9.65	145.51	151.47	138.34	92.95	79.08	0.00			
	Alfalfa	0.1	mm	177.46	215.44	231.02	237.13	196.39	147.19	93.79	131.56	153.03	186.94	175.04	148.52
	Total	0.6	mm	17.75	22.35	30.70	67.96	89.02	76.84	49.42	49.90	33.15	18.69	17.50	14.85
		1.0	mm	29.58	37.26	51.17	113.27	148.37	128.07	82.37	83.17	55.25	31.16	29.17	24.75
			l/seg/ha	0.11	0.14	0.20	0.42	0.57	0.48	0.31	0.34	0.21	0.12	0.11	0.10
Propuestos	Papa	0.3	mm			5.73	134.60	144.67	133.29	93.79	82.37	0.00			
	Cebollas	0.07	mm		16.23	119.46	158.19	165.08	98.38	0.00					
	Avena	0.1	mm				10.71	123.11	118.14	83.20	81.59	89.2	0.00		
	Verduras	0.03	mm			9.65	145.51	151.47	138.34	92.95	79.08	0.00			
	Alfalfa	0.2	mm	177.46	215.44	231.02	237.13	196.39	147.19	93.79	131.56	153.03	186.94	175.04	148.52
	Total	0.7	mm	35.49	44.22	56.57	104.32	111.09	92.28	58.00	61.55	39.53	37.59	35.01	29.70
		1.0	mm	50.70	63.18	80.82	149.02	158.70	131.82	82.86	87.93	56.47	53.41	50.01	42.43
			l/seg/ha	0.19	0.24	0.31	0.56	0.61	0.49	0.31	0.36	0.21	0.21	0.19	0.16

Cuadro G-5 Selección de los Sistemas de Irrigación Prioritarios

Nº	Fuente de Agua	Comunidad Relacionada	Agricultores Relacionados	Irrigación neta área (ha)	Área Prodominante Largo > Pequeña	Estación de Sequía usos > no	Mejoramiento Agríc. suficiente > normal	Cantidad de las Comunidades Relacionadas	Eficiencia del Agua Ahorrada	Total	Evaluación
1	Río Keka	Barco Belén	20	215	3	1	5	1	5	15	
2	Río Keka	Belén	140	571	5	1	5	3	5	19	3
3	Río Keka	Turamaya	220	212	3	1	5	3	5	17	3
4	Río Keka	Hauilaca	25	515	5	1	3	3	3	15	
5	Río Keka	Hauilaca, Sumtia Comun	20	146	1	1	5	3	3	13	
6	Río Keka	Sumtia Grande	30	8	1	1	3	3	1	9	
7	Río Keka	Sumtia Comun	25	32	1	1	3	1	1	7	
9	Río Keka	Putuni, Pachani Grande	287	430	5	3	5	5	5	23	1
10	Río Keka	Putuni	Incluidas en (9)	7	1	5	3	1	3	13	
11	Río Keka	Pachani Molino	89	14	1	5	3	1	1	11	
12	Río Keka	Pachani Molino	Incluidas en (11)	19	1	5	5	3	3	17	5
13	Río Keka	Cala Cala	Incluidas en (11)	43	1	1	1	3	1	7	
14	Río Keka	Cala Cala	Incluidas en (11)	54	1	1	1	1	1	5	
15	Río Keka	Arana	32	75	1	1	3	1	1	7	
16	Río Keka	Arana	65	48	1	1	3	1	1	7	
17	Río Keka	Pungunyu	142	26	1	1	1	1	1	5	
18	Río Keka	Payumani	125	5	1	1	3	1	1	7	
19	Río Keka	Payumani	30	6	1	1	3	1	1	7	
20	Río Keka	Pungunyu	Incluidas en (17)	156	3	1	1	3	3	11	
21	Río Keka	Payumani	42	111	3	1	1	3	3	11	
22	Río Keka	Payumani	20	9	1	1	3	1	1	7	
23	Río Keka	Coromata Media	-	6	1	1	3	1	1	7	
24	Río Keka	Berenguera	-	11	1	1	1	1	1	5	
25	Río Keka	Berenguera	60	26	1	1	1	1	1	5	
26	Río Keka	Berenguera	25	3	1	1	1	1	1	5	
27	Río Keka	Coromata Media, Baja	170	451	5	5	2	3	5	21	2
28	Río Keka	Chachacomani	Incluidas en (26)	3	1	5	1	1	1	9	
29	Río Keka	Chachacomani	Incluidas en (26)	16	1	5	1	1	1	9	
30	Río Keka	Chachacomani	Incluidas en (26)	32	1	5	1	1	1	9	
31	Río Keka	Berenguera	20	77	1	5	1	1	1	9	
32	Río Keka	Chachacomani	-	40	1	1	1	1	1	5	
33	Río Keka	Berenguera	160	105	3	5	1	1	1	11	
				3472							

Quadro G-6 Comparación del Área de Irrigación según "con" y "sin" el Mejoramiento de las Condiciones

Sistema de Irrigación N°	Fuente de Agua	Comunidad Referida	Campesinos Referidos	Área de Irrigación (ha)		Escala de Implementación		Área de Irrigación (ha)		Área de Irrigación (ha)	
				Global	Neto	Interior	Medio Superior	Medio Superior	Medio Superior	Medio Superior	Medio Superior
1	Rio Xeta	Barco Belén	20	253	215	0	0	483	50	620	65
2	Rio Xeta	Belén	140	672	571	0	0	1282	132	1648	172
3	Rio Xeta	Tamaya	220	249	212	0	0	476	49	612	64
4	Rio Xeta	Havilaca, Santa Comun	25	606	515	0	0	1850	441	2379	365
5	Rio Xeta	Santa Grande	30	172	146	0	0	525	125	674	160
6	Rio Xeta	Santa Comun	30	9	8	0	0	29	07	37	08
7	Rio Xeta	Santa Grande	32	38	32	0	0	115	27	148	35
8	Rio Xeta	Putuni, Pajchaani Grande	287	506	430	0	0	1545	368	1986	472
9	Rio Xeta	Putuni	Incluidas en (9)	8	7	0	0	25	06	32	08
10	Rio Xeta	Pajchaani Molino	89	16	14	0	0	25	06	32	08
11	Rio Xeta	Pajchaani Molino	22	19	19	0	0	68	16	88	21
12	Rio Xeta	Cala Cala	Incluidas en (11)	50	43	0	0	154	37	199	47
13	Rio Xeta	Cala Cala	Incluidas en (11)	63	54	0	0	194	46	249	59
14	Rio Xeta	Cala Cala	Incluidas en (11)	88	75	0	0	269	64	346	82
15	Rio Xeta	Jerena	32	31	26	0	0	172	41	222	53
16	Rio Xeta	Punguay	65	56	48	0	0	93	22	120	29
17	Rio Xeta	Punguay	142	31	26	0	0	18	04	23	05
18	Rio Xeta	Punguay	125	6	6	0	0	22	05	28	07
19	Rio Xeta	Punguay	30	7	6	0	0	22	05	28	07
20	Rio Xeta	Punguay	Incluidas en (17)	184	156	0	0	560	133	721	171
21	Rio Xeta	Punguay	42	131	111	0	0	399	95	513	122
22	Rio Xeta	Punguay	20	10	9	0	0	88	37	90	47
23	Rio Xeta	Punguay	20	10	9	0	0	88	37	90	47
24	Rio Xeta	Coromata Media	7	6	6	0	0	58	25	60	32
25	Rio Xeta	Bereguera	13	11	11	0	0	107	45	110	58
26	Rio Xeta	Bereguera	60	31	26	0	0	253	106	260	137
27	Rio Xeta	Bereguera	25	3	3	0	0	29	12	30	16
28	Rio Xeta	Coromata Media, Baja	170	530	451	0	0	4388	1847	4510	2374
29	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	3	3	0	0	29	12	30	16
30	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	19	16	0	0	156	66	160	84
31	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	38	32	0	0	311	131	320	168
32	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	90	77	0	0	749	315	770	405
33	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	13	40	0	0	389	164	400	211
34	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	123	105	0	0	1022	430	1050	553
35	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	113	96	0	0	417	99	336	126
36	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	39	33	0	0	143	34	184	43
37	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	5	4	0	0	17	04	22	05
38	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	160	8	0	0	35	08	43	10
39	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	56	48	0	0	107	25	138	33
40	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	160	139	0	0	18	04	23	05
41	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	275	234	0	0	166	40	214	51
42	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	19	16	0	0	155	37	200	48
43	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	175	149	0	0	155	37	200	48
44	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	163	139	0	0	155	37	200	48
45	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	50	8	0	0	08	02	10	02
46	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	44	37	0	0	41	10	53	13
47	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	3	8	0	0	08	02	10	02
48	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	16	14	0	0	16	04	20	05
49	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	70	53	0	0	50	12	65	15
50	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	40	25	0	0	23	06	30	07
51	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	31	26	0	0	29	07	37	09
52	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	350	383	0	0	1093	326	1403	419
53	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	130	111	0	0	317	94	407	121
54	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	520	442	0	0	705	212	910	274
55	Rio Xeta	Coromata Alta	Incluidas en (26)	240	204	0	0	325	98	420	126
Total				3175	2682	0	0	15990	5990	23750	7800

Nota: El número de los campesinos referidos son los resultados de la encuesta por los consultores locales. El área de irrigación fue estimada por la foto-aerografía y mapa topográfico compilado por el equipo de estudio.

ANEXO H
INFRAESTRUCTURA RURAL



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
PARA
EL DESARROLLO AGRICOLA EN EL AREA DE
ACHACACHI, DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

**ANEXO H
INFRAESTRUCTURA RURAL**

CONTENIDO

	Página
I INFRAESTRUCTURA RURAL.....	H - 1
1.1 Tierra y Población.....	H - 1
(1) Tierra.....	H - 1
(2) Población.....	H - 2
1.2 Red de Caminos.....	H - 2
1.3 Transporte.....	H - 4
(1) Transporte Público.....	H - 4
(2) Transporte de los Productos de las Granjas.....	H - 4
1.4 Abastecimiento de Agua Rural.....	H - 5
1.5 Electricidad.....	H - 6
1.6 Instalaciones para la Atención Médica	H - 6
1.7 Educación	H - 7
(1) Sistema de Educación.....	H - 7
(2) La Situación Actual de las Instalaciones Escolares	H - 8
1.8 Telecomunicaciones.....	H - 8
1.9 Instalaciones para Reuniones	H - 9
1.10 Instalaciones Agrícolas	H - 9
1.11 Evaluación de las Condiciones Actuales.....	H-10
(1) Cuenca Superior.....	H-12
(2) Cuenca Media.....	H-12
(3) Cuenca Inferior.....	H-13

II	PLAN DE DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA RURAL.....	H-14
2.1.	General.....	H-14
2.2	Caminos.....	H-14
2.3	Centro de Revitalización Comunitario.....	H-15
2.4	Otras Instalaciones.....	H-17

LISTA DE FIGURAS

		Página
Fig. H-1	Mapa de Clasificación de los Caminos.....	H-18
Fig. H-2	Mapa General de la Implementación de la Infraestructura Rural.....	H-19

INFRAESTRUCTURA RURAL

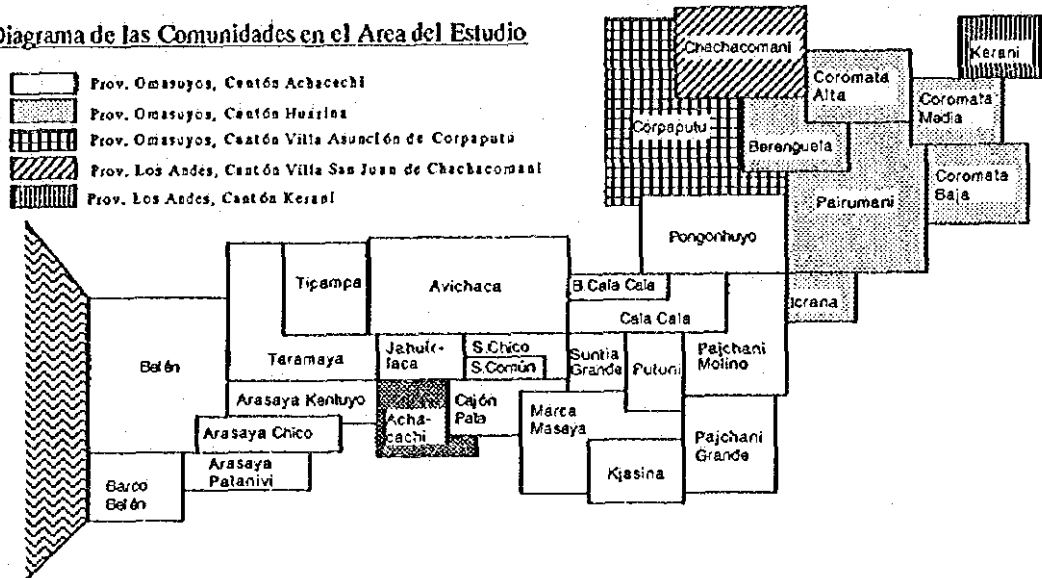
INFRAESTRUCTURA RURAL

Tierra y Población

Terra

El área se confirmó mediante el mapa topográfico de 1/5000, las consultas en cada comunidad y la investigación, aunque los límites de cada comunidad del área del estudio no habían sido decididos. El siguiente diagrama corresponde a las comunidades en el área del estudio:

Diagrama de las Comunidades en el Area del Estudio



El uso actual de los suelos en el área de estudio fue definido mediante un mapa topográfico de 1/5000 y las investigaciones de campo. El área correspondiente a cada uso de suelo fue medida en el mapa topográfico de 1/5000. De acuerdo a la medición realizada, cada área tiene la siguiente composición:

Uso de los Suelos									Unidad : ha
Comunidad	Tierras altas	Pastizales	Páramo	Río	Carre- tera	Canal	Lote de casa	Espacio público	Total
1. Kerani	135.6	139.2	28.6	0.0	0.9	0.7	15.0	0.0	320.0
2. Chachacomani	8.2	3.0	0.2	4.2	0.1	0.0	7.9	3.4	27.0
3. Coromata Alta	138.7	25.9	80.5	41.0	0.5	0.4	6.0	3.0	296.0
4. Coromata Media	370.2	131.9	44.4	13.0	1.7	1.3	12.4	0.1	575.0
5. Coromata Baja	129.2	53.4	136.9	0.0	0.6	0.5	6.3	3.1	330.0
6. Berenguela	71.9	6.5	14.5	44.0	0.3	0.2	2.6	1.0	141.0
7. Corpaputu	3.6	8.8	1.5	3.3	0.0	0.0	1.8	0.0	19.0
8. Pongon Huyo	112.4	92.0	61.0	6.0	0.7	0.5	7.4	0.0	280.0
9. Pairumani	226.4	172.0	82.0	78.5	1.3	1.0	9.8	1.0	572.0
10. Icrana	52.1	50.3	7.4	0.0	0.3	0.3	1.2	0.4	112.0
11. Pajchani Grande	118.2	264.4	17.5	0.0	1.3	1.0	7.0	2.6	412.0
12. Pajchani Molino	356.4	145.1	120.0	152.0	1.7	1.3	5.5	0.0	782.0
13. Cala Cala	612.6	21.2	14.0	46.0	2.1	1.6	13.4	2.1	713.0
14. Barco Cala Cala	49.9	0.3	0.0	8.7	0.2	0.1	2.8	0.0	62.0
15. Sontia Común	22.2	2.0	0.1	20.0	0.1	0.1	0.5	0.0	45.0
16. Suntia Chico	144.8	0.0	3.0	25.8	0.5	0.4	4.5	0.0	179.0

continua

17. Suntia Grande	129.1	18.9	4.0	54.0	0.5	0.4	2.0	1.1	210.0
18. Putuni	149.2	3.0	10.6	57.0	0.5	0.4	4.3	0.0	225.0
19. Marca Masaya	190.5	37.1	0.0	0.0	0.8	0.6	3.0	0.0	232.0
20. Jahuiraca	211.3	0.0	10.2	1.8	0.7	0.5	4.5	0.0	229.0
21. Avichaca	352.2	0.0	2.7	0.0	1.2	0.9	15.6	2.4	375.0
22. Kjasina	58.8	6.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.5	0.0	66.0
23. Cajón Pata	38.7	47.2	0.0	0.0	0.3	0.2	5.4	4.2	96.0
24. Tipampa	181.2	0.0	2.2	0.0	0.6	0.5	4.0	1.5	190.0
25. Taramaya	318.9	0.0	54.6	0.0	1.1	0.8	13.2	3.4	392.0
26. Arasaya Chico	131.7	0.0	4.6	12.5	0.4	0.3	5.4	0.1	155.0
27. Arasaya Kentuyo	139.2	1.0	15.0	6.2	0.5	0.4	7.6	0.1	170.0
28. Arasaya Patanivi	114.3	3.7	0.6	11.2	0.4	0.3	2.5	0.0	133.0
29. Belén	445.8	1.1	17.1	9.1	1.5	1.1	13.0	12.3	501.0
30. Barco Belén	332.3	4.5	0.1	8.4	1.1	0.8	11.8	0.0	359.0
31. Ciudad Achacachi	-	-	-	-	18.9	-	153.1	-	172.0
Total	5,345.6	1,238.8	733.3	602.7	41.0	16.8	350.0	41.8	8,370.0

(2) Población

De acuerdo a las investigaciones de campo, se concluye que la población y la cantidad de familias en el área del estudio es la siguiente:

No	Comunidad	Población	Cantidad de familia
1	Kerani	2,500	420
2	Chachacomani	2,314	630
3	Coromata Alta	400	70
4	Coromata Media	500	138
5	Coromata Baja	900	200
6	Derenguela	230	40
7	Corpaputu	1,500	250
8	Pongon Huyo	1,337	380
9	Pairumani	500	160
10	Icrana	150	34
11	Pajchani Grande	670	90
12	Pajchani Molino	300	80
13	Cala Cala	550	240
14	Barco Cala Cala	35	14
15	Suntia Común	149	22
16	Suntia Chico	180	30
17	Suntia Grande	300	65
18	Putuni	180	39
19	Marca Masaya	600	145
20	Jahuiraca	700	150
21	Avichaca	1,700	300
22	Kjasina	900	200
23	Cajon Pata	100	32
24	Tipampa	500	123
25	Taramaya	1,500	350
26	Arasaya Chico	250	80
27	Arasaya Kentuyo	160	40
28	Arasaya Patanivi	170	40
29	Belén	2,000	500
30	Barco Belén	515	125
31	Ciudad Achacachi	15,000	1,623
Total		36,790	6,610

1.2 Red de Caminos

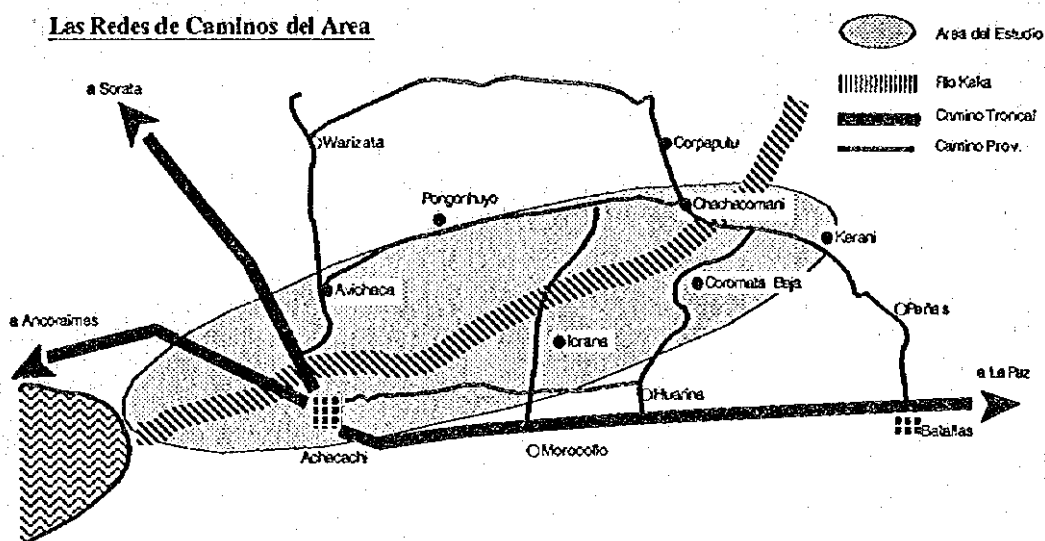
Según la información del Servicio Nacional de Caminos, los caminos en Bolivia se dividen en tres categorías: camino troncal, camino vecinal y sendas. El camino troncal en el área comprende tres rutas; a saber: La Paz-Achacachi (95 km), Achacachi-

Sorata (40 km), y Achacachi-Ancoraimas (45 km). Estos caminos troncales conectan el Área con las ciudades principales del país. Solo la ruta La Paz-Achacachi está pavimentada. Estos caminos troncales están bajo el control del SNC.

El área tiene siete caminos vecinales con una longitud total de 96km. El área está rodeada por estos caminos que corren del norte al sur y del este al oeste sin pavimento. Estos caminos están bajo el control de la Municipalidad de Achacachi, el ancho efectivo de estos caminos es 2 m a 4 m.

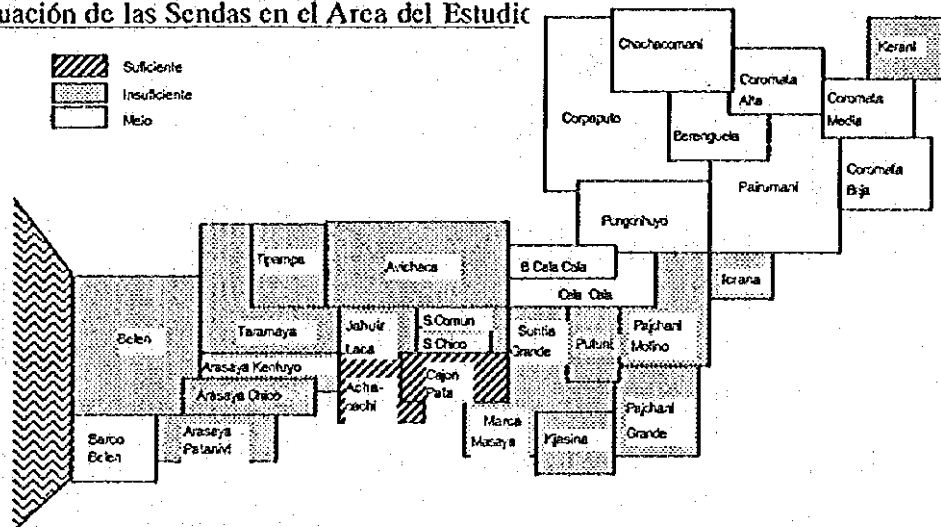
Las superficies llenas de baches de estos caminos dificultan seriamente el flujo del tráfico, el transporte de productos agrícolas y las necesidades diarias. En particular, el camino que cruza el Río Keka no tiene puente y está en tal mal estado a falta de mantenimiento y no puede ser transitado por automóviles y los habitantes. El pésimo estado de los caminos deberá ser corregido mejorando el terraplén del camino, los puentes y las instalaciones de drenaje. El siguiente es el perfil de las redes de caminos del área:

Las Redes de Caminos del Área



Por otro lado, el área tiene 49 sendas con una longitud total de 119 km y sin pavimento. El ancho efectivo de estas sendas es 1 m a 2 m, en muchos tramos, los automóviles no pueden transitar y dado este factor es muy difícil formar una red de sendas en el área.

Situación de las Sendas en el Área del Estudio



A continuación se detallan los principales ítems a ser mejorados en la red de caminos del área:

- Fortalecer las funciones de los caminos vecinales con pavimento, puentes, cruce de drenajes, etc.
- Eliminación de los tramos intransitables.
- Mejorar los cimientos de las sendas y de los cruces de drenaje.
- Establecer la red total de caminos del área.

1.3 Transporte

(1) Transporte Público

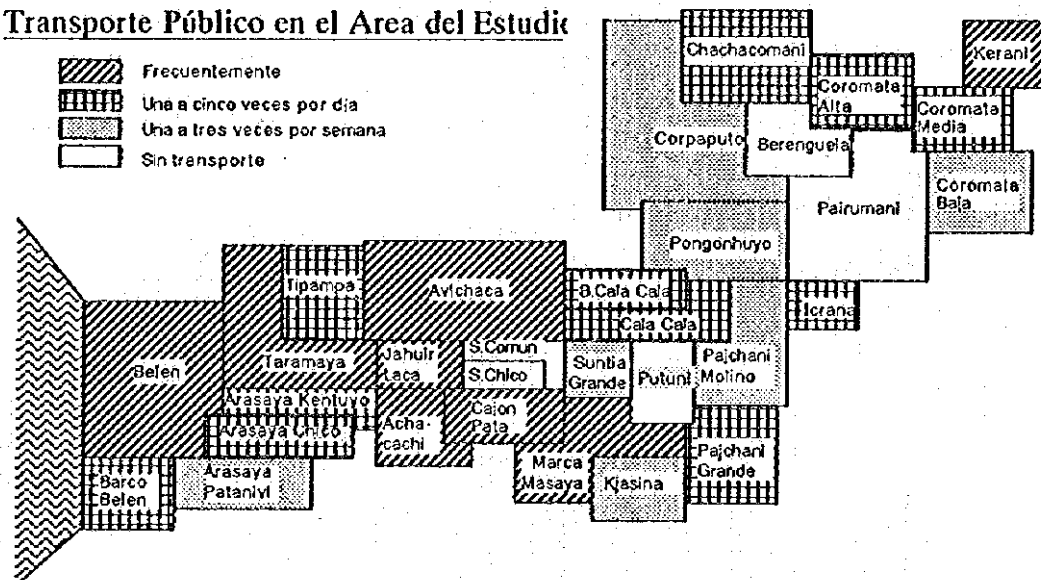
El área del estudio dispone únicamente del servicio de transporte de minibuses como medio de transporte. Este servicio de microbuses está bajo el control de un sindicato de transportistas a nivel urbano - rural. Toma dos horas en microbus ir de Achacachi a La Paz. Los minibuses salen a intervalos de 15 minutos desde las 4:00am hasta las 19:00hrs. El pasaje La Paz - Huarina es Bs. 3.5; el pasaje La Paz - Achacachi es Bs. 4.5. Se cobra Bs. 1.5 - Bs. 2 por quintal de carga.

El minibus transita cada día a las principales ciudades del área del estudio. Por ello, el servicio del minibus es indispensable para el área. Sin embargo, el tráfico de minibuses en el área no ha crecido debido a la poca cantidad de usuarios o a las malas condiciones de los caminos.

Las comunidades que pertenecen a los tramos superiores del área como ser Kerani, Chachacomani, Corpaputu y Pongón Huyo van directamente a La Paz vía Huarina o Peñas; este punto incluso es un factor que obstruye la red vial dentro del área.

Por otro lado, los domingos y los días de mercado, un microbus realiza una ruta temporal entre las comunidades dentro del área.

Transporte Público en el Área del Estudio



(2) Transporte de los Productos de las Granjas

Los productos de las granjas son transportados de la granja a la comunidad a

lomo de burro, en bicicleta, en minibus o por los mismos campesinos. Los campesinos llevan sus productos directamente al mercado porque en el área no se han establecido instalaciones para el acopio y el transporte de los productos.

1.4 Abastecimiento de Agua Rural

En la Provincia Omasuyos, incluyendo el área del estudio, Achacachi, Warisata y Huarina tienen un sistema de abastecimiento de agua. Pero, la mayoría de las áreas rurales no tienen un sistema de abastecimiento de agua potable.

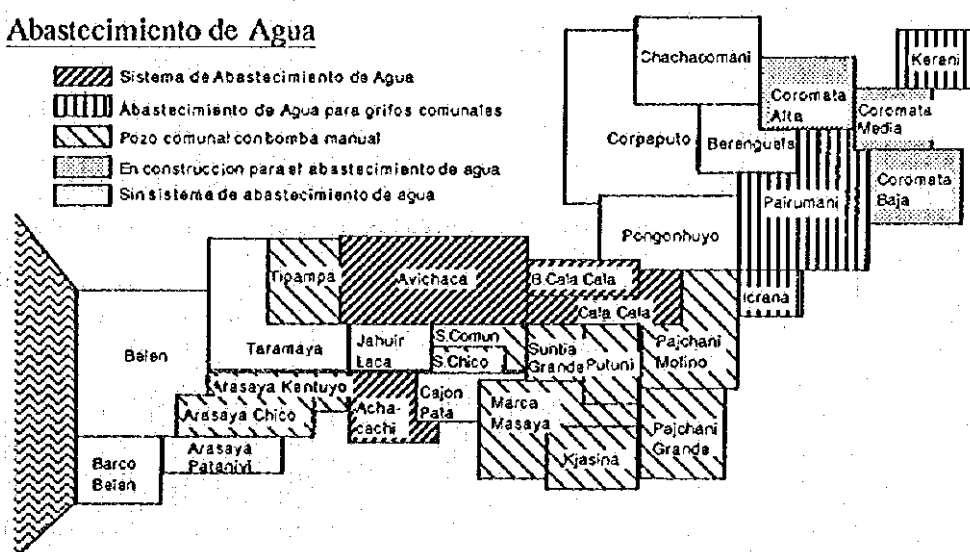
Siete comunidades (Kerani, Icrana, Pairumani, Cala Cala, Avichaca, Barco Cala y Arasaya Kentuyo) tienen servicio de agua. En Icrana, Kerani, Pairumani y Arasaya Kentuyo se usa el método de grifo comunitario; por lo tanto, solo algunos habitantes se benefician de este servicio.

Comunidad	Apoyo	Beneficiarios	Grifo Comunal	Fuente de Agua	Temporada Seca
Kerani	ONG	-	2	riachuelo	seco
Icrana	ONG	-	2	riachuelo	seco
Pairumani	ONG	-	2	riachuelo	seco
Cala Cala	CARE	80	-	Infiltración	sin problemas
B. Cala Cala	CARE	40	-	Infiltración	sin problemas
Avicacha	CARE+JICA	120	-	Pozo profundo	sin problemas
A. Kentuyo	CARE	20	-	Pozo profundo	sin problemas

En el área rural, una de las dificultades para difundir el servicio de agua es que las viviendas se encuentran esparcidas en el área. Otra de las principales razones es que los habitantes no pueden pagar los gastos para el suministro de este servicio. La mayoría de los habitantes aprovechan los pozos o el río para obtener agua para beber.

CARE y otras ONGs en el área (Plan Internacional Altiplano) perforaron pozos comunales, pero estos pozos no son aprovechados por todos los habitantes debido a las distancias que tienen que recorrer hasta el pozo, por lo tanto los habitantes sacan el agua para beber y lavar de pozos perforados en sus terrenos. Actualmente la Municipalidad de Achacachi está construyendo sistemas de abastecimiento de agua en Coromata.

Abastecimiento de Agua



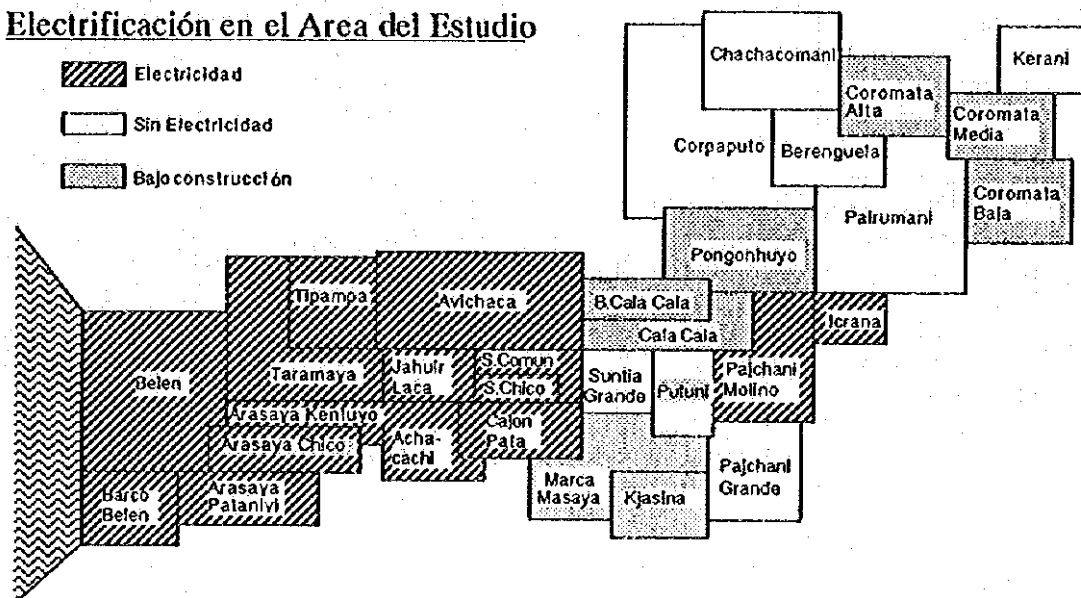
1.5 Electricidad

Se genera energía eléctrica en las sub-estaciones de Achacachi, Huarina, Warisata y Villa San Juan de Corpaputu de donde es distribuida al área del estudio. La energía eléctrica es reducida primero de 220 kV a 66 kV en cada sub-estación. Esta a su vez es reducida a 23 kV en la siguiente sub-estación secundaria de energía.

En el área del estudio, solo trece comunidades han establecido un sistema de suministro de energía eléctrica (cinco comunidades tienen sus sistemas en completa operación, y ocho comunidades tienen sus sistemas en parcial operación). Las otras comunidades permanecen sin energía eléctrica debido a que redes básicas de potencia no han sido establecidas en toda el área.

El plan de suministro de energía eléctrica en las áreas rurales está comenzando a materializarse, sin embargo, tomará muchos años perfeccionar la electrificación en el área rural. Actualmente la Municipalidad de Achacachi y ENDE están construyendo sistemas de electrificación en tres comunidades (Cala Cala, Barco Cala Cala y Pongón Huyo).

Electrificación en el Área del Estudio



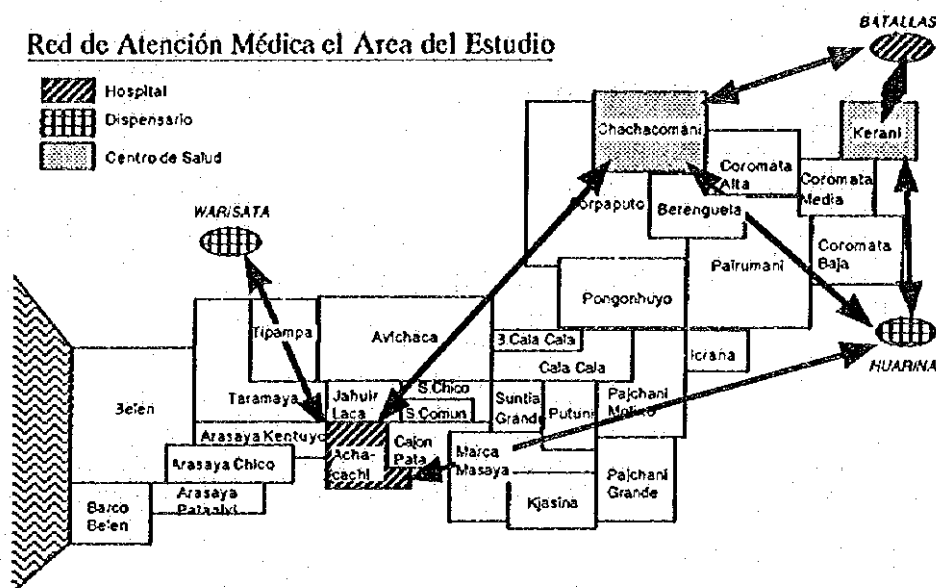
1.6 Instalaciones para la Atención Médica

El área tiene un hospital llamado "Capitán Juan Uriona Suárez" ubicado en la ciudad de Achacachi. La distribución de la infraestructura ha permitido organizar sus servicios con la instalación de salas pequeñas de atención a varones y mujeres, una sala de operaciones, una sala de pediatría, una sala de enfermedades infecciosas, y una sala de maternidad. El hospital tiene un total de 15 camas con pensionado y cuentan con el apoyo de servicios auxiliares.

El personal del hospital consta de dos doctores, un dentista, una enfermera titulada, cinco asistentes de enfermería, un analista de laboratorio, y un técnico en Rayos X. Otros servicios con los que cuenta el hospital es una ambulancia y una motocicleta. Achacachi es el único distrito de la Provincia donde ejercen dos médicos en forma privada y donde hay cuatro farmacias. El siguiente cuadro muestra la situación actual de la atención médica dentro y alrededor del área del estudio.

Comunidad	Instalación	Doctor	Enfermera	Especialista
Achacachi	Hospital	3	5	2
Batallas	Hospital	2	3	1
Huarina	Dispensario	1	1	1
Warisata	Dispensario	1	1	1
Chachacomani	Centro de Salud	-	1	-
Kerani	Centro de Salud	-	1	-

Red de Atención Médica el Área del Estudio



En las áreas rurales las instalaciones para la atención médica y el cuidado de la salud son inexistentes. Por lo tanto, cuando un habitante de las áreas rurales se enferma, se opta por utilizar los hospitales o centros médicos de la ciudad. Pero, la mayoría de los habitantes no pueden seguir un tratamiento completo debido a que no tienen un margen monetario que se lo permita o no tienen medios para llegar a las ciudades.

Por lo tanto, estas personas encaran sus enfermedades con tratamientos caseros, algunas hierbas y medicamentos. Como resultado, a menudo una enfermedad fácil de tratar se convierte en un peligro para la vida humana debido a que el tratamiento médico oportuno es insuficiente. Los habitantes de las áreas rurales desean el mejoramiento del sistema de atención médica y de cuidado de la salud.

1.7 Educación

(1) Sistema de Educación

En Bolivia se ha adoptado el siguiente sistema de educación:

Pre-Básico	: uno o dos años
Básico	: cinco años
Intermedio	: tres años
Medio	: cuatro años
Enseñanza técnica	
Universidad	

La educación a nivel Básico toma cinco años. La Constitución estipula que la educación es obligatoria para los niños en edad escolar y por lo tanto es gratuita. Sin embargo, los padres de familia deben pagar el costo del material escolar y de los uniformes. La educación a nivel intermedio toma siete años y se divide en dos períodos: El nivel Intermedio abarca tres años; y el nivel Medio abarca entre cuatro y siete años. Este nivel Medio se divide a su vez en materias generales y materias de enseñanza técnica.

(2) La Situación Actual de las Instalaciones Escolares

En el área rural se encuentran establecidas veinticinco escuelas primarias. Como regla general, la distancia de las viviendas a las escuelas es 5km, pero depende de los estudiantes a que escuela eligen asistir. Las clases se dictan en las escuelas en dos horarios: mañana y tarde. Se dictan siete clases al día de 30 minutos cada una.

Las clases se inician el 26 de febrero y finalizan el 30 de noviembre con un receso de 15 días en invierno. Las vacaciones finales duran 80 días y comienzan en diciembre.

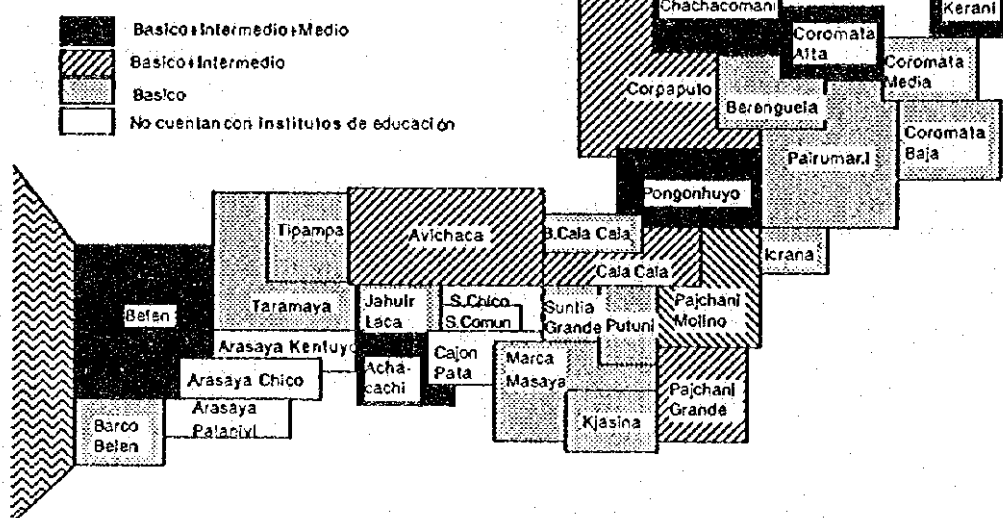
Los principales datos de escolaridad en el área son los siguientes:

Escolaridad	:	80%
Porcentaje de estudiantes a nivel secundaria	:	90%
Porcentaje de estudiantes a nivel terciario	:	3%

Seis comunidades - Suntia Común, Suntia Chico, Arasaya Chico, Arasaya Kentuyo, Arasaya Patanivi y Cajón Pata, no cuentan con institutos de educación.

1.8 Telecomunicaciones

Sistema de Educación en el Área del Estudio



En el área, a excepción de la ciudad de Achacachi, no existen instalaciones de telecomunicación como ser teléfonos. En Achacachi existe una cabina de COTEL con una línea. Las llamadas de larga distancia e internacionales se deben realizar a través de la operadora. Por otro lado, ENTEL ha establecido diecinueve líneas privadas en Achacachi.

Dos líneas son de uso oficial de Achacachi. Estas líneas tienen discado directo por lo cual se pueden hacer llamadas locales, de larga distancia e internacionales sin la

ayuda de la operadora. El siguiente cuadro muestra la situación actual de las telecomunicaciones en el área del estudio:

Ciudad	Línea de COTEL	Línea de ENTEL
Achacachi	1	19
Huarina	1	-
Warisala	1	-

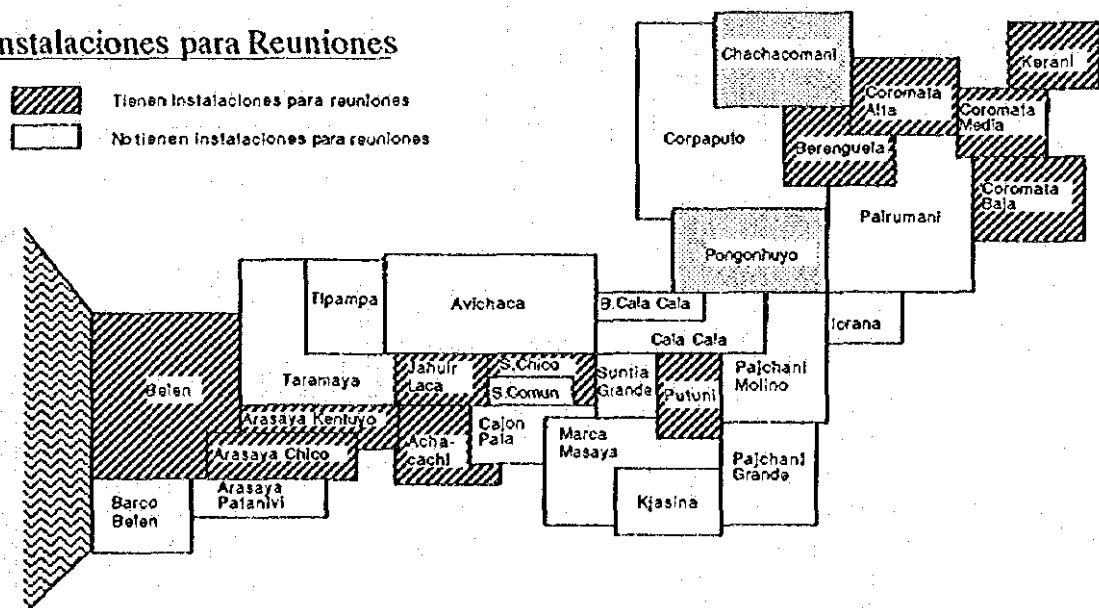
La oficina de correos está ubicada en la ciudad de Achacachi. La oficina de correos es responsable de la recepción y el envío de correspondencia. El servicio de entrega a domicilio cubre únicamente la ciudad. Por lo tanto, los residentes de las áreas rurales deben ir a las oficinas del correo a recoger su correspondencia.

1.9 Instalaciones para Reuniones

La reunión de los habitantes es un sistema importante para decidir la voluntad de la comunidad. Es indispensable contar con instalaciones para que los habitantes se puedan reunir y discutir. Pero en el área solo ocho comunidades cuentan con este espacio tan importante.

Las comunidades que no cuentan con instalaciones especiales para celebrar sus reuniones las llevan a cabo en el patio de la escuela, en espacios abiertos o en casas particulares. Por ello, se solicita con énfasis el establecimiento de instalaciones para celebrar reuniones en la comunidad que al mismo tiempo sirvan para más de un propósito en cualquier época del año.

Instalaciones para Reuniones



1.10 Instalaciones Agrícolas

Dentro del área del estudio, no existen instalaciones relativas a la agricultura como ser un centro de acopio y de despacho, un centro de extensión agrícola, o un centro de reuniones. Los campesinos a lo largo del Río Keka se han organizado de alguna manera; existen algunos sindicatos para la operación, el mantenimiento y el control del agua de riego.