No.

PREFECTURA DE LA PAZ
REPUBLICA DE BOLIVIA

INFORME DEL ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE DESARROLLO AGRICOLA EN EL AREA DE ACHACACHI EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA

MARZO DE 2000

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)
NAIGAI ENGINEERING CO., LTD.

GR 4
CR (3)
00-059

PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Bolivia, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio de diseño básico para el Proyecto de Desarrollo Agrícola en el Area de Achacachi y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió a la República de Bolivia una misión de estudio desde el 5 de septiembre hasta el 11 de octubre de 1999.

La misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de la República de Bolivia y realizó las investigaciones en los lugares destinados al Proyecto. Después de su regreso al Japón, la misión realizó más estudios analíticos. Luego se envió otra misión a la República de Bolivia desde el 5 hasta el 14 de febrero de 2000 con el propósito de discutir el borrador del diseño básico y se completó el presente informe.

Espero que este informe sirva al desarrollo del Proyecto y contribuya al promover las relaciones amistosas entre los dos países.

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a las autoridades pertinentes del Gobierno de la República de Bolivia, por su estrecha cooperación brindada a las misiones.

Marzo de 2000

Kimio Fujita
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional
del Japón

Marzo, 2000

ACTA DE ENTREGA

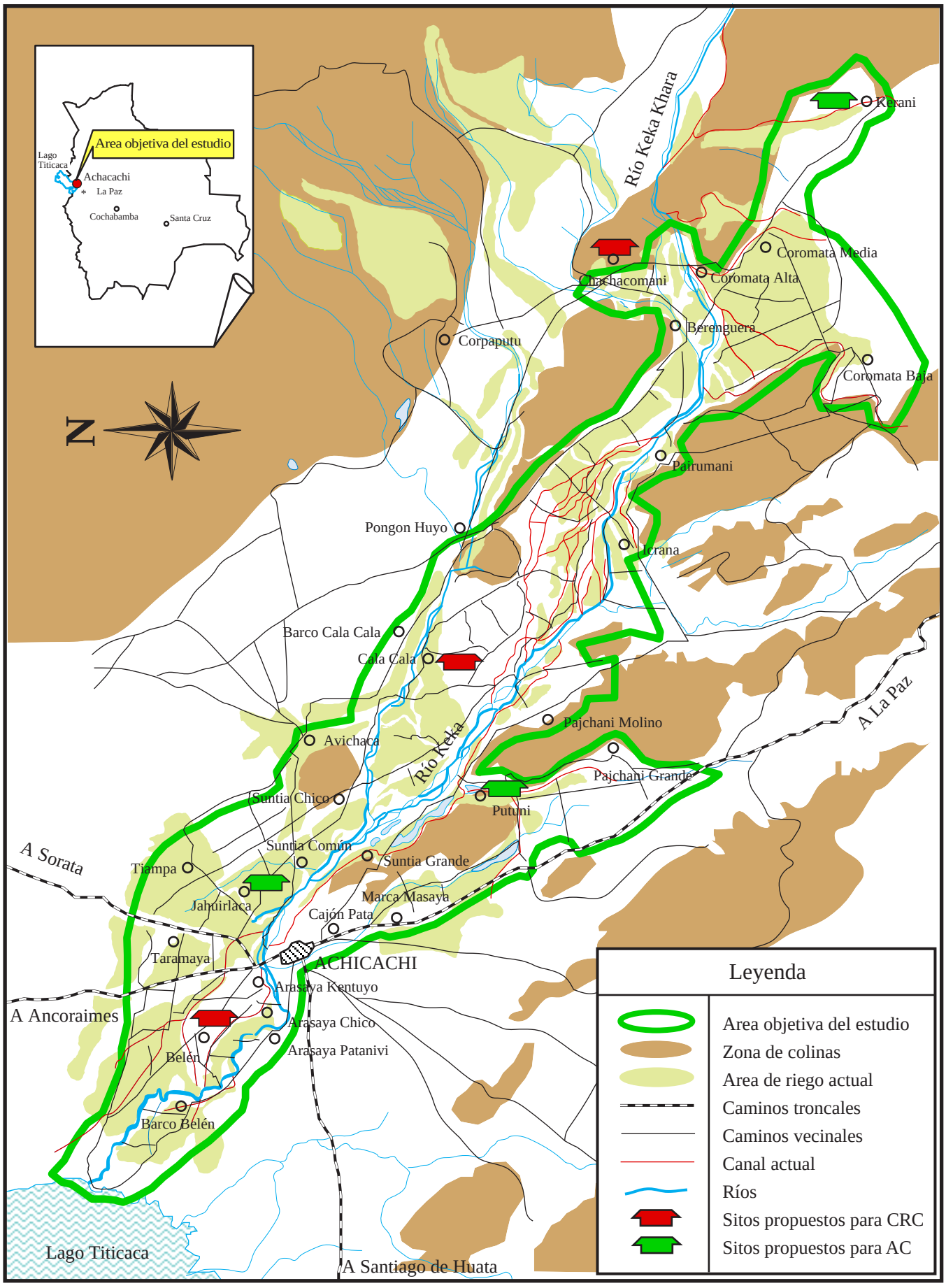
Tenemos el placer de presentarle el Informe del Estudio de Diseño Básico sobre el Proyecto de Desarrollo Agrícola en el Area de Achacachi en la República de Bolivia.

Bajo el contrato firmado con JICA, Naigai Engineering Co., Ltd, hemos llevado a cabo el presente Estudio desde el 27 de agosto de 1999 hasta el 31 de marzo de 2000. En el Estudio hemos examinado la pertinencia del proyecto en plena consideración a la situación actual de la República de Bolivia, y hemos planificado el Estudio más apropiado para el proyecto dentro del marco de la cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón.

Esperamos que este Informe sea de utilidad en el desarrollo del Proyecto.

Muy atentamente,

Yoshihiko Nishikawa
Jefe del Equipo de Ingenieros
Misión de Estudio de Diseño Básico sobre el Proyecto de Desarrollo Agrícola en el Area de Achacachi en la República de Bolivia
Naigai Engineering Co., Ltd.



Mapa de Ubicación del Estudio

Systema #3 (Bocatoma)

Systema #27(Bocatoma)

Systema #27(Canal de descarga)

Systema #27

Systema #3 (Desviación)

Systema #3

Systema #27(Desviación)

Systema #12(Bocatoma)

Systema #2

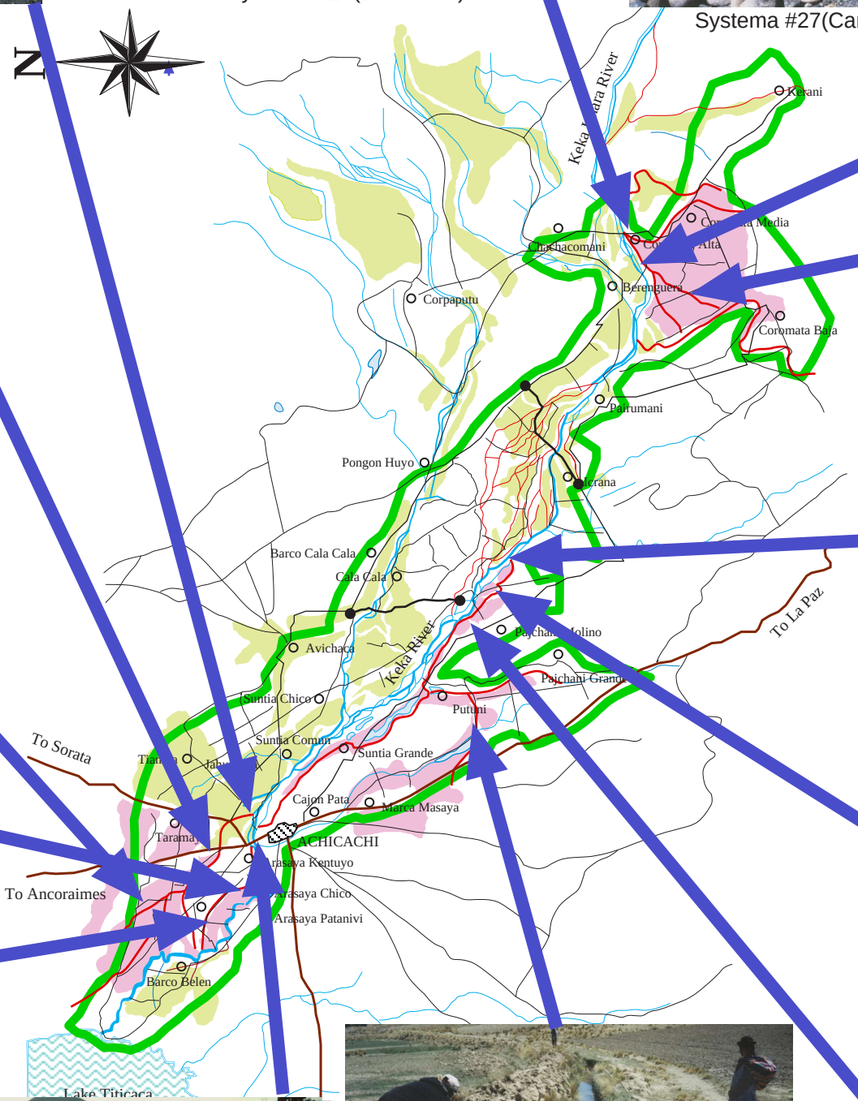
Systema #12

Systema #2 (Desviación)

Systema #2(Bocatoma)

Systema #9

Systema #9(Bocatoma)



FOTOGRAFIA
(Canales)

FOTOGRAFIA (CAMINOS)

CP-2

CC-5

Río KEKA

CP'2

CP-2

CP'2

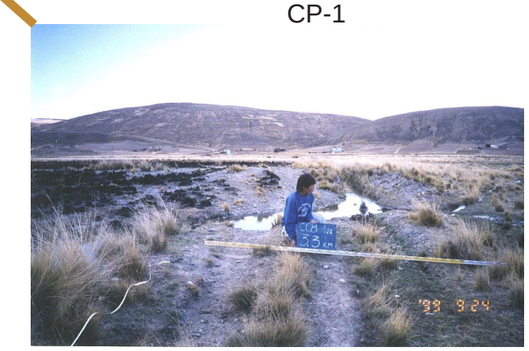
CP-2

CC-5

CP-1

CC-8

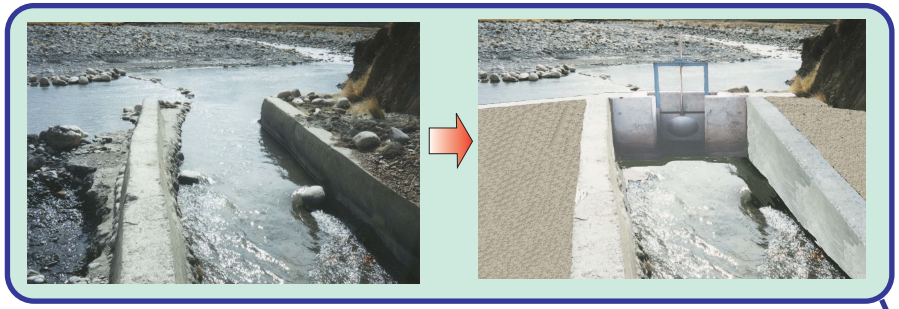
CP-1



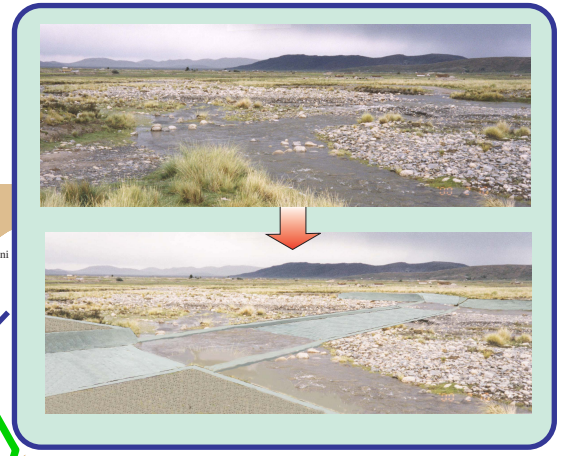
CC-8

PLANO DE VISTA EXTERIOR

- Area objetiva del estudio
- Zona de colinas
- Area de riego actual
- Camino Troncales
- Caminos Vecinales
- Canal Actual
- Caminos Principales
- Caminos Conectivos
- Canal Principal de Riego
- Sistemas de Riego
- CRC
- CA

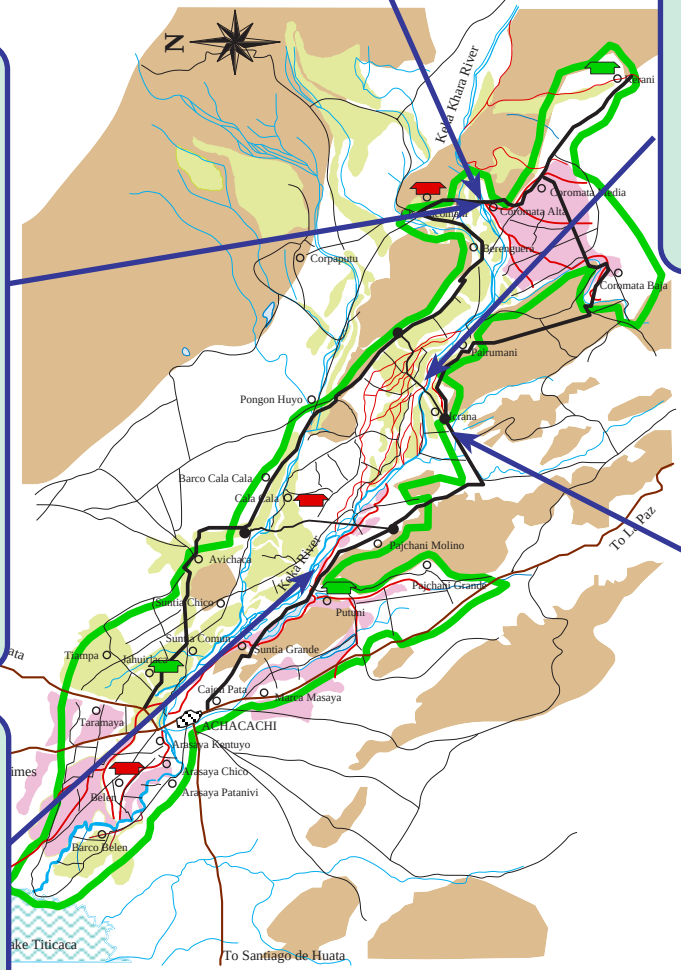


Tomade Agua (Sistema No.27)



Puente Sumergible (CC-5)

Puente de Río Keka



Canal Principal de Riego (Sistema No. 9)

Camino Principal (CP-2)

LISTA DE ABREVIATURAS

INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES

AUPA	ASOCIACION DE USUARIOS DEL PROYECTO ACHACACHI
BID	BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
BM	BANCO MUNDIAL
CAs	CENTROS DE AREA
CRCs	CENTROS DE REHABILITACION COMUNAL
EEB	ESTACION EXPERIMENTAL DE BELEN
FAO	ORGANIZACION PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACION
FDC	FONDO DE DESARROLLO CAMPESINO
FIS	FONDO DE INVERSION SOCIAL
FNDR	FONDO NACIONAL DE DESARROLLO REGIONAL
IBTA	INSTITUTO BOLIVIANO DE AGRICULTURA Y TECNOLOGIA
INE	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA
JICA	AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
JOCV	VOLUNTARIOS JAPONESES PARA LA COOPERACION CON EL EXTRANJERO
MAGDR	MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y DESARROLLO RURAL
MDE	MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
MDH	MINISTERIO DE DESARROLLO HUMANO
MDSMA	MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE
NBI	NECESIDADES BASICAS INSATISFECHAS
NGO	ORGANIZACIONES NO GOBERNAMENTALES
OTB	ORGANIZACION TERRITORIAL DE BASE
PDM	PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL
POA	PROGRAMA OPERATIVO ANUAL
SNC	SERVICIO NACIONAL DE CAMINOS
UCPA	UNIDAD DE COORDINACION DEL PROYECTO ACHACACHI
UMSA	UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
USAID	U.S. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
VIPFE	VICEMINISTRO DE INVERSION PUBLICA Y FINANCIAMIENTO EXTERNO
YPFB	YACIMIENTOS PETROLIFEROS FISCALES BOLIVIANOS

UNIDAD MONETARIA

Bs.	BOLIVIANOS
US$	DOLARES DE ESTADOS UNIDOS

ECONOMIA Y SOCIAL

B/C	PROPORCION BENEFICIO COSTO
CSC	COSTO, SEGURO Y CARGOS
TIRe	TASA INTERNA DE RENTABILIDAD ECONOMICA
TIRf	TASA INTERNA DE RENTABILIDAD FINANCIERA
VNAe	VALOR NETO ACTUAL ECONOMICO
PBI	PRODUCTO BRUTO INTERNO

OTROS

DOB	DEMANDA DE OXIGENO BIOQUIMICO
OD	OXIGENO DISUELTO
CE	CONDUCTIBIDAD ELECTRICA
pH	CONCENTRACION DE IONES DE HIDROGENO
NF	NIVEL FREATICO
NMM	NIVEL MEDIO DEL MAR

ESNMM	ELEVACION SOBRE EL NIVEL MEDIO DEL MAR
ETo	EVAPO-TRANSPIRACION PARA CULTIVOS
ETcrop	EVAPO-TRANSPIRACION DE CADA CULTIVO
SCS method	METODO DESARROLLADO POR EL SERVICIO DE CONSERVACION DEL SUELO
mm	MILIMETRO
cm	CENTIMETRO
m	METRO
m^2	METROS CUADRADOS
mmc	MILLONES DE METROS CUBICOS
m^3/s	METROS CUBICOS POR SEGUNDO
km	KILOMETRO
km^2	KILOMETROS CUADRADOS
g	GRAMO
kg	KILOGRAMO
ton (t)	TONELADA
ha	HECTAREA
^oC	GRADOS CENTIGRADOS
mS/cm	MICRO SERGE PER CENTIMETER
cf	CABALLO DE FUERZA
ppm	MILLON POR PARTES
lit. (l)	LITRO
mg/l	MILIGRAMO POR LITRO
h/d	HOMBRES POR DIA

INFORME DEL
ESTUDIO DE DISEÑO BASICO PARA
EL PROYECTO DE DESARROLLO AGRICOLA
EN EL AREA DE ACHACACHI

INDICE

Prefacio
Acta de Entrega
Mapa de Ubicación
Plano de Vista Exterior
Abreviaturas

Página

CAPITULO I ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD 1- 1

1.1 Antecedentes de la solicitud 1- 1
1.2 Contenido de la solicitud 1- 2

CAPITULO II CONTENIDO DEL PROYECTO 2- 1

2.1 Objetivo del Proyecto 2- 1

2.2 Lineamiento básico del Proyecto 2- 1
2.2.1 Sistemas de riego 2- 2
2.2.2 Caminos 2- 7
2.2.3 Plan de equipos 2- 9
2.2.4 Resumen del lineamiento básico 2-13

2.3 Diseño básico de la alternativa óptima del Proyecto 2-14
2.3.1 Criterios básicos del diseño 2-14
2.3.2 Diseño básico 2-34

2.4 Sistema de ejecución del Proyecto 2-37
2.4.1 Organización 2-37
2.4.2 Presupuesto 2-40
2.4.3 Recursos humanos y nivel técnico 2-40

CAPITULO III PLAN DE EJECUCION DEL PROYECTO 3- 1

3.1 Plan de ejecución de las obras 3- 1
3.1.1 Lineamientos 3- 1
3.1.2 Consideraciones que se deben tomar durante la ejecución de las obras 3- 1
3.1.3 División de responsabilidades 3- 4
3.1.4 Plan de supervisión de las obras 3- 5
3.1.5 Plan de suministro de equipos y materiales 3- 6
3.1.6 Cronograma de ejecución 3- 7
3.1.7 Responsabilidades del país receptor de asistencia 3- 9

3.2 Estimación del costo del Proyecto 3- 9
3.2.1 Estimación del costo del Proyecto 3- 9
3.2.2 Plan de operación y mantenimiento 3-10

CAPITULO IV EVALUACION DEL PROYECTO Y RECOMENDACIONES 4- 1

4.1 Verificación de la justificación del Proyecto y efectos de los beneficios 4- 1
4.1.1 Verificación de la justificación del Proyecto.....4- 1
4.1.2 Efecto de los beneficios.....4- 2

4.2 Cooperación técnica y coordinación con otros donantes.....4- 3
4.2.1 Cooperación técnica.....4- 3
4.2.2 Coordinación con otros donantes.....4- 4

4.3 Recomendaciones.....4- 4

ANEXO

I. Miembros de la Misión del Estudio
II. Cronograma del Estudio en Bolivia
III. Lista de los Entrevistados
IV. Minutas de Discusiones
V. Estimación de Costos a ser Cubiertos por el País Receptor
VI. Datos
VII. Bibliografía
VIII. Planos

CAPITULO I

ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD

CAPITULO I ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD

1.1 Antecedentes de la solicitud

La República de Bolivia se divide en tres regiones por sus condiciones topográficas y otras condiciones naturales: la región Andina que comprende las cordilleras y el Altiplano del orden de 4.000 m.s.n.m., la región Subandina con altitudes entre 1.000 y 2.500 m.s.n.m., y la región de los Llanos del oriente entre 200 y 500 m.s.n.m. En 1998 Bolivia contaba con un total de 7,95 millones de habitantes aprox., de los cuales un 70% se concentra en la región andina. La tasa de crecimiento de población en los últimos cinco años ha sido del orden de 2,41%, con una densidad de 6,8 hab./km^2 a nivel nacional. Aproximadamente el 42% de la población nacional, es decir 3,1 millones de habitantes se dedica a la agricultura, y reside en la zona rural. Sin embargo, el sector agropecuario, forestal y pesquero solo representa el 16% del PIB de la economía nacional.

La agricultura boliviana se presenta en dos modalidades: la agricultura tradicional (de auto abastecimiento y de pequeña escala) que se practica principalmente en las regiones Andina y Subandina; y la agricultura relativamente moderna (empresarial y de gran escala) que se desarrolla en la región de Llano del oriente. Si bien es cierto que las regiones Andina y Subandina que albergan un 70% de la población nacional cumplen un rol importante dentro de la economía y sociedad boliviana, también es cierto que más del 80% de la población rural de estas regiones se halla en condiciones de pobreza, y la migración de esta población hacia la zona urbana ha provocado un serio problema social por la excesiva concentración demográfica, etc.

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (Secretaría de Agricultura y Ganadería en 1997), con el fin de promover la estrategia básica para el desarrollo de la agricultura nacional propuso las “Bases de Desarrollo Sectorial de Mediano Plazo 1994-1997”, elaborando para los efectos el “Programa de Desarrollo Agrícola Regional Articulado a Ciudades Intermedias (PRODARCI)” en 1993. Dicho Programa contempla mejorar las infraestructuras agrícolas y sociales en las ciudades agrícolas núcleo del país y en sus alrededores como una forma de mitigar la pobreza y frenar la migración de la población rural hacia las grandes ciudades. Ante esta situación, en 1995 el Gobierno de Bolivia solicitó al Gobierno del Japón la ejecución del Estudio para el Desarrollo Agrícola en Achacachi, Departamento de La Paz, categorizado como una zona prioritaria dentro del mencionado Programa. En respuesta a dicha solicitud, el Gobierno del Japón, realizó el Estudio de Desarrollo en dicha zona desde 1996 hasta 1997.

Posteriormente, el Gobierno de Bolivia solicitó al Japón la ejecución de la Cooperación Financiera No Reembolsable para la implementación del Plan de desarrollo rural y agrícola en Achacachi, propuesta en el Estudio de Desarrollo, a fin de alcanzar los objetivos de corto plazo correspondientes a la parte troncal.

Recibida esta solicitud, el Gobierno del Japón decidió ejecutar un estudio para el que envió una misión de Estudio de Diseño Básico, a través de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) desde septiembre a octubre de 1999.

El Estudio comprendió la investigación en campo y el estudio analítico en Japón para esclarecer la pertinencia y los efectos del presente Proyecto, la determinación de la dimensión óptima del Proyecto tanto de las instalaciones como de los equipos y materiales, diseño básico, elaboración del plan de ejecución y el cálculo del costo estimado del Proyecto, cuyos resultados fueron resumidos sistemáticamente en el presente Informe.

1.2 Contenido de la solicitud

La solicitud para el presente Proyecto incluye el mejoramiento del sistema de riego, caminos, construcción de las instalaciones de apoyo agrícola y el suministro de los equipos y materiales. Concretamente, consiste en lo siguiente:

Componentes	Tipo de obras	Cant. solicitada
Mejoramiento de Sistemas de riego (5 sistemas, 1.979 ha)	Estructuras de toma	5 lugares
	Mejora de canales	68,7 km
	Estructuras principales de derivación	123 lugares
	Estructuras de cruce	36 lugares
	Reservorios pequeños	2 lugares
Mejoramiento de Caminos	Camino principal (2 rutas)	56,8 km
	Camino vecinal (2 rutas)	7,2 km
	Puente	1 lugar
	Bateón	6 lugares
	Estructuras de cruce	81 lugares
Desarrollo de centro comunitario	Depósitos de máquinaria en CRC y CA	6 lugares
Equipos y materiales a ser suministrados	Topadora	3 unidades
	Retro Excavadora	3 unidades
	Volqueta	3 unidades
	Tractor	7 unidades
	Levantapiedras	3 unidades
	Camioneta	3 unidades
	Motocicleta	15 unidades
	Equipo eléctrico (Panel Solar)	6 unidades
	Comunicación inalámbrica	6 unidades
	Aparatos meteorológicos	3 unidades
	Mesas de capacitación	1800 unidades
	Herramientas de inseminación	6 unidades
	Conservadora de semen	7 unidades
	Tijeras castradoras	16 unidades
	Tijeras esquiladoras	16 unidades
	Camioneta (UCPA)	1 unidad
	Televisores	6 unidades
	Vídeo reproductoras (VHS)	6 unidades
	Accesorio para ensilado de forrajes	3 unidades

CAPITULO II

CONTENIDO DEL PROYECTO

CAPITULO II CONTENIDO DEL PROYECTO

2.1 Objetivo del Proyecto

En los años 1996 y 1997 se llevó a cabo el Estudio para el Plan de Desarrollo Agrícola y Rural en la Zona de Achacachi, Departamento de La Paz en el marco de la Cooperación Técnica del Japón, y con base sobre dicho Estudio se propuso la construcción de una serie de componentes que contribuyan al desarrollo sostenible del Area del Estudio. La solicitud del presente Proyecto está constituida básicamente por los componentes que fueron propuestos en el marco del plan de mejoramiento a corto plazo del Estudio mencionado.

Los objetivos del Proyecto en el Estudio de Desarrollo son: (1) mejorar la economía de las fincas y satisfacer las condiciones de estabilización de la población rural a través del fomento de la producción agrícola local, y (2) reactivar la economía regional y fomentar la estabilización de los agricultores a través del fomento de la producción agrícola alrededor de las ciudades agrícolas medianas. Tomando en cuenta estos objetivos del Proyecto, así como la realidad en que vive la población del Area del Estudio, se han formulado los lineamientos del desarrollo que consisten en: (1) mejoramiento del manejo agrícola y el mejoramiento las infraestructuras agrícolas, y el establecimiento del sistema de apoyo a la agricultura, y (2) mejoramiento de las infraestructuras socioeconómicas para desarrollar la zona económica que albergue toda la cuenca del río Keka. De esta manera, se propone concretamente mejorar los sistemas de riego existentes, mejorar la red vial, operar y mantener las instalaciones incluyendo los centros comunales, y promover la extensión agrícola.

Por lo anteriormente expuesto, se considera que el presente Proyecto coincide con los objetivos y lineamientos propuestos en el Estudio de Desarrollo, y con éste se propone mejorar la economía de las fincas y reactivar la economía regional mediante el fomento de la producción agrícola en torno a las ciudades de Achacachi y Batallas, satisfacer las condiciones para fomentar la estabilización de la población mediante el mejoramiento de las infraestructuras sociales, así como la reactivación de las comunidades regionales.

2.2 Lineamiento básico del Proyecto

Para la formulación del presente Proyecto, se ha tomado en cuenta la capacidad técnica y financiera de la Unidad de Coordinación del Proyecto Achacachi (UCPA) de la Dirección del Desarrollo Productivo del Departamento de La Paz que es el organismo ejecutor, así como de la Asociación de Usuarios del Proyecto Achacachi (AUPA) integrada por los beneficiarios del Area del Estudio, para optimizar la magnitud y el contenido del Proyecto de modo que las instalaciones mejoradas sean operadas y mantenidas de manera estable y equilibrada hacia el futuro. En el siguiente cuadro se presenta el marco general del presente Proyecto en relación con el contenido de la solicitud. Este marco ha sido definido con base sobre las condiciones básicas descritas anteriormente y los resultados del estudio en campo.

Tipo de obras	Solicitud	Proyecto		
		Contenido del proyecto	Instalaciones a construirse	Equipos
Mejoramiento de los sistemas de riego	Mejorar los canales principales existentes para fomentar el uso eficiente del agua de riego y modernizar el manejo agrícola.	Dar mayor prioridad al mejoramiento de los sistemas que contribuyan a elevar la eficiencia de riego.	Mejoramiento de: Estructuras de toma, canales, obras de derivación, estructuras de cruce	
Mejoramiento de caminos	Mejorar los caminos principales regionales y los caminos conectivos a fin de integrar el Area del Estudio	Cumplir lo solicitado	Mejoramiento de: caminos principales, caminos conectivos, construcción de puente, puentes sumergibles, cruces de canales	
Centro comunal	Instalar los depósitos de equipos en los centros a ser construidos por la UCPA.	Definir la dimensión de acuerdo con los equipos a ser suministrados.	Depósitos de equipos	
Suministro de equipos y materiales	Suministrar los equipos y materiales de apoyo a la agricultura, operación y mantenimiento de las instalaciones y los equipos y materiales que contribuyan al fomento de las actividades de los centros	Suministrar los equipos y materiales acorde con la importancia de las actividades que se desarrollan en la región.		Equipos y materiales de: operación y mantenimiento, apoyo a la agricultura, centros comunales, campos demostrativos, mejoramiento de ganadería y equipos audiovisuales

2.2.1 Sistemas de riego

(1) Estructuras de toma

Las estructuras de toma de los cinco sistemas objeto de solicitud son todas del tipo toma directa al canal, y no existe un sistema de cierre de ríos como diques, con la única excepción del Sistema #27 que tiene un canal de toma de hormigón simple. La sección interna actual es de B entre 1,9 y 1,5 m por H entre 1,2 y 0,9 m, con una longitud de aprox. 90 m. No existen compuertas y presentan fuga de agua desde el fondo del canal por la irregularidad de la base, y desde la pared lateral donde se observan rajaduras, roturas, etc. habiendo necesidad de efectuar trabajos de reparación cabal. En cuanto a otros cuatro sistemas de riego, el agua es conducida a los respectivos canales desde las rutas de agua del río mediante diques longitudinales construidos con los materiales extraídos del lecho. Todos estos canales son de tierra.

Las obras de mejoramiento solicitadas consisten en seguir con el método de toma de agua actual, y sustituir los canales actuales por canales de hormigón reforzado (RC) instalando la respectiva compuerta en el extremo inicial de los canales a modo de facilitar la operación de toma de agua. El estudio en campo reveló que en los sistemas #27 y #12 se puede construir una estructura de toma anclada en el cimiento de roca, pero que en los sistemas #2, #3 y #9 los canales comienzan desde el interior del río y para su mejoramiento es necesario reubicar el extremo inicial de estos canales tomando en cuenta la variación del nivel de agua y del cauce durante las crecidas. Las obras de mejoramiento de las estructuras de toma teniendo en cuenta los puntos mencionados, son indispensables para que estas instalaciones puedan cumplir sus funciones de manera sostenible hacia el futuro, y por lo tanto, se considera que la solicitud de mejoramiento es pertinente.

(2) Canales principales

Los sistemas de canales del Area del Estudio están integrados por los canales principales que son operados, mantenidos y administrados a nivel de comunidades, y los

canales secundarios que son operados y mantenidos por los usuarios correspondientes (varias familias). A continuación se resumen los resultados de la medición del largo de los canales principales.

Sistema de riego	Canales	Longitud
27	5	15.044 m
12	1	4.400 m
9	4	19.048 m
3	4	4.528 m
2	5	13.506 m
Total	16	56.526 m

La mayoría de los canales son de tierra construidos sobre base de gravas, y presenta una fuga de agua desde 15% hasta un máximo de 70% del volumen total conducido. Esta fuga por infiltración provoca la descarga inefectiva de agua fuera de la cuenca, debiendo en los extremos de los canales restringir el uso de agua. En particular, la falta de agua en el comienzo de la época de riego donde el caudal del río no es abundante, constituye grave limitación tanto para la agricultura como para la ganadería de la zona.

El estudio en campo reveló que los efectos de la falta de agua se manifiestan en el extremo final de los canales y en la cuenca baja, y que el comienzo de la época de riego corresponde al estiaje de los ríos. Como una solución de la falta de agua, se puede pensar en buscar nuevas fuentes. Sin embargo, en el caso del Area del Estudio, difícilmente se encontrarían nuevas fuentes aprovechables si se toman en cuenta las condiciones sociales y económicas de la zona. Otra alternativa más factible es la de reducir el volumen de uso de agua del sistema, mediante el mejoramiento de los sistemas de riego, incluyendo las obras de revestimiento de canales. Por lo tanto, el revestimiento de los canales principales y la construcción de componentes complementarios como son las estructuras de derivación y de cruce, tal como ha sido solicitado, son considerados adecuados como para elevar la eficiencia de uso de agua de los sistemas de riego.

Mediante el desarrollo y mejora de los sistemas de riego en el área del Proyecto, se prevé la ampliación del área beneficiaria de riego en 14,1 % en la época de lluvia y 28,7% en la época seca.

Canal	Longitud (km)	Familias agrícolas	Area de riego (ha)	Area actual de riego		Area proyectada de riego		Area ampliada		% de aumento	
				Epoca de lluvia	Epoca seca	Epoca de lluvia	Epoca seca	Epoca de lluvia	Epoca seca	Epoca de lluvia	Epoca seca
2	13,5	140	571	128,2	13,2	164,8	17,2	36,6	4,0	28,5	30,3
3	4,5	220	212	47,6	4,9	61,2	6,4	13,6	1,5	28,6	30,6
9	19,0	287	430	152,2	36,2	195,6	46,5	43,5	10,2	28,6	28,2
12	4,4	11	45	15,9	3,8	20,5	4,9	4,5	1,1	28,9	18,4
27	15,0	170	451	438,8	184,7	451	237,4	12,2	52,7	2,8	28,5
Total	56,4	828	1.709	782,7	242,8	893,1	312,4	110,4	69,5	14,1	28,7

Como regla general, para los trabajos de mejoramiento, se mantendrán las rutas actuales de los canales, salvo aquellos tramos que, de acuerdo con los resultados del estudio en campo, presentan pequeña sinuosidad, inundación durante la época de lluvia, o que los beneficiarios hayan manifestado cambiar la ruta por pasar por el borde de las parcelas. La sección de los canales será determinada fundamentalmente en base al requerimiento máximo de agua de riego, aunque también se tomará en cuenta la modalidad actual de uso de agua, procurando mantener la sección actual. Para el revestimiento, se aplicará el método más popularizado en Bolivia, tomando en cuenta el factor costo, así como la necesidad de operación y mantenimiento por los propios agricultores. Así, las paredes laterales de los canales serán de mampostería con mortero con una inclinación de 1:0,5, y el fondo será de concreto ciclópeo.

(3) Canales secundarios

La solicitud en este punto consiste en reparar los primeros 100 m de los canales

secundarios que salen desde los canales principales. La longitud total es de 11,0 km. De acuerdo con el estudio realizado en campo sobre los sistemas de riego existentes, los canales clasificados como “secundarios” son aquellos que riegan principalmente los pastizales naturales que sirven para el pastoreo del ganado utilizando el método de riego por inundación. Para este tipo de uso, se considera que no sería adecuado ejecutar grandes obras que incluyan el revestimiento de los canales, construcción de estructuras de derivación, etc., sino bastaría continuar utilizando los canales de tierras existentes para los canales secundarios.

Existen algunos canales principales, que al aplicar criterios de clasificación diferentes a los que se aplican en el Area del Estudio, son categorizados como canales secundarios. Por lo tanto, aún cuando no se ejecuten las obras de mejoramiento de los canales secundarios, se podría alcanzar las metas de mejorar la eficiencia de uso de agua, incluyendo la ampliación de uso de agua en los terminales de los canales, tal como se propone en el presente Proyecto. Por este motivo, se ha considerado que el mejoramiento de los canales secundarios estaría incluido dentro de las obras de mejoramiento de los canales principales, y por lo tanto no se propone orientar los esfuerzos específicamente al mejoramiento de los primeros.

(4) Obras de derivación

Actualmente, las tierras bajo riego se desarrollan a lo largo de los canales, y en la mayoría de los casos, la derivación de agua se realiza tomando directamente el agua para cada parcela desde los canales principales. De acuerdo con el estudio de la situación actual de los sistemas de riego, para una longitud total de 56 km aprox. de canales de los cinco sistemas, existen unas 900 estructuras de derivación, con un intervalo medio de cada 60 m. Esta configuración refleja una serie de factores específicos de la zona: cada propietario se responsabiliza de ejecutar la estructura de derivación para su parcela; los propietarios de varias parcelas crean una estructura de derivación para cada una de ellas, por cuanto algunas se dejan en descanso según sus prácticas agrícolas; si se crean canales secundarios con una estructura de derivación en común, algunas parcelas pequeñas se verían desfavorecidas, y; por último, la topografía de la zona hace que sea más fácil regar las tierras tomando directamente el agua de los canales principales, entre otros. La mayoría de las estructuras de derivación actuales consiste en abrir una parte de la pared lateral del canal, y en regular el caudal de derivación y el nivel de agua del canal principal colocando raíces de plantas o bloques de piedra. Se presentan constantes fugas y pérdida de agua efectiva.

Se considera que la pérdida de agua en los canales actuales se debe en gran medida al método de derivación de agua adoptado, y por consiguiente, el mejoramiento de dichos métodos y la construcción de las instalaciones adecuadas son, conjuntamente con el revestimiento de los canales, medidas eficaces para reducir la fuga y la pérdida de agua. Si bien es cierto que sería conveniente racionalizar la derivación de agua, esto sería difícil por la ubicación de las tierras agrícolas y por las condiciones anteriormente descritas. Por lo tanto, como regla general se mantendrán las funciones actuales de derivación. Tomando en cuenta la superficie de riego dominante de las estructuras de derivación y el factor económico, se proponen dos tipos de obras: compuerta sencilla o tubería. Para la derivación desde un canal principal hacia otro canal principal se utilizará la compuerta. Aguas abajo de cada derivación en los canales principales se colocarán zanjas para la regulación de nivel de toma de agua.

(5) Estructuras de cruce

Entre las estructuras de cruce existentes, únicamente para el cruce de los caminos principales se están utilizando los tubos ondulados semicirculares o tubos de hormigón reforzado. Por lo general, utilizan rampas de acceso, colocan piedras o hacen talud de pendiente suave hacia el canal para cruzar directamente dentro del mismo. El estudio de la situación actual reveló que existen 60 lugares que necesitan estructuras de cruce para el paso de vehículos, y aprox. 220 lugares para el paso de las personas y animales, y la construcción de nuevas estructuras de cruce constituye un elemento indispensable para garantizar el cruce seguro y mantener el normal funcionamiento de los canales. Actualmente, todas las

estructuras de cruce de los caminos fundamentales y los canales consisten en tubos ondulados semicirculares, y todas las partes de la estructura están en buen estado, por lo que se utilizarán las instalaciones actuales.

En el Sistema de riego #9 que tiene múltiples canales instalados en las laderas de los montes, entra el agua de las quebradas arrastrando sedimentos durante la lluvia. Actualmente, estos sedimentos arrastrados son eliminados por los propios productores después de la lluvia, estos sedimentos se acumulan alrededor de los canales. Con el fin de garantizar el normal funcionamiento de los canales, se considera necesario tomar alguna medida en los cruces de estos con las quebradas. Por otro lado, en las partes donde los canales atraviesan las quebradas o tierras pantanosas, se toman las aguas excedentes hacia el canal para utilizarlas aguas abajo para el riego. Para el mejoramiento de los canales, se propone instalar unas 45 bocas en estos lugares a manera de hacer uso eficaz de los recursos hídricos disponibles.

(6) Reservorios pequeños

Fue solicitado construir dos pequeños reservorios para los sistemas de riego #9 y #12. Los sitios propuestos para la construcción son depresiones que se inundan durante la época de lluvia, y son aprovechadas como tierra de pastoreo. El plan consiste en integrar los pequeños reservorios en los sistemas de riego existentes, para utilizarlos como tanques de regulación o como fuentes complementarias. Con base sobre los resultados del estudio en campo, se propone determinar el volumen de almacenamiento y el volumen disponible para el aprovechamiento en los sitios candidatos para la construcción de reservorios, para evaluar la viabilidad del uso como tanques de regulación o fuentes de agua complementarias.

Las áreas de cuenca, y los datos de altura-área-volumen de los sitios candidatos de construcción de reservorios son los que se indican en el siguiente cuadro. El nivel de aguas máximas de los reservorios se determina en elevación 3.865 m y elevación 3.846,5 m para los sistemas #12 y #9 respectivamente, por la existencia de inmuebles (tierras y viviendas) privados.

Sistemas de riego	Area de las cuencas km^2	Altura – Area – Volumen		
		Altura (m)	Área (m^2)	Volumen (m^3)
12	2,5	3.863,2	0	0
		3.863,5	4.900	1.225
		3.864,0	11.200	5.250
		3.864,5	19.500	12.925
		3.865,0	33.900	26.275
9	1,6	3.845,0	0	0
		3.845,5	4.600	1.150
		3.846,0	22.100	7.825
		3.846,5	54.800	27.050

Dado que casi no existe diferencia de elevaciones entre el lecho de los canales y el lecho de los reservorios, el almacenamiento en estos últimos se realizará tomando el agua proveniente de la región interior. El caudal de entrada hacia los reservorios fue calculado multiplicando la precipitación con probabilidad de no exceso de 1/5 por el coeficiente de escurrimiento medio en la cuenca media (0,268), luego al reducir el volumen de evaporación en el interior de los reservorios, se obtuvo el volumen aprovechable de agua. En los siguientes cuadros se resumen estos resultados.

Sistema de riego #12 (Nivel inicial de agua: 3.864,26 m, Volumen inicial del reservorio: 9.280m^3)

Mes	(mm)	Evapo.	Entrada	WL1 (principio de mes)			Evapo.	Riego	Salida	WL2 (fin de mes)	
		(mm)	(m^3)	V(m^3)	WL(m)	A(m^2)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	V(m^3)	WL(m)
7	5,3	107	3.551	12.831	3.864,49	19.334	2.069	7.600	0	3.162	3.863,74
8	10,3	126	6.901	10.063	3.864,31	16.346	2.060	7.600	0	404	3.863,30
9	19,9	134	13.333	13.737	3.864,53	20.364	2.729	7.600	0	3.408	3.863,77
10	26,8	155	17.956	21.364	3.864,82	28.716	4.451	7.600	0	9.313	3.864,26
11	35,6	148	23.852	26.275	3865,00	33.900	5.017	7.600	6.890	13.658	3.864,53
12	67,5	114	45.225	26.275	3865,00	33.900	3.865	7.600	32.608	14.810	3.864,57
1	81,8	115	54.806	26.275	3865,00	33.900	3.899	7.600	43.341	14.777	3.864,57
2	60,7	103	40.669	26.275	3865,00	33.900	3.492	7.600	29.171	15.183	3.864,58

3	51,5	115	34.505	26.275	3865,00	33.900	3.899	7.600	23.413	14.777	3.864,57
4	20,0	112	13.400	26.275	3865,00	33.900	3.797	7.600	1.902	14.878	3.864,57
5	15,9	110	10.653	25.531	3864,97	33.036	3.634	7.600	0	14.297	3.864,55
6	7.6	95	5.092	19.389	3864,74	26.412	2.509	7.600	0	9.280	3.864,26
Total	402,9	1434	269.943				41.418	91.200	137.324		

Nota: WL: Nivel de agua, V: Volumen de agua, A: Superficie de agua

En el reservorio del Sistema de Riego #12, si se va a utilizar el agua durante todo el año el volumen diario aprovechable sería de 7.600/30=253m^3, mientras que si se limita el uso de agua en el período de septiembre a marzo (época de riego), el volumen aprovechable sería de 17.500/30=583m^3.

De la misma manera, en el reservorio del Sistema de Riego #9, si se va a utilizar el agua durante todo el año el volumen diario aprovechable sería de 4.400/30=147m^3, mientras que si se limita el uso de agua en el período de septiembre a marzo (época de riego), el volumen aprovechable sería de 9.800/30=327m^3.

Sistema de riego # 9 (Nivel inicial de agua: 3.865,99 m, Volumen inicial del reservorio: 7.740 m^3)

Mes	(mm)	Evapo. (mm)	Entrada (m^3)	WL1 (principio de mes)			Evapo. (m^3)	Riego (m^3)	Salida (m^3)	WL2 (fin de mes)	
				V(m^3)	WL(m)	A(m^2)				V(m^3)	WL (m)
7	5,3	107	2.273	10.013	3.846,06	26.024	2.785	4.400	0	2.828	3.845,63
8	10,3	126	4.417	7.245	3.845,96	20.700	2.608	4.400	0	237	3.845,10
9	19,9	134	8.533	8.770	3.846,02	23.408	3.137	4.400	0	1.233	3.845,51
10	26,8	155	11.492	12.725	3.846,13	30.602	4.743	4.400	0	3.581	3.845,68
11	35,6	148	15.265	18.847	3.846,29	41.066	6.078	4.400	0	8.369	3.846,01
12	67,5	114	28.944	27.050	3.846,50	54.800	6.247	4.400	10.263	16.403	3.846,22
1	81,8	115	35.076	27.050	3.846,50	54.800	6.302	4.400	24.429	16.348	3.846,22
2	60,7	103	26.028	27.050	3.846,50	54.800	5.644	4.400	15.326	17.006	3.846,24
3	51,5	115	22.083	27.050	3.846,50	54.800	6.302	4.400	12.039	16.348	3.846,22
4	20,0	112	8.576	24.924	3.846,44	50.876	5.698	4.400	0	14.826	3.846,18
5	15,9	110	6.818	21.644	3.846,36	45.644	5.021	4.400	0	12.223	3.846,11
6	7,6	95	3.259	15.482	3.846,20	35.180	3.342	4.400	0	7.740	3.846,99
Total	402,9	1434	172.764				57.907	52.800	62.057		

Nota: WL: Nivel de agua, V: Volumen de agua, A: Superficie de agua

Si el terraplén tuviera un a pendiente de talud aguas arriba de 1:2,0, y aguas abajo de 1:1,5, y si el talud aguas arriba estuviera revestido de piedra seca, el uso y las instalaciones de los reservorios serían lo que se describe a continuación.

Sistema	Area regable (ha)	Area regable de los reservorios (ha)		Almacén./ total riego (%)	Datos de las presas				
		Anual	Epoca de riego		Altura de la presa (m)	Prof. efectiva (m)	Almacén. (m^3)	Largo de la presa (m)	Vol. de dique (m^3)
12	45	5	12	8	3,3	1,8	26.275	320	8.000
9	204	3	7	2	3,0	1,5	27.050	890	15.200

Aguas arriba de las obras de toma de los sistemas de riego #12 y #9, existen manantiales de las corrientes subterráneas del río Keka, y el escurrimiento fluvial en las bocatomas es estable en comparación con la cuenca baja. Si se analiza la necesidad de almacenar el agua en un reservorio, se considera que en el caso del Sistema de Riego #12 que sólo tiene un canal principal y que no se efectúa el riego por turno, se considera que un reservorio no es necesario. El área bajo riego del sistema es reducida (45 ha), y con el agua almacenada en el reservorio cubriría una cuarta parte de todo el área de riego, lo que conduce a pensar que el reservorio sería útil como fuente complementaria. Sin embargo, si se realizaran al mismo tiempo, el revestimiento del canal principal para estabilizar la conducción de agua, y la construcción de un reservorio como fuente complementaria, se estaría invirtiendo excesivos esfuerzos en comparación con otros sistemas de riego. Por otro lado, en cuanto al Sistema de Riego #9, éste integra cuatro canales principales y los beneficiarios riegan sus tierras por turno. Esto hace que sea alta la necesidad de un tanque de regulación. Sin embargo, existen algunos factores topográficos que limitarían el volumen de almacenamiento y el nivel de agua, además que es imposible conectar el reservorio con los canales principales. Por lo tanto, un reservorio para el Sistema de Riego #9 tendría poca utilidad como tanque de regulación o como fuente complementaria de agua.

Por las razones mencionadas, se decidió excluir del Proyecto la construcción de pequeños reservorios solicitados, puesto que el beneficio frente al costo de inversión es reducido, además que el número de beneficiarios es limitado. Es más, al tomar en cuenta el mejoramiento que se propone ejecutar para los sistemas de riego, la construcción de los reservorios es un componente que sobresale de las demás obras.

2.2.2 Caminos

(1) Caminos principales

El mejoramiento de los caminos principales solicitada está enfocada al CP 1 ubicado a la margen izquierda del río Keka (longitud total: 24,2 km), y el CP 2 que pasa de la margen derecha a la izquierda aguas arriba del río y llega al Kerani, en el extremo este del Area del Estudio (longitud total de 29,2 km). Ambas rutas son caminos existentes, predominantemente de tierra, aunque existen algunos tramos cubiertos con piedras trituradas. El ancho varía entre 3 y 7 m. De acuerdo con el estudio en campo, el principal problema estructural que presentan estas vías es la erosión y el deterioro de la calzada provocados por la corriente de agua, a falta de estructuras de cruce para los canales de agua y drenaje. Este deterioro de las calzadas está perturbando seriamente el tránsito vehicular. Para lograr la integración regional mediante la reactivación del intercambio físico y humano en el Area del Estudio, es indispensable contar con una red de caminos principales mediante el mejoramiento de las infraestructuras viales troncales existentes. Por lo tanto, se concluye que la solicitud es pertinente.

Sin embargo, si bien es cierto que la solicitud establece que el ancho de los caminos principales debe ser de 6,0 m, no se ha encontrado la necesidad de mantener esta anchura en todos los tramos de las vías de acuerdo con el estudio realizado en terreno. Por consiguiente, el ancho del camino será determinado de acuerdo con la función que cumple cada tramo.

(2) Caminos conectivos

Dado que el río Keka discurre en dirección E-O del Area del Estudio, los caminos de dirección S-N que tienen que atravesar el río son comparativamente menos desarrollados que los caminos de dirección E-O. Los caminos conectivos solicitados incluyen dos rutas que parten de y llegan a los caminos principales de ambas márgenes del río. Ambas tienen dirección S-N, y suman un total de 6,9 km. Ninguna cuenta con alcantarillas o con las estructuras de cruce y presentan múltiples tramos con calzada deteriorada por la corriente de agua. Los caminos conectivos que fueron solicitados para su mejoramiento, se dividen en tres partes el lado largo (aprox. 20 km) de la red de caminos principales, y desde el punto de vista del desarrollo de la red vial del Area del Estudio, accesibilidad a los CRCs, se considera que la solicitud de mejoramiento de estas rutas es pertinente. Sin embargo, ambos caminos tienen grandes cruces de río y requieren de mayor inversión que el mejoramiento de otras rutas. Por lo tanto, para la formulación del plan, debe tomarse plenamente en cuenta el volumen de tráfico, las condiciones fluviales, así como las necesidades de operación y mantenimiento, entre otros factores, y diseñar un nivel idóneo de mejoramiento acorde con la realidad local.

(3) Puente

El puente solicitado se proyecta construirse en el camino principal CP2, entre Chachacomani y Coromata Alta, sobre el río Keka. Del estudio en campo, se obtuvieron los siguientes resultados:

1) El nuevo puente se ubica sobre el camino principal que conecta las comunidades de la cuenca alta del río Keka con las ciudades de Batallas y La Paz. Existe el servicio regular de autobuses.
2) El ancho del río del sitio de construcción del puente es de 150 m aprox. y sobre el cauce se forman varias rutas de agua. La diferencia de altura entre el margen del

río y las principales rutas de agua es de 2 m aprox.

3) Durante las crecidas del río en la época de lluvia, este tramo se vuelve intransitable tanto para vehículos como para personas que transitan a pié. Anualmente se reportan heridos y muertos de los que intentan cruzar el río ya sea con vehículo o a pié.
4) Actualmente no existe otro puente que cruce el río Keka, más que el puente ubicado a 20 km aguas abajo, en la ciudad de Achacachi.
5) Una vez que se construya este nuevo puente, se hará posible cruzar el río todo el año, uno por el puente existente en la ciudad de Achacachi, aguas abajo, y otro por el nuevo puente solicitado aguas arriba, constituyéndose así la red de caminos principales del Area del Estudio.

Por los motivos descritos se considera que es alta la necesidad y es pertinente la solicitud de construir un puente en la cuenca alta del río Keka. Para la formulación del plan se tomarán en cuenta la topografía, condiciones fluviales, objetivo y frecuencia de uso, población beneficiaria, situación de la distribución de bienes y servicios, etc. para optimizar la estructura y la dimensión y no diseñar un puente excesivamente grande.

(4) Puentes sumergibles

La solicitud consiste en la construcción de seis puentes sumergibles: tres sobre el camino principal (CP2) y tres sobre los caminos conectivos. Para la creación de la red vial en el Area del Estudio es indispensable, además de la construcción del puente mencionado en el numeral anterior, asegurar los medios de cruce en dos partes del río Keka y en cuatro partes de sus tributarios. Actualmente, la zona de inundación de cauce es estable en estas partes del cruce, mientras que los cruces en el cauce de aguas bajas cambia de acuerdo con la variación de las rutas del agua. El cauce en estas partes de cruce es ancho y poco profundo; las rutas de agua discurren en forma de red, y el curso de los ríos es largo (de 30 a 140 m). La construcción de un puente normal en estos lugares requieren de un elevado costo, y resulta ser una obra excesivamente grande frente al volumen de tránsito actual y previsto para el futuro en estos tramos. Por lo tanto, es considerada pertinente la solicitud que consiste en construir puentes sumergibles en vez de tipos comunes como una siguiente alternativa.

(5) Estructuras de cruce

La solicitud incluye la construcción de estructuras de cruce en 81 lugares. Durante el estudio en campo realizado en todos los tramos solicitados, se ha observado que muchos de los canales existentes atraviesan los caminos sin estructuras de cruce, y se requieren tomar algún tipo de medidas en cerca de 400 lugares. Los tramos que se vuelven intransitables o las depresiones inundables de los caminos existentes se deben a la falta de las estructuras de cruce adecuadas, y se considera indispensable su instalación para garantizar el normal funcionamiento de los caminos y desarrollar una red vial en el Area del Estudio. Por lo tanto, para el mejoramiento, es necesario diseñar estructuras que se adecuen a las condiciones locales, y que además sean fáciles de mantener.

(6) Enfoque del mejoramiento de caminos

En conclusión, con base sobre los resultados del estudio en campo y del trabajo analítico realizado posteriormente, se definirán la magnitud y la estructura de las obras de mejoramiento, a manera de asegurar el normal funcionamiento y mejorar su utilidad. Las obras de mejoramiento de los caminos consistirán en lo siguiente:

Descripción	Obras	Solicitud	Resultados del Estudio
Mejoramiento de los caminos	Caminos principales (2 rutas)	56,8 km	53,4 km
	Caminos conectivos (2 rutas)	7,2 km	6,9 km
	Puente	1 puente	1 puente
	Puentes sumergibles	6 puentes	6 puentes
	Estructuras de cruce	81 lugares	382 lugares

2.2.3 Plan de equipos

Los equipos solicitados para el presente Proyecto se clasifican en los siguientes siete grupos:

<1> Equipos de operación y mantenimiento de las instalaciones
<2> Equipos de apoyo al manejo agrícola
<3> Equipos de apoyo a los centros
<4> Equipos de capacitación
<5> Equipos de inseminación artificial
<6> Equipos de empaque de forrajes
<7> Equipos para los campos demostrativos

Para la selección de los equipos, se respetaron los criterios prioritarios planteados por el Gobierno de Bolivia, y además se aplicaron los siguientes criterios para definir el tipo y la cantidad mínima necesaria de los equipos:

<1> Equipos que contribuyan a fortalecer el funcionamiento y a establecer el sistema organizativo de la AUPA que es el ente integral de la zona.
<2> Equipos que se adecuan a los objetivos y al tipo de actividades a realizarse en cada uno de los centros a ser construidos bajo responsabilidad boliviana.
<3> Equipos que contribuyan a sostener la administración, operación y mantenimiento de las nuevas instalaciones a ser dotadas en el marco del presente Proyecto.
<4> Equipos que tengan efectividad práctica al manejo agrícola y al mejoramiento del nivel de vida de la población regional.
<5> Equipos fáciles de administrar, operar y mantener sin que constituyan una carga más para los entes receptores.

1) Equipos de operación y mantenimiento de las instalaciones

El plan de red vial propuesto en el presente Diseño Básico consiste básicamente en mejorar los caminos enripiados, los que requerirán ser mantenidos cada año. Asimismo, en cuanto a los sistemas de riego, estos consistirán en tomar el agua del río desde las bocas abiertas en las paredes laterales de los diques longitudinales construidos con materiales del lecho; estos diques pueden ser destruidos o arrastrados durante las crecidas y deben ser reparados o reconstruidos varias veces al año.

Sin embargo, al considerar que la organización de la AUPA todavía no ha llegado a su madurez, y que aún no cuenta internamente con el personal operario de las maquinarias pesadas, se considera aún prematuro introducir los equipos de operación y mantenimiento de las instalaciones. Por lo tanto, inicialmente se propone continuar utilizando el sistema de operación y mantenimiento actual de cada comunidad, y una vez que las necesidades sean altas y que la entidad cuente con una organización estable, se volverá a estudiar la posibilidad de dotarse de los equipos necesarios.

Así, en el presente Proyecto no se incluirán estos componentes. Por esta decisión, tampoco se incluirán los depósitos para guardar estos equipos, que se preveía construir en cada CRC.

2) Equipos de apoyo al manejo agrícola

Recientemente, se ha intensificado la producción de los cultivos de renta, y las prácticas agrícolas tradicionales que utilizan la fuerza animal presentan una serie de limitaciones como: a) que es difícil realizar el arado y rastreo homogéneo causando una tasa de germinación desigual; b) que requiere de mayor tiempo laboral que no puede ser cubierto sólo con la mano de obra familiar; c) que no puede realizar la plantación oportuna de los cultivos de renta, entre otros. En estas circunstancias la necesidad de contar con tractores en la preparación de tierras es sumamente alta. Por otro lado, dado que muchas de las tierras cultivadas se ubican en las zonas de inundación de antiguos cauces, las tierras presentan alto

contenido de gravas, lo que ha venido restringiendo el uso de los tractores hasta ahora. Por lo tanto, la introducción de los tractores para remover las gravas y, al mismo tiempo, elevar la eficiencia de preparación de tierras, contribuirá a mejorar el manejo agrícola de la región. Asimismo, se reconoce la necesidad de estos equipos, también para elevar la productividad y estabilizar la economía de las fincas.

Sin embargo, actualmente tanto la AUPA como los comités administrativos de los CRCs aún no cuentan con una organización sistemática para operar y mantener debidamente los equipos de apoyo al manejo agrícola, ni satisfacen las condiciones básicas como es la dotación del personal operario, etc., lo cual conduce a pensar que la introducción de estos equipos es aún prematura.

Por lo tanto, cuando las necesidades de introducir estos equipos sean más altas y una vez que se confirme que el sistema organizativo de las entidades esté cumpliendo plenamente su función, se volverá a estudiar la posibilidad de dotarse de estos equipos, y así, los mismos no estarán incluidos en el presente Proyecto.

3) Equipos de apoyo a los centros

El objetivo de los equipos de apoyo a los centros es el de establecer un sistema estructural necesario para la organización de reuniones, programas de capacitación, visitas a las fincas para la asistencia técnica, mantenimiento de las instalaciones, etc. que realizarán la AUPA, CRCs y CAs. Para dar mayor agilidad y hacer más funcional el apoyo al manejo agrícola, la dotación de las camionetas se considera muy importante. Por otro lado, en cuanto a los equipos de radio comunicación, se considera que estos constituyen medios necesarios para agilizar la comunicación entre las comunidades que eventualmente se hallan atomizadas dentro del Area del Estudio. Sin embargo, se considera que aún las entidades receptoras no han establecido un sistema de uso eficaz y por lo tanto, se concluye que su introducción es aún prematura.

Por las razones expuestas, se ha decidido abordar el mejoramiento de las funciones básicas de la AUPA, CRCs, CAs, etc. como una tarea prioritaria, y para ello se suministrarán las camionetas, pero no los demás equipos.

4) Equipos de capacitación

Como una de las principales actividades de los CRCs y CAs se menciona el desarrollo de los programas de capacitación. Esta incluirá la capacitación en temas de producción agrícola, actividades económicas y administrativas, así como mejoramiento del nivel de vida, entre otros. Los organismos coordinadores de los respectivos proyectos y la Estación Experimental de Belén de la UMSA, las municipalidades, etc. realizarán los preparativos de estos programas. Los temas se concentran en problemas de la zona, y una vez definidos los tópicos a discutir se analizarán las causas, y se plantearán las posibles soluciones.

Por otro lado, existe la Estación Experimental de Belén como organismo de investigación pública en el campo de agricultura en Altiplano. Este instituto mantiene estrecha relación con las comunidades del Area del Estudio y está desarrollando su propio programa de intercambio social.

Para hacer más efectivos estos servicios de investigación y capacitación en los CRCs y CAs, se suministrarán las mesas y sillas necesarias. En cuanto a la computadora, se plantea la introducción de una unidad en la AUPA como equipo de apoyo a los centros para el procesamiento de datos relacionados con el control de agua y organización, elaboración de documentos de capacitación, etc.

5) Equipos de inseminación artificial

La agricultura del Area del Estudio se caracteriza por la combinación de la producción

agrícola de subsistencia y de la ganadería. La fuente de ingreso más importante para las fincas es el carnero en la cuenca alta, el carnero y leche en la cuenca media, y la leche en la cuenca baja, lo cual refleja el importante peso que tiene la ganadería en la economía de las fincas. Los problemas más serios que tiene la ganadería de la región son la falta de forraje y la mala calidad del ganado, lo que limita elevar la rentabilidad de las actividades. Por lo tanto, para el mejoramiento de la economía de las fincas, reviste primordial importancia la implantación de las prácticas de castración del ganado ovino macho en las cuencas alta y media, y del mejoramiento de calidad de las vacas lecheras a través de la inseminación artificial en las cuencas media y baja.

Por otra parte, debido a que está asegurado el apoyo técnico que brindarán la UMSA y JOCV para la inseminación artificial y mejora ganadera, los equipos que serán introducidos para dichos objetivos se consideran muy útiles en la práctica. Además los equipos servirán para facilitar la obtención de resultados positivos en la forma más pronta, por lo tanto se ha tomado la decisión de introducir los equipos mediante el presente Proyecto.

6) Equipos de empaque de forrajes

Como se menciona anteriormente los problemas más serios que tiene la ganadería de la región son la falta de forraje y la mala calidad del ganado. Por lo tanto, para el mejoramiento de la economía de las fincas, reviste primordial importancia, además de la implantación de las prácticas de castración del ganado ovino macho y del mejoramiento de calidad de las vacas lecheras a través de la inseminación artificial, la obtención del forraje para el ganado durante el invierno.

Sin embargo, aún no existe un plan de administración de los equipos solicitados por parte de la AUPA o de los CRCs, lo cual hace pensar que todavía es prematura la introducción de los mismos. Por lo tanto, los equipos de este componente no serán incluidos en el presente Proyecto.

7) Equipos para los campos demostrativos

Junto con la construcción de los edificios de los CRCs de las cuencas alta, media y baja se contemplan crear los campos demostrativos, donde se realizará la plantación con visiones futuristas aplicando las técnicas avanzadas de la producción agrícola para demostrar y exhibir la adaptabilidad a las condiciones locales y la economía de las nuevas técnicas. Estos campos demostrativos serán manejados por los productores ambiciosos elegidos de la población local, quienes aprenderán las nuevas técnicas y colaborarán en la promoción de las mismas.

Si bien es cierto que se reconoce la importancia que revisten estas prácticas en los campos demostrativos para mejorar el manejo agrícola de la región, se considera que aún los entes receptores no cuentan con un plan de capacitación o una organización ejecutora debidamente estructurados y por lo tanto, el presente Proyecto incluirá sólo los equipos meteorológicos para recolectar los datos básicos de las parcelas demostrativas.

Dado que las instalaciones del bombeo de aguas subterráneas serán utilizadas para abastecer de agua potable en los centros, los equipos relacionados serán introducidos en el Proyecto como equipos de apoyo a centros. Los pozos de observación perforados en Belén y Cala Cala en el Estudio de Factibilidad tienen dificultad para la instalación de bombeo sumergible debido a su pequeño diámetro y por consiguiente se realizarán nuevamente la perforación.

Atendiendo todas las observaciones descritas, en el siguiente cuadro se hace una comparación de los equipos solicitados y planificados:

Lista de comparación de los equipos solicitados y planificados

Núm.		Equipos	Unidad	Cantidad		Observaciones
				Solic.	Proy.	
1.Equipos para O/M de instalaciones	1	Bulldozers 15 Toneladas	unidad	3	-	Considerando que el funcionamiento de la AUPA todavía no ha llegado a su madurez, para la introducción de estos equipos es necesario primero analizar la necesidad de introducción y confirmar el nivel de organización.
	2	Exvacadoras 0,35m^3	unidad	3	-	
	3	Camiones de volquete 2 Toneladas	unidad	3	-	
2.Equipos para el apoyo al manejo agrícola	1	Tractores clase 90 PS	unidad	7	-	Considerando que el funcionamiento de la AUPA todavía no ha llegado a su madurez, para la introducción de estos equipos es necesario primero analizar la necesidad de introducción y confirmar el nivel de organización.
	2	Arados de discos 26"×4	unidad	7	-	
	3	Rastras de discos 20"×24 hojas	unidad	7	-	
	4	Máquinas de remoción de piedras, prof. de trabajo 20 cm.	unidad	3	-	
3.Equipos de apoyo a centros	1	Camioneta (2.800 cc)	unidad	4	3	Sirven para impartir asistencia a las fincas en materias de manejo agrícola y mejoramiento del nivel de vida, así como para el enlace con la UCPA, AUPA, UMSA, etc.
	2	Motocicletas (125 cc)	unidad	15	-	Se considera que todavía es prematuro introducir estos equipos porque aún no se ha llegado a establecer un sistema idóneo de administración, operación y mantenimiento.
	3	Generador eléctrico con paneles solares	global	6	-	
	4	Equipos de radio comunicación	unidad	7	-	
4.Equipos para capacitación	1	Computadora	unidad	3	1	Se instalará en la AUPA para el manejo de las informaciones locales y para el establecimiento de las funciones organizativas. Se introducirán como equipos de apoyo a centros.
	2	Impresora a color	unidad	3	1	
	3	Mesas y sillas para capacitación	unidad	1800	630	Serán suministradas para uso de los cursos de capacitación en extención agrícola y mejoramiento del nivel de vida a ser impartidos en los CRCs y CAs instalados por la Prefectura del Departamento de La Paz.
	4	TV	unidad	6	-	Aún es prematura la introducción.
	5	Video tipo VHS	unidad	6	-	
5.Equipos de apoyo a la ganadería	1	Equipo de inseminación artificial	unidad	6	1	Respecto a la inseminación artificial se llevará a cabo la transferencia tecnológica por medio de la UMSA y JOCV, siendo que después de la introducción de estos equipos rapidamente surgirá una práctica efectiva, razón por la cual se planeo la introducción de los equipos para el mejoramiento ganadero.
	2	Conservadora de Semen	unidad	6	1	
	3	Tijeras castradoras	unidad	16	-	
	4	Tijeras Esquiladoras	unidad	16	-	
6.Equipos de empacar forrajes	1	Discmore (ancho de operación: 1,6 m)	unidad	3	-	Se considera que aún es prematura la introducción de estos equipos dado que no se ha establecido una organización administrativa y el sistema de uso de los mismos.
	2	Rastrillos (ancho de operación: 2,2 m)	unidad	3	-	
7.Equipos para campos demostrativos	1	Motor de bombeo sumergible 32 mm	unidad	3	3	Se instalarán para abastecer de agua potable a los centros. Se introducirán como equipos de apoyo a centros.
	2	Tanques elevados	unidad	3	3	
	3	Panel Solar	unidad	3	3	Se introducirán para la operación de las bombas.
	4	Equipos de riego	unidad	3	-	Se considera que aún es prematura la introducción de estos equipos puesto que todavía no se ha establecido un sistema tecnológico y administrativo de uso.
	5	Aparatos meteorológicos	unidad	3	1	Sólo se instalará un equipo en la cuenca alta, puesto que para la cuenca baja se puede utilizar los datos tomados en la Estación Experimental de Belén, y además, no existen grandes variaciones de microclima entre las cuencas baja y media. El equipo a instalarse será operado manualmente.

2.2.4 Resumen del lineamiento básico

Basándose en el resultado del estudio relacionado al contenido de la solicitud descrito anteriormente, en el siguiente cuadro se presenta el plan mas apropiado del Plan de Desarrollo para contribuir a elevar la economía de la población agrícola y satisfacer las condiciones establecidas por medio de promoción de la producción agrícola en la zona objetiva.

Items	Descripción		Cantidad
(1) Sistemas de riego	Estructuras de toma		5 unidades
	Mejoramiento de canales		56,4 km
	Construcción de obras de derivación		1 juego
	Construcción de estructuras de cruce		1 juego
(2) Caminos	Mejoramiento de los caminos principales (2 rutas)		53,4 km
	Mejoramiento de los caminos conectivos (2 rutas)		6,9 km
	Construcción de puente		1 unidad
	Construcción de puentes sumergibles		6 unidades
	Construcción de estructuras de cruce		1 juego
(3) Equipos	Apoyo a centros	Camionetas 2.800 cc	3 unidades
		Motor de bombeo sumergible ϕ 32 mm	3 unidades
		Tanques elevados	3 unidades
		Panel solar	3 juegos
		Computadora	1 unidad
		Impresora a color	1 unidad
	Capacitación	Mesas y sillas	630 piezas
	Equipos de apoyo al mejoramiento de la ganadería	Inseminación artificial	1 juego
		Equipos de mejoramiento de la ganadería	1 juego
	Campos demostrativos	Aparatos meteorológicos	1 juego

2.3 Diseño básico de la alternativa óptima del Proyecto

2.3.1 Criterios básicos del diseño

El Diseño Básico de las instalaciones incluidas en el presente Proyecto será elaborado aplicando los siguientes criterios.

1) Sobre las condiciones naturales

Las nuevas instalaciones a ser construidas o mejoradas mantendrán una estrecha relación con las corrientes naturales de agua, incluyendo el río Keka. Por lo tanto, para el plan de distribución, diseño y estructura de los componentes a ser instalados, se procurará no modificar el curso actual del río, ni colocar las estructuras u otros elementos que puedan perturbar el flujo natural de las aguas, y se tomarán otras tantas consideraciones que sean necesarias sobre el medio ambiente.

2) Sobre las condiciones sociales

El Area del Estudio alberga en su mayoría de los habitantes de habla aymará, quienes conservan las costumbres, historia y cultura propios. Cabe señalar, particularmente, que ellos cuentan con una organización para proteger la vida comunitaria y con grupos de solidaridad, los cuales constituyen la base de las actividades productivas que ellos realizan. Por lo tanto, los componentes del presente Proyecto serán diseñados respetando dichas organizaciones, para que ellos dentro de su contexto histórico, cultural y comunitario propio, puedan hacerse cargo de operar, mantener y administrar debidamente las nuevas instalaciones.

3) Sobre las condiciones de construcción

La región de Achacachi que constituye el Area del Proyecto, se ubica a una distancia relativamente cercana (96 km) a la ciudad de La Paz que es el centro de la política y economía de Bolivia. Esto hace que sea fácil obtener tanto los materiales de construcción como la mano de obra calificada desde la capital. Existe en La Paz un elevado número de empresas constructoras de alto nivel técnico y no se presentaría mayor problema en la ejecución de las obras propuestas. Por otro lado, el río Keka ofrece abundantes materiales de grava que pueden ser utilizados como materiales de fondo de canales o como agregados del hormigón. Su extracción está garantizada puesto que existe un convenio con la autoridad correspondiente. En cuanto al plan de manejo ambiental, ya fue entregado el plan correspondiente a la Dirección del Medio Ambiente, y se prevé obtener oportunamente la autorización necesaria.

4) Sobre la contratación de las firmas locales y materiales disponibles en mercado

Los materiales de construcción, básicamente se utilizarán los materiales disponibles en mercado, verificando integralmente su calidad, resistencia y el costo. Asimismo, se adoptarán los métodos de construcción sencillos y rápidos, acordes con el nivel técnico de los contratistas locales.

5) Sobre la capacidad de operación y mantenimiento de las instalaciones

Las instalaciones, equipos y materiales que incluyen el presente Proyecto serán operados y mantenidos por la AUPA, a través del respectivo comité administrativo de cada CRC. Por lo tanto, se tomará en cuenta la capacidad tanto técnica como económica de las entidades responsables, y se diseñarán las instalaciones y los equipos que sean fáciles de operar, inspeccionar y mantener, además que requieran de poco costo para su mantenimiento.

6) Criterios sobre la selección de los equipos

Entre los equipos solicitados en este Proyecto no se incluyen componentes que requieran especiales técnicas o habilidades de manejo, o que sean difíciles de comprar, salvo los equipos de operación y mantenimiento de las instalaciones. Por lo tanto, el Diseño Básico de los equipos se ajustarán a los siguientes criterios: (a) que sean equipos acordes con el nivel técnico del personal que se hará cargo de operar y mantener; (b) que sean equipos que minimicen el costo de operación y mantenimiento; (c) que no sean equipos demasiado sensibles a los métodos de manejo o el entorno en que se encuentren, y; (d) que sean equipos cuyos materiales y repuestos sean fáciles de obtener en el país.

7) Sobre el plazo de ejecución

Es necesario implementar el presente Proyecto en varias fases tomando en cuenta la magnitud y variedad de las obras que se incluyen, las condiciones en que se encuentra la Prefectura del Departamento de La Paz que es el organismo receptor del Proyecto, y para garantizar el ágil desarrollo de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón. Se propone establecer las fases de la siguiente manera. Asimismo, en el cuadro abajo se presentan los diferentes modos de agrupar los componentes para someter a un análisis posterior.

Suministro de equipos y materiales		-
Obras civiles 1	Sistema de riego	2 Sistemas (19,4 km de canales) y Estructuras de toma (2)
	Caminos	Caminos principales (13,5 km), Caminos conectivos (3,8 km), y Puentes sumergibles (2)
Obras civiles 2	Sistema de riego	3 Sistemas (37,0 km de canales) y Estructuras de toma (3)
	Caminos	Caminos principales (39,9 km), Caminos conectivos (3,1 km), Puente (1), Puentes sumergibles (4) y Pavimento de grava

El enfoque de división de fases se basará en las diferentes combinaciones de estos componentes.

Alternativas	Fases	Componentes	Problemas
I	1	Suministro de equipos	A falta de los depósitos de equipos, se demora en la operación de los equipos suministrados.
	2	Obras civiles 1	
	3	Obras civiles 2	
II	1	Suministro de equipos + obras de civil 1	Es necesario realizar los ajustes cronológicos a manera de suministrar los equipos después de la construcción de los depósitos.
	2	Obras civiles 2	
III	1	Obras civiles 1	Es la forma más común de implementación.
	2	Obras civiles 2 + suministro de equipos	

Para las alternativas I, el impacto de la ejecución del Proyecto sería importante al completarse en brevedad, además que fomenta la ejecución de las obras a cargo del Gobierno de Bolivia. Sin embargo, presenta una gran dificultad puesto que los equipos suministrados no serán eficazmente operados si antes no se construyen los depósitos. Por lo tanto, al considerar las condiciones de la entidad receptora que es la Prefectura de La Paz, las Alternativas II son más viables.

Teniendo estos lineamientos básicos, y con base sobre los resultados del estudio en campo y el análisis, se ha planteado enfocar las obras de construcción y/o mejoramiento de cada componente como se describe a continuación.

(1) Mejoramiento de los sistemas de riego

1) Volumen de agua en las fuentes

La observación del caudal fluvial de largo plazo en el Area del Estudio se realiza en la

Estación de Achacachi sobre el río Keka (a la altura del puente en el camino fundamental aguas abajo). Esta Estación viene tomando los datos fluviales desde julio de 1967 hasta la fecha. El sistema de observación consiste en la lectura de escala fija una vez al día. Para el análisis del uso de agua actual se tomaron los datos de la Estación de Achacachi, en base a los cuales se calculó el volumen disponible en los manantiales y sistemas de riego para las cuencas alta, media y baja. Si se determina el período de retorno de 5 años de probabilidad de no exceso para el plan de riego, el volumen disponible en las tres alturas de la cuenca se estima en lo siguiente:

Ítems	Unidad	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
Achacachi	m^3/s	6,91	9,15	6,44	2,98	1,42	0,66	0,39	0,36	0,30	0,51	1,33	3,31	-
Cuenca alta	m^3/s	5,75	7,67	5,31	2,45	1,15	0,53	0,31	0,33	0,38	0,42	1,10	2,72	-
Cuenca media	m^3/s	5,74	7,73	5,30	2,32	0,99	0,37	0,14	0,15	0,20	0,24	0,92	2,56	-
Cuenca baja	m^3/s	5,52	7,62	5,18	2,21	0,89	0,28	0,02	0,05	0,10	0,11	0,81	2,43	-
Achacachi	MMC	18,50	22,14	17,25	7,74	3,81	1,70	1,06	0,97	0,79	1,36	3,45	8,88	87,65
Cuenca alta	MMC	15,39	18,56	14,21	6,36	3,09	1,37	0,82	0,89	0,99	1,13	2,85	7,29	72,95
Cuenca media	MMC	15,38	18,70	14,21	6,00	2,64	0,96	0,37	0,41	0,53	0,63	2,39	6,86	69,08
Cuenca baja	MMC	15,06	18,44	13,88	5,73	2,37	0,73	0,05	0,14	0,27	0,30	2,10	6,51	65,58

Nota: MMC: millones de metros cúbicos

2) Requerimiento de agua para cultivo

Para la estimación del requerimiento de agua para cultivo en el Area del Estudio, se utilizaron los datos tomados en la Estación Meteorológica de Belén, y se aplicó el método Penman modificado. Los resultados son los siguientes:

Ítem	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Eto (mm)	4,1	4,4	4,3	4,3	3,6	3,2	3,4	4,3	4,9	5,0	4,9	4,4

Nota: Eto: Evapo-transpiración para cultivos

El requerimiento de agua por cada uno de los rubros que se producen actualmente, y para los que se proponen en este Proyecto (por las condiciones naturales como clima, suelo, etc. no se contemplan introducir nuevos cultivos, sino que básicamente el impacto del Proyecto se reflejará en la variación de la superficie cultivada por cada rubro) es el que se muestra en el siguiente cuadro. El coeficiente de cultivo se ajusta al “requerimiento de agua para cultivo” establecido por la FAO, y la precipitación efectiva al método desarrollado por el Servicio de Conservación del Suelo (SCS) del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (DAEU). La eficiencia de riego fue definida en 60% a nivel de parcelas puesto que se continuará aplicando el mismo método de riego (riego en surcos), y la eficiencia de conducción de agua se definió en 90% considerando que los canales serán revestidos. Por último, la eficiencia de riego global se definió en 54%.

Cultivos	Demanda total de agua (mm)	Requerimiento máximo de agua (l/seg/ha)
Papa	594	0,56
Cebada, avena	506	0,47
Haba	947	0,64
Cebolla	557	0,64
Zanahoria	617	0,58
Lechuga	594	0,70
Alfalfa	2.093/año	909/Nov.～Abr. 0,89

Las fincas del área del Estudio se agrupan en diferentes tipos según el uso de las tierras y el tipo de cultivos que producen. Básicamente, cosechan una vez al año en la época de lluvia (octubre a marzo). La alfalfa es cultivada a lo largo del año. En el siguiente cuadro se muestra el requerimiento de agua por cada superficie unitaria de tierra según tipos de fincas.

Tipos de fincas	Demanda total de agua (mm)	Requerimiento máximo de agua (l/seg/ha)
Tipo A (cuenca alta)	653	0,53
Tipo B (cuenca media)	749	0,54
Tipo C (cuenca media)	724	0,55
Tipo D (cuenca baja	820	0,57
Tipo E (cuenca baja)	840	0,56
Tipo F (cuenca media)	1007	0,61

Asimismo, en el siguiente cuadro se indica el requerimiento unitario de agua según meses.

Unidad: l/seg/ha

Ítem	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
Tipo A	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	0,09	0,11	0,13	0,31	0,54	0,48	0,33	0,36	0,25	0,10	0,09	0,08
Tipo C	0,07	0,09	0,11	0,34	0,55	0,48	0,33	0,36	0,21	0,08	0,07	0,06
Tipo D	0,10	0,15	0,23	0,37	0,57	0,47	0,30	0,38	0,28	0,11	0,09	0,08
Tipo E	0,11	0,16	0,23	0,36	0,56	0,47	0,32	0,40	0,30	0,12	0,10	0,09
Tipo F	0,19	0,24	0,31	0,56	0,61	0,49	0,31	0,36	0,21	0,21	0,19	0,16

3) Balance hídrico

Se calculó la superficie regable según cuencas con probabilidad de no exceso de 5 años utilizando los datos del volumen disponible en cada bocatoma, y de la demanda total de agua por cada superficie unitaria según cuencas, cuyos resultados se detallan en el siguiente cuadro. En este procedimiento, se aplicaron las fincas Tipo A, B y E para las cuencas alta, media y baja respectivamente.

Iem	Unidad	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Cuenca alta													
Caudal	m^3/s	5,75	7,67	5,31	2,45	1,15	0,53	0,31	0,33	0,38	0,42	1,10	2,72
Requerimiento unitario	l/s	0,33	0,35	0,23	0,05	0,05	0,04	0,05	0,06	0,07	0,27	0,53	0,47
Area regable	ha	17.424	21.914	23.087	49.000	23.000	13.250	6.200	5.500	5.429	1.556	2.075	5.787
Cuenca media													
Caudal	m^3/s	5,74	7,73	5,30	2,32	0,99	0,37	0,14	0,15	0,20	0,24	0,92	2,56
Requerimiento unitario	l/s	0,33	0,36	0,25	0,10	0,09	0,08	0,09	0,11	0,13	0,31	0,54	0,48
Area regable	ha	17.394	21472	21.200	23.200	11.000	4.625	1.555	1.364	1.538	774	1.704	5.333
Cuenca baja													
Caudal	m^3/s	5,52	7,62	5,18	2,21	0,89	0,28	0,02	0,05	0,10	0,11	0,81	2,43
Requerimiento unitario	l/s	0,32	0,40	0,30	0,12	0,10	0,09	0,11	0,16	0,23	0,36	0,56	0,47
Area regable	ha	17.250	19.050	17.267	18.417	8.900	3.111	181	313	434	305	1.446	5.170

Teóricamente, el agua regable se reduce al mínimo en los meses de septiembre y octubre (época inicial de cultivo) en el caso de las cuencas alta y media. En el caso de la cuenca baja, se reduce en el mes de julio y también al comienzo de la época de cultivo. Al hacer una comparación de la superficie beneficiada por los sistemas de riego existentes, en la cuenca alta la superficie actual bajo riego es de 779 ha, y la superficie mínima regable es de 1.556 ha; en la cuenca alta esta misma relación es de 1.695 ha frente a 774 ha, y en la cuenca baja es de 998 ha frente a 305 ha. Esto quiere decir que en las cuencas media y baja, la superficie de las tierras de cultivo incorporada al sistema de riego supera el volumen disponible de agua para el riego.

Los sistemas de riego existentes se vinieron ampliando gradualmente incorporando las tierras agrícolas ubicadas a lo largo de los ríos y que permiten fácilmente conducir y derivar el agua. Este hecho se refleja en el uso actual de agua, donde no hay limitaciones de riego a las tierras agrícolas incorporadas desde un principio, mientras que otras nuevas parcelas están sujetas a restricciones de tiempo, horas y días para efectuar el riego. Por lo tanto, los sistemas actuales de riego en el Area del Estudio que reflejan su evolución histórica, el método de riego se basa, no precisamente en el requerimiento de agua para cultivo, sino en el tiempo permitido para cada usuario. Por lo tanto, los sistemas están configurados de tal manera que absorben mayor cantidad de recursos en la estación de agua abundante. Por otro lado, en la cuenca baja de cada sistema de riego, se está tomando el agua evacuada de cuenca más alta o de los pantanos para complementar el volumen de agua.

Por consiguiente, para diseñar las obras de mejoramiento, se determinará la sección transversal de los canales en base a la capacidad de los canales calculada multiplicando la superficie de riego de dominio por el requerimiento unitario de agua, ajustándola de acuerdo con el uso actual de agua tomando en cuenta el sistema de turno que se está aplicando ahora.

4) Capacidad de las instalaciones

Por lo general, la derivación de agua hacia las parcelas en la actualidad, se realiza directamente desde los canales principales. El intervalo de riego es de 7 días. Por lo tanto, la capacidad de los canales será determinada en base al volumen neto de riego a intervalo de 7 días tomando en cuenta la pérdida que se produciría en las parcelas y durante la conducción. Para los canales en donde el riego se hace por turnos de día y de noche, (los canales principales derivados del Sistema de Riego #9), la capacidad será calculada considerando 12 horas de conducción. En el siguiente cuadro se muestra el requerimiento unitario de agua en las cuencas alta, media y baja calculado tomando en cuenta la Evapo-Transpiración de cada cultivo (ETcrop) según tipo de fincas, el requerimiento neto de agua para riego, volumen de riego en las parcelas, así como la pérdida que se produciría durante la conducción.

Cuencas	Categoría de fincas	ETcrop	Volumen neto de riego		Volumen de riego en parcela	Requerimiento unitario de agua
		mm/mes	mm	l/s/ha	l/s/ha	l/s/ha
Alta	A	73,7	17,2	1,99	3,32	3,69
Media	C	76,5	17,8	2,06	3,44	3,82
Baja	E	79,0	18,4	2,13	3,56	3,95

El caudal de diseño de las estructuras de derivación será el equivalente al volumen de riego de la parcela.

5) Mejoramiento de los canales y de las estructuras relacionadas

(a) Estructuras de toma

Para las estructuras de toma se propone construir el tramo inicial de los canales con hormigón reforzado e instalar su respectiva compuerta. Las obras de rehabilitación de la estructura de toma para el Sistema de Riego #27 comenzará desde el tramo inicial del canal actual y abarcará hasta pasar la estructura de cruce (puente). Para ajustarse a la ubicación del nuevo puente, en el actual canal se instalará un canal tipo alcantarilla cubierta en la parte baja del camino de acceso en el margen izquierdo del río. La obra para el Sistema de Riego # 12 abarcará 10 m desde el tramo inicial del canal actual. En cuanto a los sistemas de riego #2, #3 y #9 en los que los canales actuales comienzan desde el interior de los ríos, las respectivas estructuras de tomas abarcarán 10 m comenzando desde la zona de inundación tomando en cuenta la posibilidad del movimiento del lecho de cauce, etc.

(b) Canales

El mejoramiento de los canales principales consistirá en su revestimiento para reducir la pérdida de agua de los sistemas de riego, y elevar la eficiencia de uso de agua. El revestimiento será ejecutado con el método más difundido en Bolivia, por ser económico y considerando que estos canales deben ser mantenidos por sus propios usuarios en el futuro. Las paredes laterales serán de mampostería con mortero con una inclinación de 1:0,5, y el fondo será de concreto ciclópeo. Hidrográficamente, serán canales con caudal permanente, con coeficiente de rugosidad de 0,025, y se hará discurrir el caudal de diseño dentro de la sección de la obra. Se ejecutará el terraplén a ambos lados de los canales para el caso de que el nivel de agua supere el caudal de diseño y haga falta el bordo libre. En los documentos “Anexos VI Datos, item D” se esquematizan las líneas de canales según los sistemas de riego.

En el siguiente cuadro se resume la capacidad de los canales (en los tramos iniciales) de cada sistema de riego calculada a partir de la capacidad de instalaciones y las líneas de canales descritas anteriormente.

Sistemas	Canales	Area de riego (ha)	Caudal de diseño (m^3/s)	Observaciones
27	27-1	450,5	1,660	
	27-2	43,7	0,161	
	27-3	153,5	0,566	
	27-4	70,2	0,259	
	27-1-1	92,6	0,342	
12	12	45,0	0,166	
9	9-1	430,1	1,642	
	9-2	51,5	0,394	Capacidad de 12 horas
	9-3	31,2	0,238	Capacidad de 12 horas
	9-4	41,1	0,314	Capacidad de 12 horas
3	3	211,7	0,836	
	3-1	38,3	0,151	
	3-2	9,2	0,036	
	3-1-1	4,6	0,018	
2	2-1	571,2	2,256	
	2-2	376,6	1,487	
	2-3	105,5	0,416	
	2-4	278,0	1,098	
	2-4-1	138,8	0,548	

Para la sección transversal de los canales, se proponen los siguiente 16 tipos, según la capacidad de canales proyectados y las pendientes de los canales existentes.

Tipos	Ancho de fondo (m)	Ancho superior (m)	Altura (m)	Pendiente de talud interna
1	1,50	2,50	1,00	1:0,5
2	1,50	2,10	0,60	1:0,5
3	1,10	2,10	1,00	1:0,5
4	0,90	1,50	0,60	1:0,5
5	0,70	1,70	1,00	1:0,5
6	0,70	1,30	0,60	1:0,5
7	0,60	1,50	0,90	1:0,5
8	0,60	1,30	0,70	1:0,5
9	0,60	1,40	0,80	1:0,5
10	0,60	1,20	0,60	1:0,5
11	0,60	1,10	0,50	1:0,5
12	0,50	1,20	0,70	1:0,5
13	0,50	1,10	0,60	1:0,5
14	0,40	1,00	0,60	1:0,5
15	0,40	0,90	0,50	1:0,5
16	0,30	0,80	0,50	1:0,5

(c) Estructuras de derivación

Las estructuras de derivación serán de dos tipos: compuerta o tubo. Si los canales principales se dividen en dos o más canales, y si el agua derivada riega más de dos fincas o más de dos parcelas, se construirá la compuerta (Tipo C). Si el agua derivada riega sólo una parcela, la estructura será de tubo (Tipo T). El caudal de diseño de las estructuras de derivación, será equivalente al volumen de riego de la parcela descrito anteriormente, y la selección de los diferentes tipos se basará en los siguientes criterios.

Tipos	Capacidad de derivación	Estándar de compuertas (mm)	Diámetro de las tuberías (mm)
C1	q > 20 l/seg	500x500	-
C2	10 l/seg < q < 50 l/seg	300x300	-
T	q < 10 l/seg	-	100

(d) Estructuras de cruce

Se construirán diferentes estructuras de cruce para personas y animales, y para los

vehículos. Para los primeros se colocarán losas de hormigón reforzado de 2 m de ancho sobre los canales (Tipo RV1); mientras que para los segundos, se construirán los canales con hormigón reforzado y el cruce tendrá un largo de 5 a 7 m (tipo RV2). El diámetro de los tubos de hormigón reforzado será determinado en base a la sección del canal, y utilizando el siguiente cuadro. Actualmente, todas las estructuras de cruce de los caminos fundamentales y los canales consisten en tubos ondulados semicirculares, y todas las partes de la estructura están en buen estado, por lo que se utilizarán las instalaciones actuales.

Ancho del fondo del canal (m)	Diámetro de tubos de obras de cruce (mm)	Tramo
0,3	500	1
0,4	600	1
0,5	700	1
0,6	800	1
0,7	1.000	1
0,9	600	2
1,1	800	2
1,5	1.000	2

(e) Obras de entrada de agua

En aquellos tramos de los canales que atraviesan las quebradas o tierras pantanosas, actualmente se permiten la entrada de agua excedente a los canales para aprovecharla en el riego en la cuenca baja. En este Proyecto se propone mejorar las bocas de entrada de agua en estas partes a modo de aprovechar eficazmente los recursos hídricos disponibles. Estas obras serán tipo toma a través de canal dotada de compuerta. Dependiendo del caudal de entrada, se adoptarán dos tipos diferentes de tomas: para el caudal pequeño se construirá un canal (de 1 m de largo, tipo E1) con compuerta de 0,3 x 0,3 m, y para los demás casos, se construirán canales (de 3 m de largo, tipo E2) con compuerta de 0,5 x 0,5 m.

(f) Bateónes

En los sistemas que tienen múltiples canales instalados en las laderas de los montes, entra el agua de las quebradas arrastrando sedimentos durante la lluvia. Con el fin de garantizar el normal funcionamiento de los canales a largo plazo, se construirán los bateónes en las partes que cruzan estos con las quebradas. Los canales en estos tramos serán de hormigón reforzado, y sobre ellos se construirán estructuras de cruce de hormigón ciclópeo y gaviones. Dependiendo del tamaño de la quebrada las estructuras serán de dos tipos (RR1 de 5 m y RR2 de 10 m de largo). El diámetro del tubo del hormigón reforzado se ajustará a las normas de selección de las estructuras de cruce de caminos.

(g) Obras de protección de los canales

Existen aguas arriba de los canales 27-1 y 27-2 del Sistema de Riego #27 tramos cuyas paredes laterales se ven afectadas por la erosión provocada por las crecidas del río Keka. Para que los canales puedan mantener su funcionamiento estable, es necesario proteger estas partes afectadas. Las obras consistirán en ejecutar el terraplenado con los materiales de lecho, levantar las partes afectadas y proteger la cara que da al río del terraplén con muro de retención de mampostería con mortero.

(2) Mejoramiento de los caminos

1) Grado de mejoramiento

El grado de mejoramiento de los caminos será definido tomando en cuenta las normas establecidas en Bolivia para las obras viales, así como la importancia de los caminos objeto del presente Proyecto, el tráfico, etc.

Los caminos de Bolivia se clasifica en las categorías indicadas en el siguiente cuadro. Los caminos objeto de la solicitud, de acuerdo con la Prefectura de La Paz, son caminos vecinales que tienen igual trato a los caminos municipales. Las obras de los caminos de clase prefectural ó mas baja, son realizadas por el municipio ó departamento al cual le ha sido encargado desde el Servicio Nacional de Caminos (SNC), siendo este, el organismo de jurisdicción de la red vial de Bolivia.

Categoría de la red vial	Descripción	Construido por:	Mantenido por:
Red Fundamental	Vías que comunican las capitales departamentales o conectan con el país vecino (clase carretera nacional)	SNC	SNC
Red Prefectural	Vías que comunican las capitales de provincias o que se conectan con la red fundamental (clase carreteras prefecturales)	Departamento	Departamento
Red Vecinal	Otros caminos que no son fundamentales ni prefecturales (caminos municipales)	Municipalidad	Municipalidad

Los caminos son agrupados en seis grados según su estándar (nivel de mantenimiento), aunque estos grupos son independientes a los tipos de caminos indicados anteriormente. Además, el estándar es manejado con cierta flexibilidad.

Grado	Volumen de tránsito vehícular (unidad/día)	Carriles	Velocidad de diseño (km/h)	Ancho del camino (1 carril)	Ancho de banquina (un lado)	Revestimiento recomendable
0	>15.000	Más de dos	120～60	3,65-3,5	3,50-2,50	Pav. hormigón
IA	>5.000	Más de dos	100～40	3,65-3,5	3,50-2,50	Asfaltado
IB	>1.500	1 ó 2	100～40	3,65-3,5	3,50-0,50	Asfaltado
II	>700	1 ó 2	100～30	3,65-3,35	3,00-0,50	Pav. simple
III	>300	1 ó 2	80～20	3,50-3,00	3,00-0,50	Enripiado
IV	<200	1 ó 2	60～20	3,35-3,00	3,00-0,50	Tierra

Los caminos a ser mejorados en el marco del presente Proyecto y que constituyen rutas de servicios regulares de transporte público, soportan el tránsito frecuente de los grandes autobuses. Sin embargo, en otros tramos, el volumen de tráfico vehícular es sumamente limitado, y corresponden al Grado IV según el estándar establecido en Bolivia. Se puede pensar en que a mediano o a largo plazo (15 años aprox), se abran nuevas rutas de comercialización de productos así como de servicios de autobuses, pero aún así, es poco probable que aumentara drásticamente el número de automotores que transiten en la zona. en estas circunstancias, el volumen de tráfico en todos los tramos se estima en menos de 100 vehículos al día. Por lo tanto, se propone mejorar todos los caminos objeto del Proyecto con un sólo carril, y los trabajos se ajustarán a los siguientes criterios tomando en cuenta las propiedades locales de cada tramo.

Tramos de los caminos principales donde pasan los servicios regulares de autobuses grandes : El ancho actual es de 4 a 7 m. Se mantendrá un ancho total de 6,00 m que permita cruzarse dos autobuses grandes.

Otros caminos principales : Se mantendrá el ancho total de 5,00 m para posibilitar el tránsito holgado de los grandes camiones que actualmente transitan esporádicamente, y los pequeños vehículos, incluyendo camionetas, que se espera que transitará con posterioridad al mejoramiento de los caminos.

Caminos conectivos : Se mantendrá el ancho total de 4,00 m que es el ancho mínimo establecido para los caminos en Bolivia.

En el siguiente cuadro se resume el ancho propuesto de los caminos y la longitud a ser mejorados.

Rutas	Tramos	Longitud a ser mejorado (km)	Ancho efectivo / ancho total (m)	Observaciones
CP-1	Total	24,2	4,00 / 5,00	Camino principal
CP-2	CP-2-1	5,4	5,00 / 6,00	Camino principal / servicio regular de autobuses
	CP-2-2	15,3	4,00 / 5,00	Camino principal
	CP-2-3	8,5	5,00 / 6,00	Camino principal / servicio regular de autobuses
	(Subtotal)	29,2		
CC-5	Total	3,1	3,00 / 4,00	Camino conectivo
CC-8	Total	3,8	3,00 / 4,00	Camino conectivo
Longitud total		60,3		Caminos principales Σ L=53,4 km Caminos conectivos Σ L=6,9 km

De los caminos principales, existen algunos tramos en la falda de los montes donde aflora la capa de roca. Dado que en estos lugares las obras son más costosas, se define el ancho del camino en 4,00 m, y si la distancia de intervalo llega a superar los 200 m, se creará un refugio para garantizar la seguridad.

2) Fortalecimiento de la calzada

Muchos tramos de los caminos objeto del presente Proyecto recorren paralelamente a los canales de riego. Por lo general, existe poca diferencia de altura entre la calzada y el canal, lo cual hace que cuando se eleve el nivel de agua en la estación de riego queden inundados muchos tramos de los caminos, y como consecuencia se observan múltiples lugares con calzada deteriorada. En estos tramos se propone realizar el terraplenado para elevar el nivel de calzada a modo de protección.

Al mismo tiempo, se proyecta enripiar los caminos a manera de elevar la resistencia de la calzada y evitar la formación de lodo durante las lluvias. El espesor del revestimiento será de 10 cm considerando que el volumen de tráfico no es elevado. No obstante, en aquellos tramos que constituyen rutas de los servicios regulares de autobuses y que geológicamente son susceptibles a la formación de lodo, el revestimiento tendrá un espesor de 15 cm. Por otro lado, en aquellos tramos donde anteriormente ya han sido enripiados, se agregará 5 cm más de balasto para complementar. Además, una parte del CP-2 que atraviesa la montaña, y el tramo del CC-8 que comienza desde la margen derecha y termina en la zona de inundación, serán pavimentados con hormigón puesto que en estos tramos la pendiente longitudinal es más de 12% y habría que adoptar un método de construcción más seguro aún en las laderas acentuadas.

Pavimento de hormigón CP-2 : En el km 12,25 por 250 m
CC-8 : En el km 2,35 por 100 m

Dado que el volumen de tráfico es reducido, el pavimento de hormigón será de una sola capa y el diseño se sujetará a los siguientes criterios.

- Diseño de subrasante CBR : CP-2 : CBR=12 (Valor ficticio: base de roca intemperizada y sedimentos)
  CC-8 : CBR=10 (Valor ficticio: base relativamente buena)
- Coeficiente de reacción de suelo del firme esperado K30=1471kN/m^2 (para el volumen de tráfico de menos de 40 vehículos grandes al día)
- Material de firme : Piedra triturada sin cribar (corrección CBR$\geqq$30)
- Resistencia a flexión estándar de diseño del hormigón = 3923kN/m^2

Aplicando estos criterios, el espesor de la base de pavimento será de 15 m para CP-2 y de 20 cm para CC-8. El espesor de las losas de hormigón será de 15 cm. Dado que ambos tramos están en las laderas, se aplicará una pendiente transversal de 1,5% para evacuar el agua de la calzada.

3) Estructuras de cruce

Los caminos objeto del Proyecto presentan múltiples lugares donde cruzan los canales de riego y drenaje sobre los caminos. Se identificaron aproximadamente de 300 lugares que no cuentan con estructuras de cruce, provocando dificultades para transitar. Por lo tanto, en este Proyecto, se propone construir las estructuras de cruce, clasificándolas en tres tipos siguientes:

Alcantarillas Tipos I y II	:	Se construirán alcantarillas en el cruce de los caminos y canales, independientemente a que estos últimos sean de riego o drenaje. Dado que en general hay poca diferencia de altura entre el canal y el camino, si los canales son pequeños, se adoptarán las alcantarillas Tipo I que consiste en tubos de hormigón de menos de ϕ 300 mm, y si los canales son medianos o grandes, se utilizará el acueducto cubierto (Tipo II) para minimizar el desnivel de la calzada.
Bateones Tipo III	:	Se construirán bateones en los lugares donde generalmente no existe el cauce, pero que por la topografía depresiva se forman corrientes de agua durante las lluvias, las que cruzan los caminos. Las estructuras de cruce actuales consisten en colocar los cantos rodados en los lugares donde atraviesan las corrientes de agua, pero su resistencia no es suficiente. Por lo tanto, en el presente Proyecto, se construirá una especie de bateón cubiertos de hormigón.

Las estructuras de cruce a ser construidas, incluyendo el cruce de los caminos de conexiones, se resumen de la siguiente manera:

Caminos		Tipo I	Tipo II	Tipo III	Total
Camino principal	CP-1	62	61	22	145
Camino principal	CP-2	58	98	20	176
Camino conectivo	CC-5	12	5	6	23
Camino conectivo	CC-8	20	13	5	38
Total		152	177	53	382

4) Plan planimétrico y longitudinal

Por las razones que se enumeran a continuación, los caminos a ser mejorados mantendrán las mismas líneas planimétricas y longitudinales actuales, y para aquellos tramos que puedan presentar algún tipo de problema en el tránsito vehícular, se colocarán las instalaciones de seguridad que se describen en el numeral siguiente.

(i) Todas las obras a ser ejecutadas consisten en el mejoramiento de los caminos existentes y no incluyen cambios de rutas.
(ii) Por ser caminos de tierra, la velocidad de los vehículos que transitan por ellos es limitada.

5) Instalaciones de seguridad

Los caminos a ser mejorados tendrán las siguientes instalaciones de seguridad ubicadas en los puntos estratégicos para solucionar los problemas topográficos o lineales.

Instalaciones	Objetivos	Lugares de instalación	
		Rutas	Ubicación, etc.
Refugios	Lugares donde los vehículos no puedan juntarse y separarse fácilmente por más de 200 m de distancia.	CP-1 CP-2	14,2 km 12,35 km
Barandillas	Tramos donde se combinan las curvas cerradas y pendientes acentuadas	CP-2 CC-8	12,25 km~ (L=30 m) 2,35 km~ (L=30 m)
Señales (curva)	Curvas sin visibilidad	CP-2 CC-8	12,25 km 2,35 km
Señales (pendiente acentuada)	Tramos cóncavos sin visibilidad	CP-1 CP-2 CC-5 CC-8	8,4 km. 11,3 km 11,25 km. 12,25 km 2,5 km 2,35 km
Señales (bocina)	Curvas cerradas y tramos cóncavos sin visibilidad	CP-1 CP-2 CC-5 CC-8	8,4 km. 11,3 km 11,25 km. 12,25 km 2,5 km 2,35 km
Protección de piso de las márgenes	Tramos donde las márgenes a lo largo del camino se hallan erosionadas	CP-1 CP-2 CP-2	3,5 km~ (L=20 m) 11,1 km~ (Σ L=120 m). 11,5 km~ (L=80 m) 20,4 km~ (Σ L=50 m)

(3) Puente Keka

1) Volumen de crecida de diseño

El volumen de crecida de diseño será determinado en base a los datos de precipitación media diaria máxima de la cuenca. A continuación se presenta la lluvia probable calculada de la precipitación diaria máxima anual entre los años 1949 y 1992 (con excepción de los años de 1956 a 1959 por la interrupción de monitoreo).

Período de retorno de 50 años : R24=63,4 mm/día
Período de retorno de 10 años : R24=50,0 mm/día
Período de retorno de 5 años : R24=43,5 mm/día
Período de retorno de 2 años : R24=32,9 mm/día

El volumen pico de crecida se calcula mediante la siguiente fórmula. Asimismo, en el cuadro de abajo se indica el volumen de crecida de cada período de retorno.

$Q=re \cdot A/3,6$

Donde,

Q : Volumen pico de crecida (m^3/s)
A : Area de la cuenca (km^2)
re : Intensidad media efectiva de lluvia en el tiempo de llegada de las crecidas (mm/hr)

$re=F \cdot r$

Donde,

F : Coeficiente de escurrimiento (= 0,8)
r : Intensidad media de lluvia en el tiempo de llegada de la crecida (mm/hr)

$tp=200 \cdot A^{0,22}/re^{0,35}$

Donde,

tp : Tiempo de llegada de crecida (min.)

$r=R24/24 \times (24/t)^{0,5667}$

Donde,

R24 : Precipitación en 24 horas (mm)

t : Tiempo supuesto de llegada de las crecidas (h)

Puente	P. de retorno de crecidas	Area de cuenca A (km^2)	Tiempo de llegada t p(h)	Intensidad de lluvia r (mm/h)	Intensidad efectiva de lluvia re (mm/h)	Volumen de crecida Q (m^3/s)
Puente Keka	1/50	263	6,4	6,38	5,10	373
	1/10	〃	7,2	4,65	3,72	272
	1/5	〃	7,6	3,90	3,12	228
	1/2	〃	8,7	2,70	2,16	158

Por otro lado, el movimiento hidráulico según crecidas en las secciones del puente es el siguiente:

Período de retorno de crecida	Volumen de crecida (m^3/s)	Pendiente del río	Coeficiente de rugosidad	Velocidad de flujo (m/seg)	Nivel de crecida (EL-m)
1/50	373	1/100	0,04	2,44	3.971,00
1/10	272	〃	〃	2,17	3.970,80
1/5	228	〃	〃	2,04	3.970,70
1/2	158	〃	〃	1,81	3.970,50

2) Análisis del tipo de estructuras

Para el Puente Keka, se puede pensar en construir un puente en sí, un puente sumergible o un bateón con el paso peatonal, entre otros. En todo caso para el análisis, es necesario tomar en cuenta las siguientes condiciones:

- Este constituye una ruta del servicio regular de autobuses, y tiene que soportar un volumen de tráfico diario apróximado a 30 vehículos, y de aproximadamente 100 personas (ya sea peatones o en bicicleta) aproximadamente. También constituye el camino para los escolares.
- De acuerdo con los datos de lluvia disponibles, se estima que más de 40 días al año el camino se vuelve difícil de transitar para los autobuses. En especial, durante la época de crecidas, frecuentemente se interrumpe el tránsito por tres días hasta una semana seguida. La zona queda aislada en esta época puesto que no existe otro desvío más que el puente que está en la ciudad de Achacachi a unos 20 km del lugar.
- Por las crecidas del río, quedan aisladas cuatro comunidades, unas mil familias (5.000 personas), lo cual se vuelve un problema serio cuando se producen los casos de emergencia como enfermedades, desastres, etc.
- Anualmente se reportan heridos y/o muertos de los que intentan cruzar el río forzosamente durante la época de crecidas.
- Se observa una gran cantidad de sedimentos acumulados a lo largo del río Keka, debiendo tomar en cuenta la posibilidad del movimiento de cauce.

En el siguiente cuadro se hace una comparación de los datos generales de los diferentes tipos de estructuras, así como el lineamiento del diseño.

Tipo de estructuras	Puente	Puente sumergible	Bateón
Generalidades	Puente de 6 tramos, con vigas I sintéticas de PC interconectadas ancho total=5,6 m	25 box culvet continuos de RC ancho total=5,0 m, altura interna =2,00m	Calzada =4,0m, Paso peatonal elevado con ancho efectivo =1,5m
Crecidas de diseño	T=1/50 (equivalente)	T=1/50 (equivalente)	T=1/50 (equivalente)
Economía (tasa relativa)	2,50	1,00	0,70
Lineamientos del diseño	(1) La construcción del puente Keka que permita transitar a los vehículos a lo largo del año, no sólo contribuiría a mejorar el nivel de vida de los habitantes locales y fomentar la comercialización de los productos y el desarrollo de las fincas, sino también tiene gran implicación desde el punto de vista humanitario. Por lo tanto, es indispensable construir un puente común o puente sumergible. (2) Los datos de toma de agua del canal principal de la margen izquierda durante cuarenta años demuestra que no habrá grandes movimientos del lecho del río, a menos que se produzcan factores extraordinarios como son el cambio drástico de la meteorología o la construcción de una presa. Sin embargo, dado que el río es ancho en comparación con el caudal de crecidas, es reducida la variación entre niveles de crecida probables, y por lo tanto, con un pequeño cambio es probable que la superestructura del puente quede inundada. Por lo tanto, aún en el caso de construirse un puente común, es necesario tomar en cuenta esta posibilidad al momento de diseñar su estructura. (3) Si se compara el costo de construcción de un puente sumergible y un puente común, la relación es de 1:2,5, resultando muy ventajoso el puente sumergible. En cuanto a la operación y mantenimiento, en ambas estructuras es necesario eliminar oportunamente los sedimentos acumulados en el lecho del río, y no existen grandes diferencias entre ambos casos en este punto. (4) Considerando que no existen grandes diferencias funcionales entre ambas estructuras, se ha decidido construir un puente sumergible porque éste ofrece estabilidad estructural sumergible, además de ser más económico.		

3) Enfoque básico

(a) Composición de anchura

En el sitio donde se propone construir el puente, los autobuses grandes representan un 80% del volumen de tráfico. Su frecuencia es de 2 a 3 unidades entre 9:00 y 16:00. por lo tanto, el ancho de la calzada y banquinas del puente se definirá tomando en cuenta el tránsito de un autobús grande. Además, para la definición del ancho se tomará en cuenta el espacio necesario para que los peatones (incluyendo los escolares y las bicicletas que son el medio de transporte más popular en la zona) considerando que el puente es largo.

Ancho de la calzada y banquinas

Ancho de la calzada y banquina	=	Ancho de la calzada + ambas banquinas (0,50～0,25 m x 2)
Ancho de la calzada	=	Ancho del vehículo + ancho libre de ambos lados
	=	(2,50 m)+ (0,30 m x 2)
		3,10 m
Ancho de la calzada y banquina	=	3,10 m + (1,00～0,50 m)
	=	3,60 m

Por consiguiente, el ancho total se define en 5,00, considerando que el ancho del tope de parada de ambos lados es de 0,50 m y que el espacio de refugio de peatones es de 0,90 m.

(b) Sección transversal hidráulica y volumen de escurrimiento posible

El ancho interno de la sección simple rectangular será de un máximo de 5,00 m para

minimizar el obstáculo de la sección transversal del cauce por la pared media. Para la altura interna será de 2,00 m. Esto es porque se ajustará la altura de las losas a la altura de las rutas de agua en el lecho del río, y porque se mantiene una altura de 1,30 entre el sedimento del lecho hasta la sombrete del pilote (pile cap) a manera de facilitar el mantenimiento. En este caso la altura hasta la cara inferior del sombre de pilote es de EL3.971,30 m, mientras que el nivel de crecidas de 50 años de probabilidad es de WL=3.971,00 m, habiendo una diferencia de 0,30 m. Al considerar la presencia de las olas que se forman en el momento de las crecidas, esta diferencia de altura constituye el límite mínimo para garantizar el tránsito seguro de los usuarios.

(c) Instalaciones de seguridad

Los puentes estarán dotados de barandas para proteger a los peatones y topes de parada para prevenir la caída de los vehículos. Para las barandas de estructura sencilla y se utilizarán los tubos de acero relativamente poco resistentes para evitar que se deterioren el cuerpo principal de los puentes sumergibles en el momento de que estos estén bajo agua a efectos de los golpes producidos por el choque de las materias flotantes. Los topes de parada serán de hormigón reforzado de forma cilíndrica integrado al puente. La pared media estará revestida aguas arriba de hormigón armado con un espesor de 25 cm para protegerse de los golpes provocados por los cantos rodados arrastrados por el agua. El cimiento tendrá una pantalla parcial hasta la profundidad de 2,0 m desde las rutas de agua a manera de proteger el puente de la excavación o asentamiento.

(d) Protección de márgenes y lecho del río

Los puentes sumergibles están expuestos al riesgo de excavación aguas arriba y abajo por el incremento eventual de velocidad de flujo por la presencia del puente. Por lo tanto, el lecho será protegido con bloques de hormigón ciclópeo preparado en el sitio. La superficie de los bloques será revestida con piedras del lugar para mantener la rugosidad homogénea con el lecho del río.

Para la protección de la margen izquierda aguas arriba del puente, se anclará el antepecho a la tierra natural más cercana para controlar la penetración de agua hacia la parte trasera del puente sumergible. Aguas abajo se colocará el antepecho hasta donde están los bloques de protección del lecho, y al mismo tiempo, se protegerá el camino de acceso directamente con el muro de contención de mampostería de mortero. La margen derecha será protegida colocando los mismos bloques de protección de lecho aguas arriba del antepecho, manteniendo una obra de protección flexible.

(4) Puentes sumergibles

1) Caudal de crecida de diseño

El volumen de crecida de diseño en los sitios de construcción de cada puente sumergible será determinado aplicando la misma metodología que se aplicó para el Puente Keka.

Nombre	Período de retorno crecidas	Area de la cuenca A (km^2)	Tiempo de llegada t p(hr)	Intensidad de lluvia r (mm/hr)	Intensidad de lluvia efectiva re (mm/hr)	Caudal avenida Q (m^3/s)
P. sumergible #.1	1/2	108	6,7	3,21	2,57	77
P. sumergible #.2	1/2	58	5,6	3,62	2,89	47
P. sumergible #.3	1/2	56	5,6	3,62	2,89	45
	1/5	〃	4,9	5,23	4,18	65
	1/10	〃	4,6	6,27	5,02	78
P. sumergible #.4	1/2	337	9,3	2,58	2,06	193
P. sumergible #.5	1/2	116	6,9	3,15	2,52	81
P. sumergible #.6	1/2	629	11,1	2,29	1,83	320

2) Nivel de mejoramiento y tipos de estructuras

Por lo general, los puentes sumergibles constituyen las estructuras de cruce de los ríos de bajo grado de mantenimiento, en los que se aplican una probabilidad de crecidas con período de retorno entre 2 a 10 años. En el siguiente cuadro se resume la capacidad de escurrimiento de las crecidas en la sección hidráulica actual de los ríos en cada uno de los sitios de construcción de puentes sumergibles.

Puentes sumergibles	Vías	Período de retorno de crecida	Volumen de crecida (m^3/seg)	Pendiente del río	Coeficiente de rugosidad	Ancho del río (m)	Capacidad de flujo de la sección transversal del río (m^3/seg)
#1	CP-2	1/2	77	1/100	0,04	79	19
#2	CP-2	1/2	47	1/60	0,04	45	33
#3	CP-2	1/5	65	1/50	0,04	27	79
#4	CC-5	1/2	193	1/100	0,04	107	42
#5	CC-8	1/2	81	1/120	0,04	106	49
#6	CC-8	1/2	320	1/150	0,04	135	80

Como se puede observar, ningún puente sumergible, salvo el #3, tiene una capacidad de escurrimiento de las crecidas con probabilidad de 2 años dentro de la sección hidráulica del río, habiendo necesidad de excavar un canal bajo en el curso del río. Sin embargo, se observa que actualmente existen sedimentos acumulados sobre el lecho, y se prevé que los canales excavados y los puentes estarían expuestos a la sedimentación de arena arrastrada durante las crecidas, y sería difícil mantener los efectos positivos del mejoramiento de las instalaciones a largo plazo.

Por lo tanto, en el presente Proyecto se propone adoptar dos diferentes tipos de puentes sumergibles en los siguientes términos. Para el puente #3 se adoptará el Tipo A puesto que en este puente, el río tiene capacidad de escurrir el caudal de crecidas con probabilidad de 5 años, y no se requiere excavar un canal bajo. Además, el puente se ubica sobre la prolongación del Puente Keka y constituye la ruta del servicio regular de autobuses, lo que hace que la construcción del Puente Keka multiplique los efectos del Puente #3. Mientras tanto, para los demás puentes sumergibles, se adoptará el Tipo B (bateón) que es poco susceptible a la sedimentación de arena, y que permite remover fácilmente la arena sedimentada en el caso de que sea necesario, lo que hace que se mantenga el funcionamiento de puente a largo plazo. En este caso, el objetivo del mejoramiento se orientará principalmente a mejorar las condiciones de cruce de los vehículos por el río.

3) Anchura

La anchura de la calzada del puente #3 será básicamente la misma que el Puente Keka, pero en este caso no habrá espacio específico para peatones considerando que no es largo el puente. Por lo tanto, su anchura será de 4,0 m manteniendo un cierto margen libre. Mientras tanto, el ancho de los demás puentes sumergibles será determinado considerando el espacio necesario para transitar un vehículo pesado, puesto que el volumen de tráfico en estos puentes es reducido.

Ancho de la calzada	=	Ancho del vehículo + margen libre a ambos lados
	=	(2,5 m)+(0,3 mx2)
	=	3,1 m
Ancho de la calzada y banquinas	=	Ancho de calzada + ancho de banquinas a ambos lados
	=	(3,1 m)+ (0,25 mx2)
	=	3,6 m

A ambos lados de los puentes se colocarán topes de parada (protectores de llantas), cuyas especificaciones varían dependiendo del tipo de los puentes sumergibles en los siguientes términos:

Puente sumergible #3: Topes de parada de φ0,25 m con un intervalo de 1,0 m a ambos lados.

Otros puentes sumergibles: Dado que estos puentes están constantemente inundados, los topes de parada de un lado tendrán un ancho de 0,55 m para que puedan pasar los peatones cuando el caudal es reducido, mientras que los topes del otro lado será de φ 0,25 m instalados con intervalo de 1,0 m.

Puentes sumergibles	Tipo	Ancho del río (m)	Clases de caminos (y ancho total)	Componentes de anchura			
				Ancho del tope de parada aguas abajo (m)	Ancho de la calzada (m)	Ancho tope de parada aguas arriba (m)	Ancho total (m)
#1	Tipo-B	79	Camino principal (5,0 m)	0,55	3,60	0,25@1,00	4,40
#2	Tipo-B	45	Camino principal (5,0 m)	0,55	3,60	0,25@1,00	4,40
#3	Tipo-A	27	Camino principal (6,0 m)	0,25@1,00	4,00	0,25@1,00	4,50
#4	Tipo-B	107	Camino conectivo (4,0 m)	0,55	3,60	0,25@1,00	4,40
#5	Tipo-B	106	Camino conectivo (4,0 m)	0,55	3,60	0,25@1,00	4,40
#6	Tipo-B	135	Camino conectivo (4,0 m)	0,55	3,60	0,25@1,00	4,40

4) Puente sumergible #3

A continuación se presentan los datos sobre el movimiento hidráulico del río en el sitio de construcción del Puente sumergible #3:

Volumen de crecida de diseño (T=1/5)	:	65 m^3/seg.
Altura actual del lecho del río	:	96,90 m (cota provisoria)
Nivel de agua durante las crecidas	:	98,10 m (cota provisoria)
Altura de agua durante las crecidas	:	1,20 m (máxima)
Velocidad media durante las crecidas	:	2,95 m/seg.
Ancho de la lámina de agua durante las crecidas	:	27 m
pendiente del lecho del río	:	1/50

La sección hidráulica tendrá una estructura rectangular de hormigón armado que presenta menor grado de bloqueo del área de sección de la corriente. Para garantizar su resistencia, el espesor mínimo de la pared será de 30 cm y el ancho interno de la sección simple será de 3,00 m. La altura interna será de 1,30 m ajustándose a la altura de agua de crecidas de probabilidad de 5 años y manteniendo un margen de holgura. El número de las secciones rectangulares será de ocho para cubrir el ancho total del río a modo de no permitir el estancamiento de agua en el área de sección del río.

5) Otros puentes sumergibles

Todos los puentes sumergibles, con excepción del #3 serán del tipo bateón. La altura de la calzada se ajustará a la altura de las rutas de agua actuales, para evitar el incremento del nivel de crecidas. Si bien es cierto que por las condiciones actuales del río, no se prevé la bajada del lecho, para hacer frente al incremento de la fuerza de arrastre por el aumento de velocidad local de flujo, se colocará el dentellón hasta una profundidad de 2,0 m desde las rutas de agua. El rellanado aguas arriba y abajo del puente y de la protección de márgenes, será protegido con bloques de protección de lecho hasta que se estabilice y no se vea afectado por la excavación. El tamaño de cada bloque será determinado en función de las crecidas.

Condiciones de seguridad	:	$W>3,77A \cdot V^2/2g$
Tamaño de un bloque	:	1,0 m(B) x 1,0m(L) x 0,50 m(H)
Peso de un bloque	:	W=1,0 x 1,0 x 0,5 x 2,35 =1,2 TM
Velocidad de flujo que choca al bloque	:	V=3,17 m/s (Velocidad de flujo en las crecidas de período de retorno de 10 años en #3 cuando alcanza la velocidad máxima)

Area que choca la corriente de agua : $A=1,0 \times 0,5 = 0,50\ m^2$
Siendo que ; $W=1,2$ ton > $3,77 \times 0,50 \times 3,17^2 / 19,6 = 0,97$ ton -OK-

(5) Suministro de equipos

1) Equipos de apoyo a los Centros

Se ha creado la AUPA (Asociación de Usuarios del Proyecto Achacachi) como un ente que integra las actividades de la región, cuya función de capacitación, asistencia técnica en manejo agrícola y mantenimiento de las instalaciones, entre otros, se encuentra aún en estado latente, debiendo fortalecer la organización institucional como ente de integración. Para los efectos, constituye una tarea de primordial importancia el establecimiento de un esquema de coordinación claro e intenso con los CRCs y CAs. Sin embargo, dado que los CRCs y CAs y la AUPA se encuentran muy distantes uno de los otros, y que aún no existe un medio de transporte eficiente es difícil coordinar las actividades en forma eficiente.

Dentro de estas circunstancias, se propone mejorar la función de transporte y comunicación en el marco del presente Proyecto para agilizar el desarrollo de las actividades de los CRCs y CAs y fortalecer la coordinación con la AUPA, a través del suministro de camionetas. Para las unidades de camionetas que serán introducidas, se seleccionará un modelo de alto caballaje como orden de 2.800 cc. de cilindrada, considerando las condiciones naturales de la zona, tales como altura de 4.000 metros, caminos muy accidentados excepto los caminos que serán mejorados mediante el presente Proyecto y muchos cruces de ríos.

Modelo	Cilindrada	Especificaciones del motor
Camionetas	Orden de 2.800 cc.	Turbomotor de diesel

Por otro lado, con el fin de elevar la eficiencia de las actividades de los Centros, se propone instalar el sistema de abastecimiento de agua potable aprovechando las aguas subterráneas, las cuales serán elevadas con motores de bombeo sumergibles accionados por la energía generada por paneles solares. Se indican las características técnicas a continuación:

- Volumen de abastecimiento: de acuerdo a la Guía del Estudio de Diseño Básico relacionado con Proyectos de Desarrollo de Aguas Subterráneas en la Cooperación Financiera No Reembolsable (Guía de Diseño de la Segunda Parte), el volumen básico es de 70 litros por día como consumo medio diario en los países latinoamericanos (volumen mínimo). Si se supone la participación de unos cien personas en cursos de capacitación, se consumirá el volumen de 7.000 litros por día.
- Capacidad del tanque elevado: capacidad que satisface el consumo diario de 7 metros cúbicos por día. El material será de hormigón armado.
- Volumen de bombeo en diseño: 10,5 m^3 por día (7 m^3/día ×1,5), valor que se consigue, aplicando el concepto de que “si continúan dos días de insolación media, se llenará el tanque elevado, de modo que se pueda asegurar el consumo del día siguiente a pesar de que el día siguiente sea un día sin insolación”.
- Insolación básica: si se instala el panel solar (dirigido hacia el norte) con el ángulo de 15 grados, basándose en la latitud de la zona (16 grados aproximadamente), la insolación básica para el sistema solar de bombeo será de 4,86 kW・Hora/m^2・día, valor que corresponde a la insolación media diaria del mes febrero, cuando la insolación en pendiente es del valor mínimo.

Unidad: kW・Hora/m^2・día

Item	ene.	feb.	marzo	abril	mayo	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.	nov.	dic.	medio
Insolación completa	5,34	4,98	5,10	5,36	4,80	4,41	4,61	5,32	6,07	6,65	6,74	5,98	5,44
Insolación pendiente	5,03	4,86	5,24	5,81	5,50	5,20	5,37	5,92	6,40	6,63	6,44	5,59	5,67

- Descarga de operación nominal de la bomba: en caso del sistema solar de bombeo tipo

general, el volumen de bombeo diario estimado ($Q_{día}$) se calcula en la siguiente fórmula: $Q_{día}$ (m^3/día)=q (litros/min: descarga de operación nominal) × (60/1000) × Insolación diaria estimada (kW・Hora/m^2・día) × 0,6. Por lo tanto, la descarga de la operación nominal se calcula, aplicando el valor $Q_{día}$ (10,5 m^3/día) y la insolación básica (4,86 kW・Hora/m^2・día) a la fórmula anterior.

Descarga de operación nominal (litros/min) = 10,5 / {(60/1000) × (4,86 × 0,6)} = 60,0 (litros/min)

- Carga de bombeo: Hs = 15 m (profundidad de pozo) + 3 m (entre los sitios del pozo y del tanque elevado) + 7 m (altura del tanque elevado) = 25 metros
- Pérdida de fricción en tubo recto: Hf se calcula en la fórmula de Hesen Williams. En caso de tener un tubo de 50 mm de diámetro interior y 700 metros de longitud con la coeficiente de velocidad de 140, Hf será de 4,88 metros según el cálculo siguiente: $Hf = 10.666 \times 140^{-1,85} \times 0,05^{-4,87} \times (60_{(litros/min)}/60/1000)_{(m3/día)}^{1,85} \times 700$
- Carga nominal de bomba (H): suponiendo que las pérdidas misceláneas en válvulas, tubos angulares, etc. son aproximadamente del 20 por ciento del Hf, el valor H se calcula en la siguiente forma: H=25+4,88×1,2=30,9 31 m. El diámetro de la bomba será de ø 32 mm.
- La fuerza eléctrica necesaria del sistema de panel solar será de 1.920Wp equivalente a el uso de 16 láminas de 120W.

En la AUPA se introducirán una computadora y una impresora con el fin de recolectar los datos básicos para la administración local y confeccionar datos e información para la operación agrícola y mejora del nivel de vida, entre otros. Considerando el objetivo de la introducción, el sistema a ser introducido será de tipo estándar con las siguientes características técnicas:

Equipo	Especificaciones		Notas
Computadora	OS	MicroSoft Windows 98 (español)	
	CPU	Intel Pentiam III 450 MHz	
	HDD	4,3 Gb	
	Memoria	32 Mb	
	CD	x 32	
	FDD	3,5”, 1,44 Mb	
	CRT	14”	
Impresora	Jet de tinta en color de A4 Alimentador de hojas Resolución 600 dpi 50 Cartuchos de tinta complementarios		
Software de aplicación	MS-Office 2000 (español) Adobe Ilustrador 8,0 (español) Adobe Acrobat 4,0 (español)		

2) Equipos para la capacitación

Como una de las principales actividades de los CRCs y CAs, se menciona el desarrollo de los programas de asesoramiento y capacitación para la operación agrícola y la vida rural, además de la operación y mantenimiento de las instalaciones. En la capacitación se tratarán varios temas como la producción agrícola, actividades económicas y administrativas, así como mejoramiento del nivel de vida, entre otros. La Prefectura del Departamento de La Paz como organismo coordinador del Proyecto, Estación Experimental de Belén de la UMSA, las municipalidades, etc. realizarán los preparativos de dichos programas. Los temas se concentrarán en problemas de la zona, y una vez definidos los tópicos a discutir se analizarán las causas y se plantearán las posibles soluciones.

Para hacer más efectivos estos servicios de asesoramiento y capacitación en los CRCs y CAs, se suministrarán los equipos de capacitación en el marco del presente Proyecto. Estos incluirán una cantidad mínima necesaria de mesas y sillas. Además se utilizará la

computadora, cuya instalación está planteada en la AUPA, para elaborar documentos informativos de la capacitación en temas de manejo agrícola y mejoramiento del nivel de vida de la población local.

Los equipos que serán introducidos son los siguientes:

Equipos	Chachacomani CRC	Cala Cala CRC	Belén CRC	Kerani CA	Putuni CA	Jahuirlaca CA	Total
Mesas	30	30	30	10	10	10	120
Sillas	100	100	100	70	70	70	510

3) Equipos de apoyo a la ganadería

La promoción de la inseminación artificial es un tema fundamental en la zona del Proyecto y permitirá tener los efectos positivos a corto plazo, mejorando la operación agrícola. Programas de la inseminación artificial para el mejoramiento ganadero son los que se pueden realizar en cada uno de los CRCs y CAs en cooperación con la UMSA y JOCV. Por lo tanto, se introducirán los equipos y materiales mínimos necesarios que se indican a continuación:

Equipos	Cantd	Objetivo de uso
1. Equipos de apoyo a la inseminación artificial		
1 Fórceps tipo de tubo (straw)	2	Manejo de semen congelado en recipientes de nitrógeno liquido
2 Recipiente refrigerador tipo nitrógeno líquido para almacenaje (capacidad de nitrógeno líquido: 29 litros)	1	Almacenaje del semen congelado
3 Recipiente refrigerador tipo nitrógeno líquido para almacenaje (capacidad de nitrógeno líquido: 30 litros)	1	Almacenaje del semen congelado
4 Recipiente refrigerador tipo nitrógeno líquido para almacenaje (capacidad de nitrógeno líquido: 2 litros)	1	Transporte de pequeña cantidad del semen congelado para la inseminación artificial
5 Recipiente portátil para semen	1	Transporte por largo tiempo del semen descongelado cuando se hace la práctica de inseminación artificial en el sitio
6 Pinzas tipo de tubos	2	Manejo del semen congelado
7 Tijeras de tubo	2	Corte de tubitos del semen congelado
8 Nuevo tipo de inseminador	2	Inyección del semen descongelado en útero
9 Tubo tipo vaina para inseminación	10	Artículo de consumo que se usa con el inyector en la inseminación artificial
10 Guantes para exámenes rectales	20	Guantes de vinil para la mano que penetra en el recto en la inseminación artificial
11 Cristal protector	10	Comprobación de vitalidad del semen descongelado
12 Cristal Corrediza	10	Comprobación de vitalidad del semen descongelado
13 Microscopio	1	Comprobación de vitalidad del semen descongelado
2. Equipos para el mejoramiento de la ganadería		
14 Horca	5	Trabajo de heno y subproductos agrícolas
15 Horca para abono	5	Trabajo de estiércol
16 Pinzas aplicadoras de aros	2	Aparato de colocar aros de identificación en oreja para del ganado
17 Aros rotuladores	5	Aros en la oreja para la inseminación artificial (colocación en vacas)
18 Marcadores	5	Para los aros de oreja

19	Perforadora de narices para ganado	1	Colocación de aros
20	Aro de Seiken (Seiken ring)	10	Aro para el control de vacas
21	Aro de narices para ganado	10	Aro para el control de toros
22	Biberón y chupete	10	Crianza de recién nacidos
23	Soga de polipropileno (pequeña y grande)	1 de c/uno	Colocación en cabeza para el control de vacas
24	Equipo de tatuaje	1	Para becerros nacidos en la inseminación artificial
25	Segadora tipo a cargar en las espaldas	2	Cosecha de forraje y remoción de maleza y arbustos
26	Balanza de resorte (100 kilos y 50 kilos)	3 de c/uno	Medición del peso de alimentos, etc.
27	Cortadora de forraje	1	Corte de forraje recién cosechado

4) Equipos para las parcelas demostrativas

Se propone instalar los equipos meteorológicos en el CRC de Chachacomani en la cuenca alta para recolectar los datos que sirvan de base para el mejoramiento del manejo agrícola y mantenimiento de las instalaciones, y de esta manera, contribuir a la administración eficiente de la región.

	Equipos	Cantidad	Notas
1	Termómetro e higrómetro	1 unidad	Todos los medidores serán de registro manual.
2	Anemómetro y anemoscopio	1 unidad	
3	Pluviómetro	1 unidad	
4	Heliógrafo	1 unidad	
5	Casilla meteorológica	1 unidad	

2.3.2 Diseño básico

Ajustándose a los criterios de diseño anteriormente descritos, se definen los componentes del presente Proyecto en los siguientes términos.

(1) Estructuras de toma

Las estructuras de toma serán del tipo toma a través del canal y se colocará una compuerta de acero que se opera manualmente a la entrada del agua. Los canales serán de hormigón reforzado, cuya dimensión según sistema de riego se detalla a continuación.

Sistema de riego	Canal de toma de agua			Intervalo de instalación (m)	Sección del punto de partida del canal			
	Ancho del canal (m)	Altura del canal (m)	Longitud (m)		Ancho inferior (m)	Ancho superior (m)	Altura (m)	Pendiente
27	2,00	1,00	90,00	5,00	1,50	2,10	0,60	1:0,5
12	1,20	0,80	10,00	5,00	0,70	1,30	0,60	1:0,5
9	2,00	1,00	10,00	5,00	1,50	2,50	1,00	1:0,5
3	1,50	1,00	10,00	5,00	0,70	1,70	1,00	1:0,5
2	2,00	1,00	10,00	5,00	1,50	2,50	1,00	1:0,5

Para los Sistema de Riego # 27 y # 12, dado que las obras deben ser ejecutadas donde afloran las rocas, el cimiento será sustituido por hormigón ciclópeo. Para los demás sistemas, no se realizará la sustitución porque las obras serán construidas sobre tierra llana de las terrazas fluviales. La parte frontal de las estructuras de toma de los sistemas #27 y #12 será revestida con rip-rap, mientras que para los demás sistemas, los canales de tierra existentes serán protegidos con gaviones de alambre.

(2) Canales

En el siguiente cuadro se resumen la longitud a ser mejorada y el tipo de la sección transversal propuesta de los canales principales. Las paredes laterales de los canales serán de mampostería con mortero con una inclinación de 1:0,5, y el fondo de concreto ciclópeo.

Sistemas de riego	Sistema de canales	Longitud (m)	Area de riego (ha)	Caudal de diseño (m^3/s)	Pendiente de canal	Canales				
						Profun-didad (m)	Ancho de fondo (mm)	Ancho superior (mm)	Altura (mm)	Tipo
27	27-1	110	450,5	1,660	1/1001	0,495	1.500	2.100	600	2
	27-1	1.800	297,0	1,096	1/70	0,476	900	1.500	600	4
	27-1	323	222,3	0,820	1/100	0,445	900	1.500	600	4
	27-1	1.277	100,0	0,369	1/100	0,391	500	1.100	600	13
	27-1	2.118	80,9	0,299	1/300	0,475	500	1.100	600	13
	27-2	1.005	43,7	0,161	1/90	0,309	300	800	500	16
	27-3	526	153,5	0,566	1/70	0,372	700	1.300	600	6
	27-3	1.074	81,1	0,299	1/70	0,311	500	1.100	600	13
	27-3	900	54,7	0,202	1/80	0,292	400	900	500	15
	27-3	840	38,5	0,142	1/100	0,297	300	800	500	16
	27-4	1.000	70,2	0,259	1/60	0,310	400	1.000	600	14
	27-4	700	60,1	0,222	1/80	0,308	400	1.000	600	14
	27-4	1.281	50,1	0,185	1/150	0,385	300	800	500	16
	27-1-1	2.000	92,6	0,342	1/120	0,443	400	1.000	600	14
	total	14.954								
9	9-1	2.007	430,1	1,642	1/300	0,689	1.500	2.500	1000	1
	9-1	900	354,5	1,354	1/1000	0,883	1.500	2.500	1000	1
	9-1	731	319,3	1,220	1/500	0,810	1.100	2.100	1000	3
	9-1	452	267,2	1,020	1/150	0,659	700	1.700	1000	5
	9-1	1.128	264,4	1,010	1/1000	0,740	1.500	2.500	1000	1
	9-2	2.820	51,5	0,394	1/1100	0,676	700	1.700	1000	5
	9-2	3.250	17,3	0,132	1/1100	0,389	600	1.200	600	10
	9-3	1.400	31,2	0,238	1/3000	0,729	600	1.500	900	7
	9-3	1.100	14,0	0,107	1/3000	0,510	500	1.200	700	12
	9-4	1.390	41,1	0,314	1/500	0,471	700	1.300	600	6
	9-4	1.625	28,7	0,110	1/500	0,307	500	1.100	600	13

Sistemas de riego	Sistema de canales	Longitud (m)	Area de riego (ha)	Caudal de diseño (m^3/s)	Pendiente de canal	Canales				
						Profun-didad (m)	Ancho de fondo (mm)	Ancho superior (mm)	Altura (mm)	Tipo
9	9-4	585	18,1	0,069	1/500	0,311	300	800	500	16
	9-4	500	12,8	0,049	1/140	0,176	300	800	500	16
	9-4	1.150	8,2	0,031	1/800	0,224	300	800	500	16
	total	19.038								
12	12	2.690	45,0	0,166	1/600	0,339	700	1.300	600	6
	12	300	22,3	0,085	1/600	0,248	600	1.100	500	11
	12	1.400	16,9	0,057	1/180	0,207	300	800	500	16
	total	4.390								
3	3	1.463	211,7	0,836	1/650	0,889	700	1.700	1.000	5
	3	445	147,9	0,584	1/450	0,709	600	1.500	900	7
	3	950	58,8	0,232	1/450	0,417	600	1.200	600	10
	3	597	18,5	0,073	1/450	0,266	400	900	500	15
	3-1	620	38,3	0,151	1/450	0,406	400	1000	600	14
	3-2	243	9,2	0,036	1/450	0,207	300	800	500	16
	3-1-1	200	4,6	0,018	1/450	0,136	300	800	500	16
	total	4.518								
2	2-1	362	571,2	2,256	1/500	0,974	1.500	2.500	1.000	1
	2-1	878	464,6	1,835	1/500	0,861	1.500	2.500	1.000	1
	2-1	1.850	86,4	0,341	1/300	0,465	600	1.300	700	8
	2-1	200	83,2	0,329	1/100	0,328	600	1.300	700	8
	2-1	550	68,9	0,272	1/800	0,542	600	1.300	700	8
	2-2	1.477	376,6	1,487	1/450	0,882	1.100	2.100	1.000	3
	2-2	923	53,6	0,212	1/700	0,497	500	1.200	700	12
	2-2	650	10,3	0,041	1/700	0,254	300	800	500	16
	2-3	1.400	105,5	0,416	1/1000	0,733	600	1.500	900	7
	2-3	600	44,3	0,174	1/1000	0,548	400	1.000	600	14
	2-3	700	37,7	0,149	1/400	0,390	400	1.000	600	14
	2-3	625	24,3	0,096	1/1000	0,394	400	900	500	15
	2-4	526	278,0	1,098	1/800	0,874	1.100	2.100	1.000	3
	2-4	955	90,0	0,356	1/800	0,631	600	1.400	800	9
	2-4-1	1.800	138,8	0,548	1/450	0,549	900	1.500	600	4
	total	13.496								

(3) Obras complementarias de los canales

En el siguiente cuadro se indica la distribución de las obras complementarias como son las estructuras de derivación, estructuras de cruce, bateones, obras de toma, protección de canales, etc. según los canales. El tipo de obras complementarias será determinado según el tipo de los canales y la función que éstas deben cumplir. En el siguiente cuadro se muestra también la ubicación y la longitud determinadas aplicando los criterios establecidos en el apartado sobre el enfoque de diseño.

Unidad : lugares

Sistemas de riego	Canales	Estructuras de cruce		Bateones		Tomas		Estructuras de derivación			Protección de canales (m)
		RV1	RV2	RR1	RR2	E1	E2	C1	C2	T	
27	27-1	5	6	-	-	-	1	4	33	33	137
	27-2	-	-	-	-	-	-	2	4	21	40
	27-3	4	4	-	-	-	-	2	36	28	-
	27-4	2	3	-	-	-	-	4	17	30	-
	27-1-1	1	1	-	-	-	-	1	5	3	-
	Subtotal	12	14	0	0	0	1	13	95	115	117
12	12	10	2	-	-	1	-	-	39	16	-
	Subtotal	10	2	0	0	1	0	0	39	16	0
9	9-1	7	3	-	-	13	-	2	46	28	-
	9-2	41	1	-	-	3	-	-	61	26	-
	9-3	23	-	2	2	-	-	2	31	6	-
	9-4	25	3	15	3	3	-	1	25	112	-
	Subtotal	96	7	17	5	19	0	5	163	172	0
3	3	14	8	2	-	6	10	20	9	23	-
	3-1	5	-	-	-	-	-	8	2	15	-
	3-2	1	1	-	-	-	-	-	5	8	-
	3-1-1	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-
	Subtotal	24	9	2	0	6	10	28	16	52	0
2	2-1	15	8	-	-	3	3	10	6	14	-
	2-2	15	10	1	-	-	1	6	16	16	-
	2-3	28	3	-	-	-	-	11	17	51	-
	2-4	7	3	-	-	-	-	4	6	1	-
	2-4-1	12	4	-	-	-	-	1	20	10	-
	Subtotal	77	28	1	0	3	4	32	65	92	0
Total		219	60	20	5	29	15	78	378	447	177

(4) Mejoramiento de camino

En el siguiente cuadro se resumen los componentes del mejoramiento de caminos en el marco del presente Proyecto.

Clases de caminos	Rutas	Distancia a mejorar (km)	Ancho efectivo /ancho total (m)	Revestimiento de la calzada	Obras de cruce de grandes ríos	Obras de cruce de pequeños canales (lugares)
Caminos principales	CP-1	24,2	4,00/5,00	Piedras Trituradas t = 5~10 cm	-	145
	CP-2-1	5,4	5,00/6,00	Piedras Trituradas T=5~10 cm	-	43
	CP-2-2	15,3	4,00/5,00	Piedras Trituradas t=5~10 cm Hormigón t=15 cm	Puente sumergible #1 Puente sumergible #2	83
	CP-2-3	8,5	5,00/6,00	Piedras Trituradas t=5~10 cm	Puente Keka Puente sumergible #3	50
	Subtotal CP-2	29,2				176
	Total	53,4			4 lugares	321
Caminos conectivos	CC-5	3,1	3,00/4,00	Piedras Trituradas t=10 cm	Puente sumergible #4	23
	CC-8	3,8	3,00/4/00	Piedras trituradas t=10 cm Hormigón t=15 cm	Puente sumergible #5 Puente sumergible #6	38
	Total	6,9			3 lugares	61
Total bruto		60,3			7 lugares	382

(5) Construcción del Puente Keka

A continuación se presentan los datos generales de la construcción del Puente Keka:

Puente	Caudal de crecida (m^3/s)	Período de retorno	Datos de la sección hidráulica transversal						Long. de acceso (m)	
			Sección simple interna		Tramos	Long.(m)	Ancho (m)			
			Ancho (m)	Alto (m)			Calzada	Total	Margen izquierda	M.argen derecha
Keka	373	Aprox, 1/50	5,00	2,00	25	140,30	4,50	5,00	35,99	11,09

(6) Construcción de puentes sumergibles

Los datos generales de los puentes sumergibles a ser construidos son los siguientes:

Puentes sumergibles Tipo A (tipo puente sumergible)

Puentes sumergibles	Vol, de crecida (m^3/s)	Período de retorno	Datos de la sección hidráulica transversal						Distancia de acceso (m)			
			Sección simple		Tramos	Largo (m)	Ancho (m)		Margen izquierda		Margen derecha	
			Ancho (m)	Alto (m)			Calzada	Total	Tipo A	Tipo B	Tipo A	Tipo B
# 3	65	1/5	3,00	1,30	8	27,00	4,00	4,50	8,00	8,00	8,00	8,00

Puentes sumergibles Tipo B (tipo de bateón)

Puente sumergible	Vol, de crecida (m^3/s)	Período de retorno	Ancho del río (corriente vertiente (m)	Ancho del camino (m)		Distancia de acceso (m)			
						Margen izquierda		Margen derecha	
				Calzada	Total	Tipo-A	Tipo-B	Tipo-A	Tipo-B
# 1	77	1/2	79	3,60	4,40	17,50	8,00	17,50	8,00
# 2	47	1/2	45	3,60	4,40	17,50	8,00	17,50	8,00
# 4	193	1/2	107	3,60	4,40	17,50	8,00	17,50	8,00
# 5	81	1/2	106	3,60	4,40	17,50	8,00	17,50	8,00
# 6	320	1/2	135	3,60	4,40	17,50	112,00	17,50	45,00

(7) Equipos

Con base sobre la solicitud presentada, se analizaron el uso, demanda y volumen de operación de cada uno de los equipos y materiales solicitados, y se decidió suministrar los componentes detallados en la siguiente lista. Motor de bombeo sumergible 32 mm

Cuadro de distribución de los equipos a ser suministrados

No	Equipos	Unidad	Total	AUPA	CRC			CA		
					Chacha-comani	Cala Cala	Belén	Kerani	Putuni	Jahuir-laca
1.	Equipos de apoyo a los centros									
1.	Camioneta 2800 cc	unidad	3	-	1	1	1	-	-	-
2.	Bombas sumergibles, diámetro ø32 mm	unidad	3	-	1	1	1	-	-	-
3.	Tanques elevados	lugares	3	-	1	1	1	-	-	-
4.	Paneles solares	global	3	-	1	1	1	-	-	-
5.	Computadora	unidad	1	1	-	-	-	-	-	-
6.	Impresora de color	unidad	1	1	-	-	-	-	-	-
2.	Equipos de capacitación									
1.	Mesas y sillas	piezas	630	-	130	130	130	80	80	80
3.	Equipos de apoyo a la ganadería									
1.	Equipos de inseminación artificial	unidad	1	-	-	-	1	-	-	-
2.	Equipos al mejoramiento de la ganadería	unidad	1	-	-	-	1	-	-	-
4.	Equipos de campos demostrativos									
1.	Termógrafos	unidad	1	-	1	-	-	-	-	-
2.	Anemógrafo y anemoscopio	unidad	1	-	1	-	-	-	-	-
3.	Pluviógrafo	unidad	1	-	1	-	-	-	-	-
4.	Heliógrafo	unidad	1	-	1	-	-	-	-	-
5.	Casilla meteorológica	unidad	1	-	1	-	-	-	-	-

2.4 Sistema de ejecución del Proyecto

2.4.1 Organización

(1) UCPA

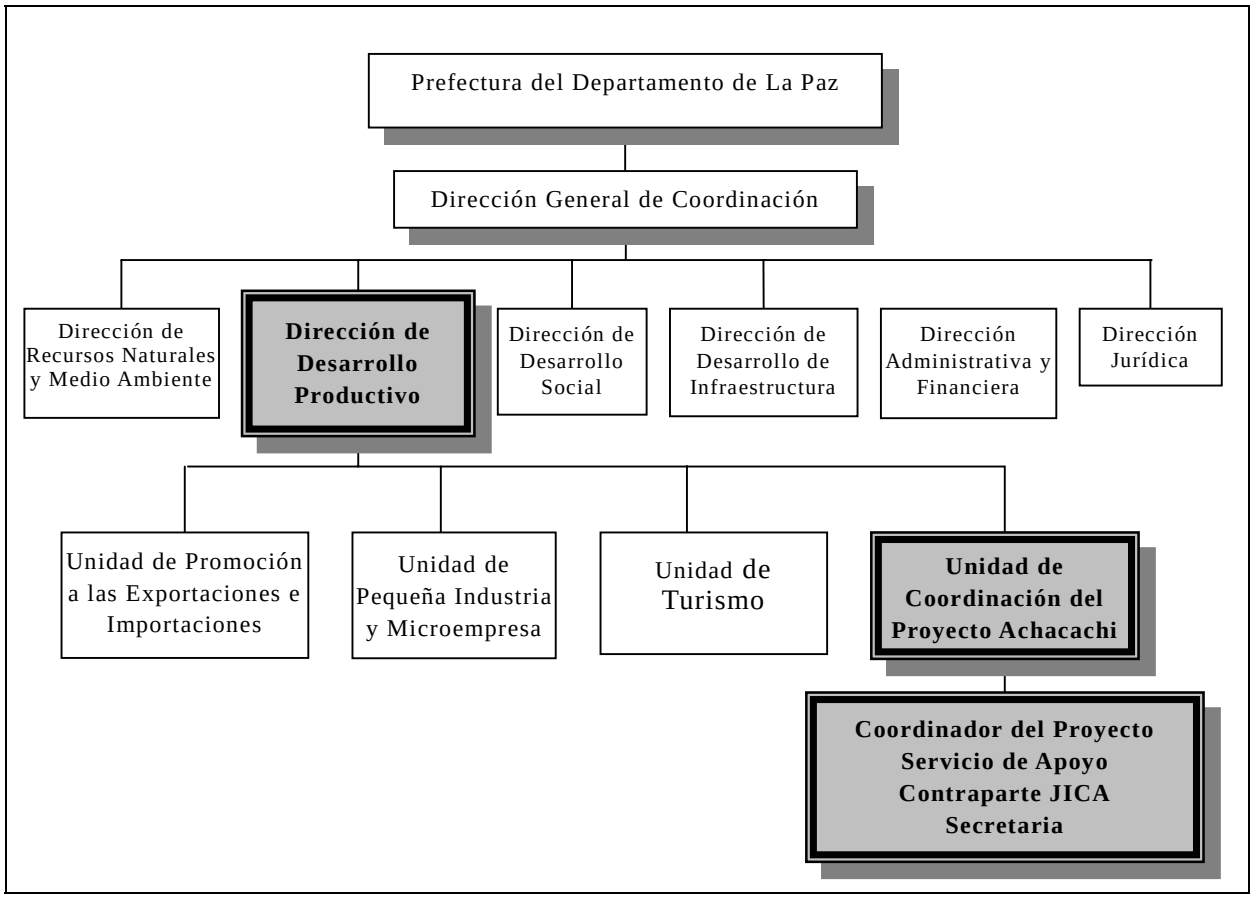
La Unidad de Coordinación del Proyecto Achacachi (UCPA) que es el organismo ejecutor del presente Proyecto, fue creada en 1997 por recomendación del Estudio de Factibilidad del Desarrollo Agrícola del Area de Achacachi, Departamento de La Paz (Estudio de Desarrollo), dentro de la Dirección de Desarrollo Productivo de la Prefectura de La Paz. Su finalidad es implementar las acciones concretas del Proyecto y está integrada principalmente por el personal de contraparte que participó en dicho Proyecto.

La UCPA es un organismo de apoyo a la organización de la comunidad y a la implementación del Proyecto, en el marco de la Ley de Participación Popular que consiste en llevar a cabo las diferentes acciones con participación de la población beneficiaria. Actualmente, el Gobierno de Bolivia está invirtiendo esfuerzos en la reforma estructural como parte del proceso de reajuste estructural, con énfasis en la privatización. Delegando a terceros la ejecución de los componentes de los proyectos bajo los lineamientos de la descentralización. Actualmente la UCPA está integrada por cuatro personas, quienes brindan el servicio de apoyo a la comunidad local en la implementación de los diferentes proyectos.

Las principales actividades de la UCPA hasta ahora han sido la creación del organismo de operación y mantenimiento que cubra toda la cuenca, y la elaboración de un programa de apoyo al y manejo agrícola mejoramiento del nivel de vida de los habitantes. Como el organismo de operación y mantenimiento para toda la cuenca, creó en agosto de 1998 la

Asociación de Usuarios del Proyecto Achacachi (AUPA) integrando dos comités de agua existentes, la que actualmente constituye el cuerpo promotor del Proyecto en toda la cuenca. El término "Proyecto Achacachi" abarca desde los planes de corto plazo recomendados por el Estudio de Desarrollo hasta los diferentes proyectos de largo plazo.

También ha realizado el diseño de ejecución de los Centros de Revitalización Comunal y Centros de Area que constituyen los componentes fundamentales del presente Proyecto, solicitando oportunamente el apoyo financiero al FDC y llevando a cabo las acciones concretas para el desarrollo del Proyecto. En lo que se refiere a la elaboración del programa de apoyo al manejo agrícola y mejoramiento del nivel de vida de los habitantes, actualmente la entidad está elaborando un programa concreto en colaboración con el grupo de expertos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Estación Experimental de Belén de la Universidad San Andrés, etc.



(2) AUPA

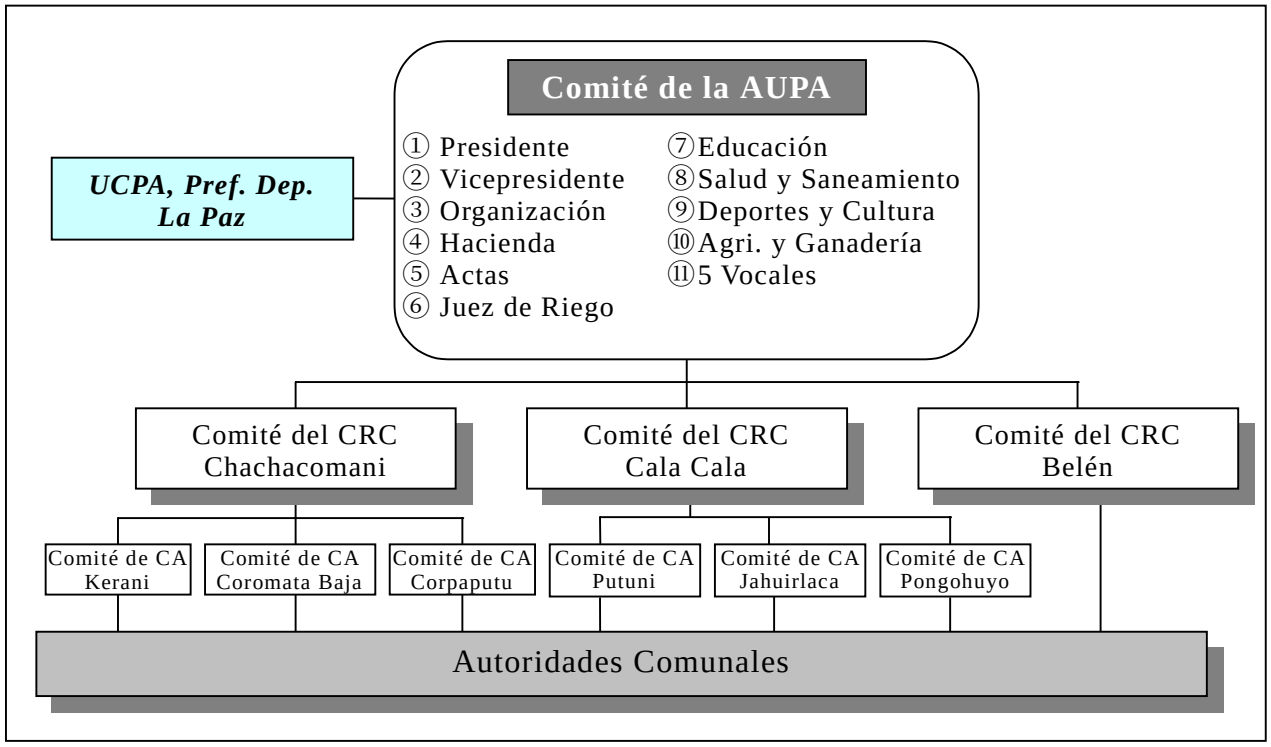
La AUPA, bajo la dirección de la UCPA, fue fundada en agosto de 1998 como una entidad única para toda la cuenca, integrando los comités de agua de Keka Central y Chachacomani. En abril de 1999 fue reconocida oficialmente por el Estado. La AUPA es una agrupación de interés público sin fines de lucro. A través de los CRCs y CAs se propone abordar las tareas de mejoramiento de productividad, renta y del nivel de vida de la comunidad, y su objeto final es constituirse una unidad económica y productiva. Los servicios que realiza la AUPA son los siguientes:

- Uso efectivo del agua de riego
- Mejoramiento del entorno social de la comunidad, incluyendo los servicios de salud, educación, producción, etc. con miras a lograr el desarrollo integral de la región
- Integración de los usuarios de las aguas del río Keka y sus afluentes

- Protección de los derechos de los socios en cada nivel (provincia, departamento y Estado)
- Trámites para canalizar el financiamiento y cooperación técnica para los proyectos de riego, agropecuarios, salud, educación, etc. con el fin de mejorar el medio ambiente socioeconómico de los socios.
- Manejo efectivo y óptimo de los sistemas de riego utilizando los manuales de operación y mantenimiento preparados por los comités de los CRCs.

El comité de la AUPA está integrado por 15 miembros: el presidente, vicepresidente, secretarios de organización, de hacienda, de actas, juez de riego, secretarios de educación, de salud y saneamiento básico, deportes y cultura, agricultura y ganadería y los vocales de cada CRC y CA. Cada CRC y CA también tiene su respectivo comité integrado por el presidente, coordinador, contador, secretario y director. En cada comunidad se tienen nombrados los jefes de la comunidad, de canales, de educación, de salud, etc. quienes también desempeñan los diferentes cargos de los CRCs y CAs.

En la siguiente figura se presenta el organigrama de la AUPA



La operación y mantenimiento de las instalaciones a ser mejoradas en el presente Proyecto serán asumidos por el comité de cada CRC, bajo la supervisión de la AUPA. Dado que los miembros de los comités de los CRCs ya cuentan con experiencias adquiridas en los trabajos colectivos realizados por los antiguos comités de agua para el mantenimiento y control de las instalaciones de riego, caminos vecinales, centros comunales, escuelas, etc.

Estos trabajos de operación y mantenimiento a cargo de cada CRC se ajustarán a los siguientes lineamientos:

- Operación, mantenimiento y construcción de caminos y canales utilizando los equipos de mantenimiento de las instalaciones.
- Operación y mantenimiento de los equipos de apoyo al manejo agrícola y mejoramiento del entorno de las fincas de la respectiva zona.
- Mantenimiento de los equipos de apoyo a los centros, y utilización de los mismos para el mejoramiento del entorno de las fincas y de la vida de la población.
- Manejo de los campos demostrativos y capacitación técnica en manejo agrícola.

2.4.2 Presupuesto

En el siguiente cuadro se presenta la variación del presupuesto por año y el presupuesto asignado venidero de la UCPA que es el organismo ejecutor del Proyecto Achacachi. Todo estos presupuestos son desembolsados para la implementación del Proyecto

Unidad : Bs.

Descripción	1996	1997	1998	1999	2000
Recursos humanos	45.000	270.000	98.000	207.500	645.500
Servicios no personales	9.560	10.360	13.260	14.520	16.500
Materiales y suministros	-	-	9.400	10.900	28.300
Actividades reales	-	-	67.340	136.580	55.200
Total	54.560	280.360	188.000	369.500	745.500

Además, la Prefectura del Departamento de La Paz ejecutará los CRCs y CAs del presente proyecto con fondos la Prefectura del Departamento de La Paz y fondos del FDC. Actualmente la Prefectura esta presentado el plan de ejecución correspondiente, y se tiene un convenio con FDC que consiste en que una vez que la cooperación financiera no reembolsable del Japón verifique el Proyecto, desembolsará los recursos necesarios para la construcción de los CRCs y CAs. Por lo tanto, ya se tienen asegurados los recursos que garanticen la implementación de estos componentes.

Por otro lado las municipalidades reciben fondos del Estado para los proyectos en el marco de la Ley de Participación Popular. El monto del fondo es determinado por la magnitud de la población, según el censo. En el año 1999 fué asignado por cada habitante Bs. 128 por año. Estos recursos constituyen la fuente de financiamiento de los diferentes proyectos.

Para la implementación del Proyecto de Achacachi, de acuerdo con el convenio entre la Prefectura del Departamento de La Paz y los municipios involucrados (Achacachi y Batallas). Este convenio consiste en que los municipios beneficiados otorguen fondos suficientes para la contraparte municipal cuyo monto será incluido en el presupuesto de 2000 y los años subsiguientes.

En el siguiente cuadro se describe la variable del presupuesto por año correspondiente a la Ley de Participación Popular.

Unidad : miles de Bs.

Descripción	1998	1999	2000
Todo el País	1.122.494	1.275.890	1.236.129
Municipio de Achacachi	10.496	11.933	11.561
Municipio de Batallas	2.998	3.407	3.301

2.4.3 Recursos humanos y nivel técnico

La administración, operación y mantenimiento de las instalaciones serán responsabilidad de cada CRC bajo la supervisión de la UCPA. Este lineamiento se basa sobre el principio de la Ley de Participación Popular de Bolivia, con la que se pretende lograr el mejoramiento y desarrollo regional autónomo a través de la participación de la comunidad local. Como consecuencia, se puede afirmar que la comunidad ha adquirido un determinado nivel de técnicas de operación y mantenimiento. Por ejemplo, ellos participan en las tareas de operación, mantenimiento, reparación y construcción de los sistemas de riego, caminos, escuelas, centros comunales, sistemas de abastecimiento de agua, etc. Sin embargo, en lo que se refiere específicamente a la operación y mantenimiento de las maquinarias pesadas y maquinarias agrícolas, casi no tienen experiencias y su nivel técnico es aún bajo. Esta situación se debe a que hasta ahora no se ha tenido la oportunidad de trabajar con ellos, pero la comunidad local se muestra muy ambiciosa, particularmente los jóvenes, en la adquisición de técnicas pertinentes. También se considera que tienen suficiente capacidad para manejarlos en el futuro.

La extensión e implantación de estas técnicas a fin de alcanzar el desarrollo regional autónomo y sostenible, coincide con la filosofía del presente Proyecto. La adquisición de las técnicas por parte de la comunidad regional, contribuirá a incrementar las oportunidades de empleo, y a la larga, a detener emigración de la población local hacia otras zonas. Por estos motivos, la implementación del programa de formación de recursos humanos técnicos escrupulosamente diseñado constituye un desafío sumamente importante para la UCPA y la AUPA en los próximos años.

Se resumen en el siguiente cuadro los diferentes niveles técnicos requeridos y las medidas a tomarse en el futuro.

Técnicas requeridas	Nivel	Personal	Soluciones
Operación y mantenimiento de los sistemas de riego	Alto	Sí	Aprovechar las técnicas existentes
Construcción de nuevos sistemas de riego	Medio	Sí	Aprovechar y mejorar las técnicas existentes mediante capacitación
Operación y mantenimiento de los caminos	Alto	Sí	Aprovechar las técnicas existentes
Mejoramiento de los caminos	Medio	Sí	Aprovechar y mejorar las técnicas existentes mediante capacitación
Operación de maquinarias pesadas	No	No	Inicialmente se contratará el personal operario, y posteriormente a través del entrenamiento en servicio o capacitación se fomentará la formación del personal operario local y propio
Operación de maquinarias agrícolas	Medio	Sí	Aprovechar las experiencias de los dueños de maquinarias y al mismo tiempo capacitar el personal.
Inseminación artificial	Bajo	No	Con la colaboración de la Universidad San Andrés (UMSA) se impartirá capacitación a los líderes y se ampliará la dotación del personal técnico local
Técnicas de riego	Bajo	Sí	Difundir las técnicas de riego mediante capacitación en campos demostrativos. Se requiere realizar experimentos conjuntamente con la UMSA.
Conducción de vehículos	Bajo	Sí	Obtener licencias a través de capacitación
Motocicletas	Bajo	Sí	Es relativamente fácil de obtener
Equipos de radio	Bajo	Sí	Existen algunas localidades que ya están utilizando los equipos. Su licencia es fácil de obtener.
Uso de computadoras, etc.	Bajo	Sí	Elevar el nivel técnico y formar el personal técnico a través de la capacitación de la UCPA o la UMSA.

CAPITULO III

PLAN DE EJECUCION DEL PROYECTO

CAPITULO III PLAN DE EJECUCION DEL PROYECTO

3.1 Plan de ejecución de las obras

3.1.1 Lineamientos

El ejecutor del presente Proyecto es la Prefectura del Departamento de La Paz. En este proyecto la ejecución de las obras y el suministro de equipos y materiales se realizarán por un contratista japonés seleccionado mediante licitación, mientras que los servicios de diseño y supervisión serán llevados a cabo mediante la contratación de la firma consultora japonesa.

De los materiales de construcción requeridos para las obras, los más generales serán adquiridos en el mercado boliviano. Sin embargo, los demás materiales que sean difíciles de conseguir en plaza, incluyendo las barandillas, láminas de control de aspiración, etc. serán adquiridos del Japón o de un tercer país.

En cuanto a la maquinaria de construcción, las más generales pueden ser adquiridas en Bolivia, pero la demás maquinaria como la planta sencilla de hormigonado, planta de producción de agregados, camiones hormigoneras, cucharas para hormigón, etc. deberán ser traídos del Japón o de un tercer país por ser difícil su adquisición en el país.

La precipitación media anual del Area del Estudio en los últimos cinco años ha sido de 415 mm. Además de que la precipitación media anual es reducida, ésta se concentra en la época de lluvia. Los días que se vieron suspendidas las obras durante la época seca por causa de lluvias han sido extremadamente reducidas en los cinco años, con un promedio de dos días. También en el caso de la época de lluvia, sólo 16 días se vieron obligados suspender el trabajo por la misma causa. Esto quiere decir que las condiciones locales para la ejecución de obras son muy favorables en cuanto a lluvias. Sin embargo la ejecución de obras dentro de los ríos no se realizará en la época intensa de lluvias en los meses de diciembre a marzo, debido a que el nivel de agua fluvial incrementa rápidamente durante las lluvias.

Por otro lado, en el plan de ejecución de obras habría que tomarse en cuenta también el factor altura, puesto que los sitios de obras se ubican a elevaciones entre 3.800 y 4.000 m.s.n.m. lo que causaría la reducción de la tasa de operación de las maquinarias pesadas, además que el personal operario especializado e ingenieros que no están acostumbrados a trabajar en las alturas podrían padecer de soroche o reducción de capacidad laboral por la diferencia de funciones de órganos cardiopulmonares.

Las firmas constructoras locales de primera categoría son capaces de ejecutar sin ningún problema las obras de ingeniería civil y de arquitectura comunes como son construcción y mejoramiento de caminos, puentes, obras arquitectónicas, canales de riego y obras complementarias. Sin embargo, para la instalación, ajuste, etc. de las instalaciones de bombas, generación eléctrica con paneles solares, etc. se requiere contar con el apoyo del personal técnico japonés. Para el levantamiento topográfico, estudio de suelos, etc. necesarios para el Diseño Detallado, se podría contratar los servicios de las firmas locales.

3.1.2 Consideraciones que se deben tomar durante la ejecución de las obras

(1) Generalidades

- Se mantendrá una estrecha comunicación con la Unidad de Coordinación del Proyecto Achacachi (UCPA) que es el organismo de contraparte del presente Proyecto. En particular los deseos y los problemas manifestados por la comunidad durante la ejecución de obras deberán ser resueltos a través de la UCPA para mantener el desarrollo ágil del Proyecto.
- Los terrenos necesarios para las obras serán adquiridos previamente bajo responsabilidad boliviana. Para los efectos es necesario evitar cualquier tipo de

discordias con la comunidad local, ya sea organizando de antemano una reunión explicativa del tipo de obras a ser realizadas, o la firma del acuerdo respectivo de concesión o arrendamiento de las tierras, etc.

- Dado que la zona se caracteriza por el reducido volumen de tránsito de vehículos, la comunidad no está familiarizada con los reglamentos de tráfico, lo que plantea la necesidad de tomar suficientes precauciones para evitar accidentes vehiculares.

(2) Mejoramiento de los sistemas de riego

- En los canales de agua actuales, existen casos de que no se puede interrumpir el flujo de agua durante la ejecución de obras. El cronograma de construcción para el plan de obras está preparado en base a la modalidad del uso de agua. Para empezar la ejecución de obras, deberá darse una explicación detallada respecto al cronograma y métodos de la construcción a la organización de usuarios de agua correspondiente, de modo que no se origine ningún inconveniente respecto al cronograma de construcción ni al uso de agua de los beneficiarios.
- La ubicación diseñada de las estructuras de derivación de cada parcela de cultivo y de caminos de paso personal o animal está fijada de acuerdo a la ubicación de las parcelas en uso en el momento del Estudio de Diseño Básico. Debido a la posibilidad de cambiar la ubicación en razón del uso de barbecho, entre otros, deberá confirmarse la ubicación mediante reuniones con los beneficiarios antes de comenzar las obras.
- Las tierras excavadas en las obras de canales se aprovecharán para otras obras como elevación del nivel de caminos. Sin embargo, si sobran, se dispondrán alrededor del lugar donde se producen, lo cual requerirá una confirmación de áreas concretas para la disposición con los beneficiarios relacionados.

(3) Mejoramiento de caminos

- El tráfico de los vehículos será temporalmente cerrado durante las obras, y para este efecto es necesario divulgar de antemano las informaciones ya sea mediante letreros u otros medios pertinentes. Sin embargo, en cuanto a las rutas de los servicios regulares de autobuses, es necesario garantizar el tránsito cerrando sólo la mitad del ancho de los caminos durante la ejecución.
- Como regla general, las rutas actuales no serán modificadas.
- Los canales existentes que recorren a lo largo o atraviesan los caminos y que deben ser reubicados para ampliar el ancho de los caminos, debe realizarse la coordinación con el calendario de riego. Como regla general, se mantendrá la misma sección transversal actual
- El terraplenado para elevar la calzada debe ejecutarse en lo posible en la época seca. De verse obligado a realizarse en la época de lluvia, es importante mantener el nivel óptimo de contenido de agua.
- El enripiado de los caminos se hará en la etapa final de las obras, a modo de minimizar la degradación por el uso de las maquinarias pesadas.
- Para las alcantarillas que entran y salen de las viviendas, como regla general, se mejoraran las existentes.

(4) Construcción del Puente

- Como regla general, las obras dentro del río serán ejecutados en la época de no crecidas. Todas las obras de cimentación deben ser verificadas visualmente antes de proceder a la siguiente obra.
- Durante las obras, es necesario construir una estructura de cruce provisoria aguas abajo del nuevo puente que permita el paso de los autobuses.
- Dado que el hormigonado se hará de manera masiva y continua, es necesario realizar un control riguroso de calidad.
- El colector del sistema de abastecimiento de agua, que se ubica en la margen izquierda aguas abajo, está instalado a una profundidad de 3 m desde el lecho del

río. Si se observa que a éste entra el agua turbia, es necesario tomar las medidas preventivas necesarias.

- Se debe instalar un canal provisorio para el canal principal de la margen izquierda durante la ejecución de obras.
- Puesto que el río mantiene el caudal a lo largo del año, es necesario construir un desvío adecuado durante las obras, para garantizar la seguridad y cumplir estrictamente el cronograma propuesto.
- Se prevé que muchas personas, incluyendo niños, vendrán a contemplar las obras, debiendo tomar suficientes medidas de control de seguridad. Al mismo tiempo, es necesario dar instrucciones de seguridad al personal operario.
- El caudal del río debe ser constantemente monitoreado a fin de prever la generación de crecidas, y tomar debidamente las medidas de seguridad, y reforzar o reparar las obras provisorias de ser necesario.
- El lecho del río debe ser restaurado en la medida de lo posible para no provocar grandes variaciones de las condiciones hídricas.

(5) Construcción de los puentes sumergibles

- Como regla general, las obras dentro del río serán ejecutados en la época de no crecidas. La superficie del cimiento debe ser verificada visualmente para confirmar que no existe ningún problema de índole geológico.
- Es necesario asegurar el desvío adecuado de la corriente de agua durante las obras.
- Es necesario instalar un paso provisorio en la cercanía del respectivo sitio, durante la ejecución de obras.
- El caudal de los ríos debe ser constantemente monitoreado a fin de prever la generación de crecidas, y tomar debidamente las medidas de seguridad, y reforzar o reparar las obras provisorias de ser necesario.
- El lecho del río debe ser restaurado en la medida de lo posible para no provocar grandes variaciones de las condiciones hídricas.

3.1.3 División de responsabilidades

En el siguiente cuadro se muestra la división de responsabilidades de Bolivia y del Japón para el desarrollo del presente Proyecto.

División de responsabilidades	División	
	Japón	Bolivia
1. Mejoramiento de caminos, puente y puentes sumergibles		
1) Dotación de los terrenos para la ampliación de los caminos a ser mejorados		○
2) Obtención del terreno para las obras provisorias, incluyendo depósitos de los materiales		○
3) Mejoramiento de dos caminos principales y dos conectivos	○	
4) Ejecución de seis puentes sumergibles y un puente	○	
5) Solicitud de autorización y otros trámites relevantes a la ejecución de obras dentro de los ríos		○
6) Obtención de los sitios de disposición de gravas y detritos		○
7) Actividades de divulgación sobre las obras de mejoramiento de caminos, construcción de puente y puentes sumergibles	○	○
8) Medidas ambientales relevantes a las obras, incluyendo el control de polvos	○	
2. Mejoramiento de los sistemas de riego		
1) Dotación de los terrenos para los canales y caminos de mantenimiento		○
2) Obtención de los terrenos para las obras provisorias, incluyendo los depósitos de los materiales		○
3) Mejoramiento de cinco canales principales	○	
4) Gestionar la parte legal para la regulación del agua de riego durante la ejecución de obras (interrupción o conducción temporal)		○
5) Solicitud de autorización y otros trámites relevantes a la ejecución de obras dentro de los ríos		○
3. Construcción de los CRCs y CAs		
1) Dotación de los terrenos de construcción de los CRCs y CAs		○
2) Construcción de los CRCs y CAs e instalaciones relevantes		○
3) Instalación de cercos y portón		○
4) Adquisición de las camionetas	○	
5) Adquisición de las mesas y sillas para capacitación	○	
6) Adquisición de la computadora e impresora	○	
7) Adquisición e instalación de las bombas sumergibles de motor	○	
8) Adquisición e instalación de los paneles solares	○	
9) Instalación de los tanques elevados	○	
10) Adquisición de los equipos meteorológicos	○	
11) Adquisición equipos de inseminación artificial	○	
12) Adquisición de equipos para el mejoramiento de la ganadería	○	
4. Pago de comisión de Arreglo Bancario (A/B) al banco en Japón		○
5. Trámites aduaneros, impuestos, etc. para la importación		
1) Flete hasta Bolivia	○	
2) Exoneración de impuesto y trámites aduaneros		○
3) Transporte interno (desde el Puerto de Arica – Chile hasta los sitios del Proyecto)	○	
6. Otorgar facilidades para la entrada, salida y permanencia del personal a cargo de la ejecución de las obras del presente Proyecto en Bolivia.		○
7. Administración y mantenimiento eficaz de las instalaciones, equipos y materiales a ser suministrados en el marco de la Cooperación Financiera No Reembolsable		○
8. Sufragar todos los gastos de construcción y transporte de equipos que no serán cubiertos por la Cooperación Financiera No Reembolsable		○

3.1.4 Plan de la supervisión de las obras

(1) Diseño Detallado y Licitación

Inmediatamente después de la conclusión del C/N, se procede a la firma del contrato de consultoría con la Prefectura del Departamento de La Paz en Bolivia, y se iniciarán los trabajos sobre el Diseño Detallado y Licitación mediante realizaciones de reuniones en estrecha coordinación. Se realizará la coordinación del cronograma de ejecución durante el estudio en campo, y la Prefectura del Departamento de La Paz asumirá la responsabilidad de obtener, adquirir o asegurar a tiempo los terrenos para la construcción y para las obras provisionales, así como las oficinas temporales. A continuación se resumen los componentes sobre del Diseño Detallado y Licitación.

- Estudios complementarios en campo (se contratará el servicio de una firma local)

Items		Descripción	Justificación de los estudios complementarios en campo
Levantamiento topográfico	Longitudinal	6 puentes sumergibles Σ L=2,3 km	Levantamiento topográfico detallado complementario del Estudio de Diseño Básico (D/B)
	Planimétrico	En los puntos de la toma de agua A=6.000 m^2(1/100)	Levantamiento topográfico detallado complementario del Estudio de Diseño Básico (D/B)
Estudio geológico	Perforación	Puente, y puente sumergible #3 (cada 2) Prof.: 10 m 40 pruebas de penetración normal Extracción de testigos	Mantener la precisión idónea del Diseño Detallado (D/D)

- Diseño Detallado
  1) Verificación del Diseño Básico con base sobre el levantamiento topográfico y el estudio geológico
  2) Confirmación del costo del Proyecto con base sobre el Diseño Detallado

- Preparación de los documentos de licitación, licitación y trámites de la firma de contratos
  1) Preparación de los planos de diseño para la licitación
  2) Preparación de los documentos de licitación de las obras de construcción y el suministro de los equipos y materiales.
  3) La licitación para la selección del Contratista será convocada con la aprobación previa de la Entidad Ejecutora.

Para la selección del Contratista, se realiza previamente la calificación de los participantes a la licitación. La convocatoria será publicada en los principales periódicos del sector de construcción del Japón en nombre de la Entidad Ejecutora. Los documentos de calificación de los requisitos de participación a la licitación serán repartidos por la firma consultora. Subsiguientemente, a las firmas aprobadas en la precalificación, se les entregarán los documentos de licitación. Las propuestas serán recibidas por la firma consultora, abiertas en presencia de los delegados de la Prefectura de La Paz. Inmediatamente después de la apertura de las ofertas, se procede a la evaluación de las mismas, selección del ganador del derecho de negociación y a la preparación del borrador del contrato.

(2) Supervisión de obras

Después de la firma del Contrato de Construcción del presente Proyecto, se procede a la discusión y confirmación del cronograma de ejecución de obras entre la Entidad Ejecutora, el director del Proyecto de la firma consultora, y el representante del Contratista. El director del Proyecto deberá estar en Bolivia al comienzo, a la finalización y en las etapas importantes de cada fase del Proyecto, a fin de hacer supervisión general del mismo,

informar y discutir el avance de las obras con las instituciones relevantes. El supervisor permanente, una vez iniciado el Proyecto, permanecerá en la obra y se hará responsable de supervisar los trabajos, e informar periódicamente el avance de los mismos a la Entidad Ejecutora, oficina de JICA y a la Embajada del Japón en Bolivia. Dado el gran volumen de trabajo que implica el Proyecto, además del supervisor permanente, se enviará un supervisor temporal por el tiempo que debe ejecutarse al mismo tiempo las obras de la primera y segunda fase. Para lograr el desarrollo ágil y los mejores resultados de las obras, se centralizarán los esfuerzos en cumplir con todas las obras propuestas en el plazo establecido. A continuación se detallan las generalidades del servicio de supervisión:

- Asesoramiento y orientación sobre el contrato del Contratista

  Dar apoyo en la evaluación de las propuestas y selección del Contratista, incluyendo la calificación de los requisitos de los proponentes, organización de la licitación, etc. Ser testigo de la firma para contrato del Contratista.

- Examinación e inspección de los planos de ejecución, etc.

  Revisar los planos de ejecución a ser entregados al Contratista, solicitud de autorización de obras, muestras de materiales, especificaciones de los equipos, etc. e inspeccionar los productos fabricados.

- Asesoramiento e inspección de las obras

  Revisar y dar instrucciones sobre el plan y cronograma de ejecución, dar seguimiento y asesorar el avance de las obras, y ejecutar la inspección intermedia y final de las obras.

- Aprobación de pago

  Verificar e inspeccionar el avance de las obras para la emisión del certificado de pago parcial del costo de ejecución y certificado de terminación de obras durante y después de la ejecución.

- Informe del avance del Proyecto

  Preparar el informe mensual e informar periódicamente el avance de obras a la Entidad Ejecutora, Embajada del Japón en Bolivia y a la oficina de JICA. En el caso de producirse algún problema grave en relación con el desarrollo del Proyecto, informar, coordinar y resolverlo inmediatamente, para asegurar la ágil ejecución de las obras.

- Entrega de las instalaciones terminadas, etc.

  Confirmar que las obras y también el suministro de equipos y materiales estén completos y terminados dando cabal cumplimiento a las disposiciones del Contrato, y presenciar la entrega de las instalaciones y los equipos y materiales.

3.1.5 Plan de suministro de equipos y materiales

Como regla general, los equipos y materiales necesarios para las obras de construcción disponibles en plaza serán conseguidos en Bolivia, mientras que aquellos cuya calidad incide gravemente al desarrollo de las obras, o que sean difíciles o imposibles de conseguir en el país, serán importados del Japón o de un tercer país. En el caso de las obras contempladas para presente Proyecto, la mayoría de los equipos y materiales están disponibles en el mercado boliviano, salvo la planta sencilla de hormigonado, planta de producción de agregados, camiones hormigoneras, cucharas para hormigón, etc., en cuanto a los equipos, y barandillas y láminas de control de aspiración en cuanto a los materiales, los que deberán ser traídos del Japón o de un tercer país.

A continuación se detallan el origen de los principales equipos y materiales que serán utilizados en la obra.

Descripción	Equipos y Materiales	Origen	
		Local	Japón o un tercer país
Materiales permanentes	Cemento y agregados	○	
	Barras de refuerzo y encofrados	○	
	Combustible	○	
	Tuberías	○	
	Ladrillos y tubos de hormigón	○	
	Compuertas de acero	○	
	Barandillas		○
	Láminas de control de aspiración		○
Maquinarias de construcción	Retroexcavadoras	○	
	Buldozers	○	
	Camiones volquete	○	
	Palas cargadoras	○	
	Motoniveladoras	○	
	Camiones hormigoneros		○
	Rodillos vibradores	○	
	Rompe hormigones	○	
	Compresores de aire	○	
	Grúas	○	
	Cucharas para hormigón		○
	Planta sencilla de hormigonado		○
	Planta de producción de agregados		○
	Bombas sumergibles de motor		○

En el siguiente cuadro se muestra el origen de los equipos y materiales a ser suministrados.

Descripción	Equipos y materiales	Origen	
		Local	Japón o un tercer país
Equipos y Materiales a ser suministrados	Camionetas		○
	Bombas sumergibles de motor		○
	Panel solar		○
	Computadora e impresora	○	
	Equipos meteorológicos		○
	Mesas y sillas para capacitación	○	
	Equipos de inseminación artificial		○
	Equipos para el mejoramiento de la ganadería		○

Los equipos y materiales a ser importados del Japón o del tercer país serán transportados vía marítima y desembarcados en el Puerto de Arica (Chile), para ser trasladados a la aduana de La Paz con el uso de remolques. Luego serán transportados vía carretera hasta los respectivos sitios de obra. Los caminos desde el Puerto de Arica hasta los sitios de obra están asfaltados y no hay necesidad de reforzar los puentes y otras estructuras, por lo que no existen mayores problemas en el transporte.

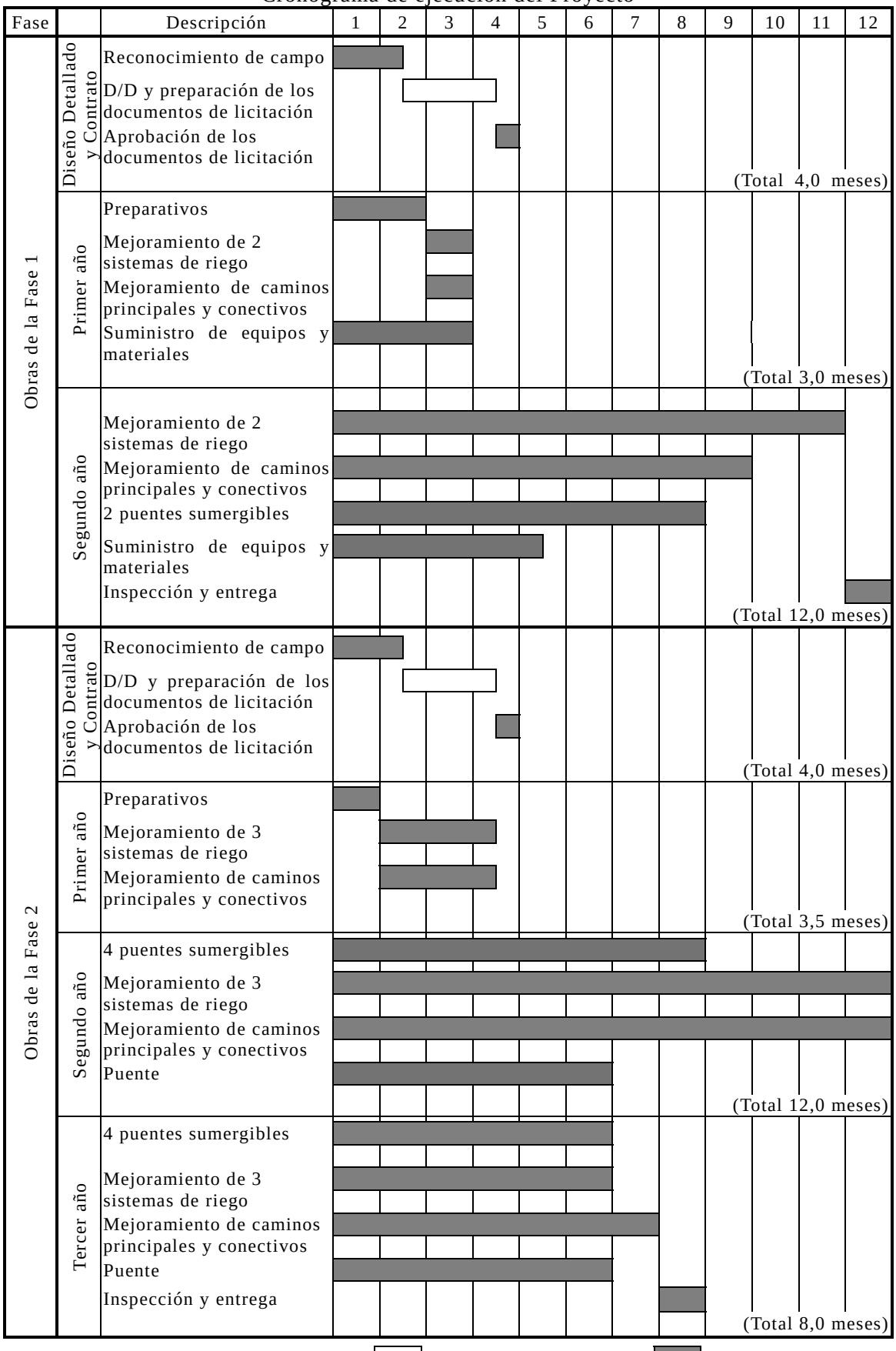
3.1.6 Cronograma de ejecución

El presente Proyecto será implementado en el marco de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón. Dado que el volumen de trabajo es sumamente grande, y no puede ser terminado en un sólo año fiscal, el Proyecto será dividido en dos fases.

La primera fase requerirá 4,0 meses para el Diseño Detallado y preparación de documentos de licitación, y 15 meses para las obras de civiles y suministro de los equipos y materiales. La segunda fase requerirá 4,0 meses para el Diseño Detallado y preparación de documentos de licitación, y 23,5 meses para la ejecución de las obras civiles. Las obras del puente y puentes sumergibles requieren de tres épocas secas entre las respectivas épocas de lluvia.

El cronograma de ejecución del Proyecto se resume en el siguiente cuadro.

Cronograma de ejecución del Proyecto



3.1.7 Responsabilidades del país receptor de asistencia

El Gobierno de Bolivia asumirá las siguientes responsabilidades en relación con la ejecución del presente Proyecto.

a) Organizar la entidad responsable durante y posterior a la ejecución del presente Proyecto, nombrar y asignar el personal de contraparte.
b) Firmar el Arreglo Bancario (A/B) con un banco japonés y pagar las siguientes comisiones requeridas según el A/B:
   - Comisión de notificación de la Autorización de Pago (A/P)
   - Comisión de pagos
c) Eximir del pago de impuestos nacionales y otras cargas fiscales que se impongan a los nacionales japoneses que suministrarán o prestarán bienes y servicios de acuerdo con los contratos verificados, durante su estadía en Bolivia.
d) Eximir del pago del impuesto de importación y otras cargas que se impongan a los equipos, materiales y repuestos a ser importados para la ejecución del presente Proyecto, y el pronto despacho aduanero.
e) Otorgar a los nacionales japoneses, cuyos servicios se han requeridos en relación con el suministro de los bienes y servicios bajo el contrato verificado, las facilidades necesarias para su ingreso y estadía segura en Bolivia para el desempeño de sus funciones.
f) Mantener y operar adecuada y eficientemente las instalaciones construidas y equipos suministrados a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable.
g) Sufragar todos los gastos necesarios para la construcción de las instalaciones, y el transporte e instalación de los equipos y materiales, excepto aquellos que serán cubiertos por la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón.
h) Destinar el presupuesto anual y personal necesario para la apropiada y efectiva operación y mantenimiento de los equipos suministrados bajo la Cooperación Financiera No Reembolsable.
i) Llevar a cabo la divulgación efectiva del presente Proyecto dentro y fuera de los sitios del Proyecto, utilizando los medios de comunicación masiva, letreros, etc.
j) Obtener la autorización del plan de manejo ambiental requerido para la ejecución de las obras contempladas en el presente Proyecto.
k) Conseguir el terreno para el Proyecto.
l) Proveer los terrenos necesarios para oficinas provisionales, almacenes, depósitos de equipos y materiales y obras temporales durante el período de construcción.

3.2 Estimación del costo del Proyecto

3.2.1 Estimación del costo del Proyecto

En caso de que el presente proyecto se realice bajo la cooperación financiera no reembolsable de Japón, los gastos a ser cubiertos por la parte Boliviana, se estiman de la siguiente manera, conforme a las condiciones que se escriben a continuación.

(1) Gastos a cargo de la Parte Boliviana

1)	Costo de construcción de los CRCs	USA 139.841
2)	Costo de construcción de los CAs	US$ 110.159
3)	Apoyo al manejo agrícola	US$ 219.210
4)	Comisiones relacionadas con el Arreglo Bancario	US$ 46.544
	Total	US$ 515.754
		(Aprox. 59,8 millones de yenes japoneses)

(2) Condiciones del Cálculo

1)	Fecha de estimación	Octubre de 1999
2)	Tasa de cambio	US$1,00 = 116,02 yenes US$1,00 = 5,85 Bs. Bs. 1,00 = 19,83 yenes
3)	Período de Ejecución	El período de ejecución se señala en el Cronograma de Ejecución de este Proyecto
4)	Otros	Este proyecto se ejecutará mediante el sistema de la cooperación financiera no reembolsable del Gobierno de Japón

3.2.2 Plan de operación y mantenimiento

(1) Sistema de operación y mantenimiento

La operación, mantenimiento y administración de cada una de las instalaciones serán asumidos por cada CRC a su propia iniciativa, teniendo como núcleo a la AUPA que es una entidad integral de la región, bajo la dirección de la UCPA de la Prefectura del Departamento de La Paz.

Sin embargo, en el sistema organizativo actual, no existe una clara división funcional de la AUPA y de cada CRC, lo cual hace que aún la articulación de las actividades sea débil. Por lo tanto, es necesario esclarecer el esquema de coordinación entre la AUPA y cada CRC y fortalecer la función de cada ente con miras a lograr un desarrollo eficiente de la administración regional.

Con estas perspectivas, se hace necesario abordar la reestructuración que se describe a continuación para fortalecer el funcionamiento como entidades administradoras de la región.

Descripción de funciones		UCPA	AUPA	CRCs
Administración	Mantenimiento del registro de los socios	△	◎	□
	Mantenimiento del registro de derechos de agua	△	◎	□
	Mantenimiento del registro de tierras	△	◎	□
	Recaudación de las contribuciones de los socios		◎	□
	Contabilidad en general		◎	□
	Preparación del proyecto de presupuesto anual		◎	□
	Solicitud de fondo de la Ley de Participación Popular	△	◎	□
Operación	Regulación de agua	△	◎	□
	Elaboración del plan de riego		△	◎
	Elaboración del plan de apoyo a las fincas	△	◎	□
	Elaboración del plan de mejoramiento de la calidad de vida de la población	△	◎	□
	Ejecución del plan de apoyo a las fincas		△	◎
	Ejecución del plan de mejoramiento de calidad de vida de la población		△	◎
	Plan de mantenimiento de las diferentes instalaciones		◎	□
Mantenimiento	Ejecución del control de agua			◎
	Mantenimiento y reparación de las instalaciones de agua			◎
	Mantenimiento y reparación de las infraestructuras viales			◎
	Mantenimiento y reparación de los CRCs y CAs			◎
	Mantenimiento y reparación de los vehículos			◎

Notas: ◎ principal, □ complementario, △ apoyo y coordinación

(2) Plan del personal

Los directores que actualmente integran la AUPA y los CRCs son elegidos por cada comunidad, pero no existe ningún personal permanente. Para garantizar una administración eficaz y sostenible de cada zona, es indispensable fortalecer el funcionamiento de las entidades en el aspecto del personal. Para lo cual es necesario que existan administradores

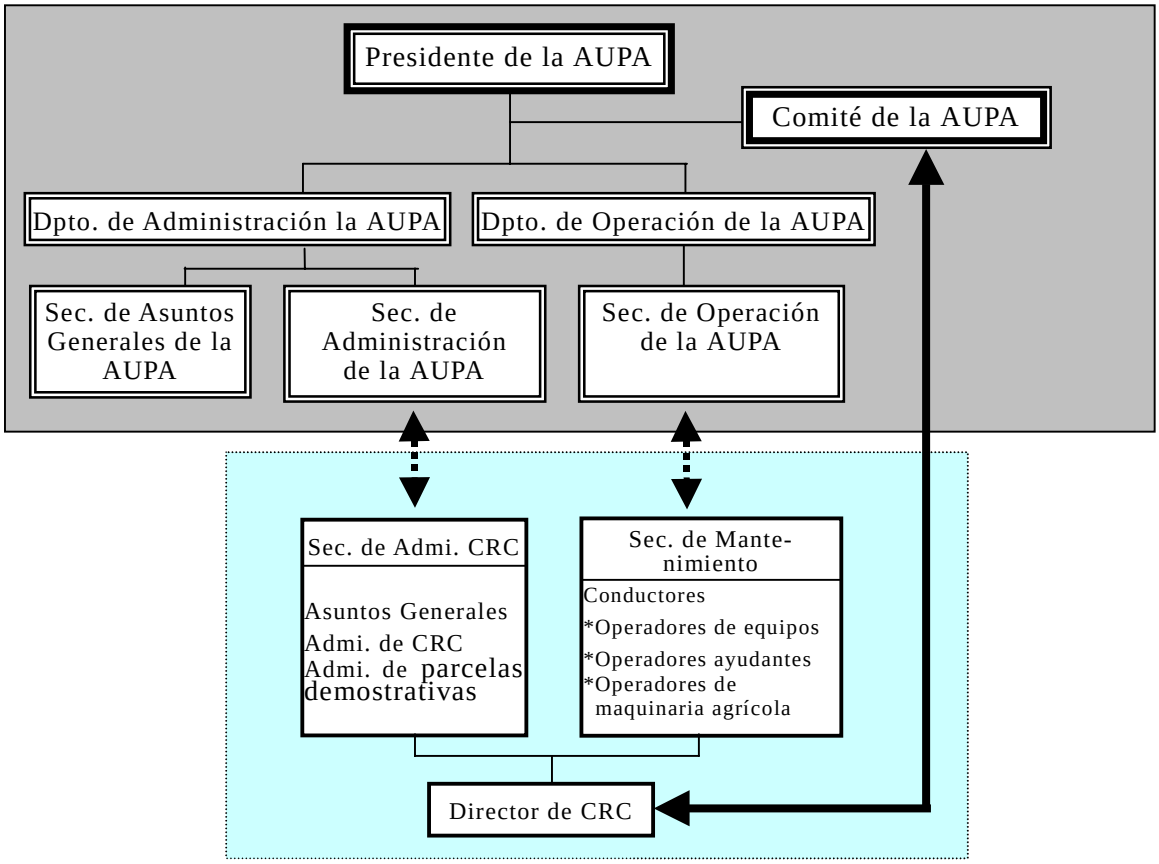
permanentes en las organizaciones de la AUPA y los CRCs. Inicialmente, se asignará el número mínimo necesario de personas, el que será incrementando oportunamente de acuerdo con el desarrollo del Proyecto.

Categorías		Actual			Proyecto		
		UCPA	AUPA	CRCs	UCPA	AUPA	CRCs
Apoyo de la Prefectura de La Paz (personal exclusivo)		1◎			1◎		
Comité de la AUPA			15			15	
Comités de los CRCs				10			10
Administración	Encargado de admin. y contabilidad					1◎	
	Asuntos generales		1			1◎	3◎
	Administradores de los CRCs/CAs						6◎
	Administradores de campos demostrativos						3◎
Mantenimiento	Conductores de vehículos						3◎
Total		1	16	10	1	17	25

Notas: ◎ permanentes

Si bien es cierto en esta fase no se contempla suministrar los equipos de mantenimiento de las instalaciones o de apoyo a las fincas, es necesario ir formando el personal de operación y mantenimiento desde ahora, porque estos constituirán equipos indispensables para lograr el mejoramiento de la administración de fincas y apoyar la independencia de los productores.

De acuerdo a lo anterior, se puede configurar la relación organizativa entre la AUPA y los CRCs en la siguiente forma:



Nota:(*) Personal requerido para el futuro

(3) Gastos de personal en los Centros

En cada CRC y CA, se contrata una persona para el cargo de administrador durante todo el año. Además, en los CRCs se contrata una persona para la vigilancia y coordinación

durante todo el año, aparte del administrador y otra persona para el trabajo de la parcela demostrativa también durante todo el año. Por lo tanto se necesitarán anualmente los siguientes gastos de personal para los centros:

Cargo	Período (meses)	No. de Personal (m/m)	Total de meses (meses)	Gastos (Bs.)	Discriminación de Gastos (Bs.)	
					CRC/CA	Caminos y Canales
Admin. y Contabilidad (AUPA)	12	1	12	3.960	2.640	1.320
Asuntos Generales (AUPA, CRCs)	12	4	48	15.840	7.920	7.920
Administrador (CRCs/Cas, Caminos y Canales)	12	6	72	23.760	11.880	11.880
Parcelas Demostrativas (CRCs)	12	3	36	11.880	9.504	2.376
Conductores de vehículos(CRCs)	12	3	36	11.880	3.960	7.920
Total				67.320	35.904	31.416

(4) Balance financiero de operación

Actualmente los ingresos fijos de la AUPA, CRCs y CAs son solo de las cuotas de la AUPA (3 Bs./familia/año, 4.719 familias ×3Bs = 14.157 Bs). Para facilitar la operación de los centros, será necesario incrementar la cuota y establecer un sistema de cobrar otras cuotas para el mantenimiento de sistemas de riego y caminos. Además, como apoyo del fondo oficial está comprometida por las Municipalidades de Achacachi y Batallas la asignación del 25% (Bs. 697.280) del fondo de la Ley de Participación Popular que corresponde a los beneficiarios. Para analizar el balance financiero de la operación, dicha asignación no se ha incluido teniendo en cuenta la necesidad de establecer el sistema de operación basado en el fondo de la población beneficiaria.

Por consiguiente se propone cobrar una cuota anual de 8 Bs. por familia, para el mantenimiento de canales de riego y otra cuota de 8 Bs. por familia para el mantenimiento de caminos como carga económica de los beneficiarios.

A continuación se indica el balance de los gastos e ingresos anuales arriba mencionados y se ve la posibilidad de la autogestión.

Ingresos		Gastos	
- Cuotas de la AUPA	Bs. 14.157	- Gastos de personal	Bs. 35.904
- Cuotas para los canales de agua	Bs. 37.752	- Gastos administrativos para Caminos y canales	Bs. 31.416
- Cuotas para los caminos	Bs. 37.752	- Operación de vehículos	Bs. 18.165
Total de ingresos	Bs. 89.661	Total de gastos	Bs. 85.485

CAPITULO IV

EVALUACION DEL PROYECTO Y RECOMENDACIONES

CAPITULO IV EVALUACION DEL PROYECTO Y RECOMENDACIONES

4.1 Verificación de la justificación del Proyecto y efectos de los beneficios

4.1.1 Verificación de la justificación del Proyecto

El presente Proyecto se realiza mediante la cooperación financiera no reembolsable del país de Japón, en correspondencia a la consideración de la justificación del proyecto. A continuación se indica un resumen de las condiciones del área

Condiciones	Análisis de condiciones
Riego	Existen 55 sistemas de riego y organizaciones para el control de agua, y la agricultura con riego ya está sistematizada. Los productores tienen buenas experiencias del sistema de riego con habilidades en el manejo del sistema de riego. Por lo tanto se puede llevar a cabo una modernización agrícola mediante la gestión y uso eficiente de agua.
Suelo	A pesar de que existan suelos de tipo muy variado, no forma un factor limitativo, dado que se selecciona siempre el cultivo más adecuado para cada sitio.
Operación agrícola	Si bien es baja la productividad de la operación combinada de agricultura y ganadería, se podrá mejorar estableciendo organizaciones de apoyo agrícola.
Comercialización	Además de la leche, los productos se comercializan en forma particular. Aunque el canal de comercialización no es estable debido a la venta predominante en mercados locales, se sistematizará la comercialización en forma eficiente mediante el mejoramiento de las condiciones de los caminos y el establecimiento de organizaciones de apoyo al manejo agrícola.
Caminos	La red vial establecida es de un nivel bajo de desarrollo. Además, se reconoce la necesidad del mantenimiento de los caminos, razón por la cual se realiza el mantenimiento periódico mediante el trabajo en conjunto de cada comunidad.
Apoyo agrícola	La UCPA de la Prefectura de La Paz da apoyo al sistema de organización, la UMSA a través de la Estación Experimental de Belén (EEB) lleva a cabo programas de extensión y apoyo en los campos agrícolas como núcleo. También, por otras terceras instituciones se está trabajando en la implementación de proyectos de producción, por lo tanto será posible contar con la organización de un sistema de apoyo.
Organización campesina	Existen comités de agua de amplia cobertura que unifican las organizaciones de control de agua de cada comunidad. En base a estas organizaciones autónomas de comités de agua, en cada comunidad, se fundó la AUPA para la coordinación en toda la cuenca, estableciéndose un sistema básico para promover el desarrollo en la región. Por otro lado como organización de manejo agrícola, existe una asociación de productores lecheros que desarrollan sus actividades en algunas localidades.
Recursos financieros	Los beneficiarios reconocen la necesidad de asumir con los cargos en los gastos de los comités AUPA y gastos de operación/mantenimiento de caminos y canales, por lo tanto, se lleva a cabo la contribución a estos gastos por los propios campesinos. Por otro lado, como recursos financieros se puede utilizar el fondo de la Ley de Participación Popular, lo cual significa que está asegurado el fondo para la operación y mantenimiento de las instalaciones y equipos.

Considerándose las condiciones del área resumidas en el cuadro anterior, se puede reconocer una deficiencia en las condiciones del manejo agrícola, comercialización y caminos. Sin embargo, existe una base preparada para desarrollar la Cooperación Financiera no Reembolsable. Las condiciones insuficientes en el manejo agrícola, comercialización y caminos son las que se mejorarán mediante la ejecución del presente Proyecto y se verá la posibilidad de utilizar eficientemente las instalaciones y los equipos y materiales a ser introducidos mediante el Proyecto.

Basándose en lo anterior, la justificación para realizarse este proyecto como cooperación financiera no reembolsable es como se resume seguidamente.

- Los beneficiarios dentro del área de este proyecto son los pequeños agricultores quienes ocupan una mayoría incluyendo los pobres, se considera que se contribuirá al mejoramiento de las Necesidades Básicas Humanas en un total de 4,987 familias.

- Esta área está relativamente cerca al área Metropolitana, y desde tiempos antiguos se ha venido formando una economía constituida principalmente de las actividades agropecuarias. Por esta razón, se han establecido instalaciones de riego como también una red vial, este proyecto se sujetará fundamentalmente al mejoramiento de estas instalaciones, considerándose así que tendrá una efectividad inmediata con el mejoramiento de las instalaciones.

- La Dirección de Desarrollo Productivo de la Prefectura de La Paz es el principal organismo ejecutor de este proyecto, la Asociación de Usuarios del Proyecto Achacachi (AUPA) realizará a cabo el mantenimiento y administración en forma autónoma, llevando a cabo la recaudación de los gastos de la asociación, siendo que los beneficiarios reconocen asumir con los cargos de operación y mantenimiento de caminos y canales. Los campesinos tienen un alto interés respecto al manejo autónomo.

- No existe una ayuda fuerte de organismos internacionales y organismos de cooperación de otros países, pero el Ministerio de Agricultura y Ganadería promociona el Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano Boliviano a ser elaborado con la obtención de cooperación, se espera realizar un mejoramiento moderado de industria ganadera dentro del área.

4.1.2 Efectos de los beneficios

Considerando las condiciones del área mencionadas anteriormente, en el caso de la ejecución del presente proyecto se espera los siguientes efectos de los beneficios.

(1) Objeto del Beneficio

El área y la dimensión del objeto del beneficio del presente proyecto es el siguiente:

Comunidades relacionadas	: 30 comunidades		Población	: 21.790 habitantes	
Total de familias	: 4.987 familias		Familias agrícolas	: 4.719 familias	
Superficie de terrenos agrícolas	: 8.909 ha		Superficie de riego	: 5.662 ha	

(2) Efectos de los Beneficios Directos

- Con el mejoramiento de los canales de riego, pasando de canales de tierra a canales de mampostería, se activa eficientemente el aprovechamiento de agua para uso agrícola, la superficie regable aumenta de 782.7 ha a 893.1 ha. También, se reducirán los trabajos de operación y mantenimiento de los canales.

- Se estima que el aumento de la superficie regable será de 110.4 ha debido al mejoramiento de los canales para riego. En el caso de que esta superficie sea cultivada por los cultivos tradicionales de la papa, se espera un aumento de cosecha como mínimo de 110.4 ha*2,500 kg/ha=276,000 kg. Y también, por medio de este proyecto el mejoramiento de estas varias instalaciones y las actividades de apoyo al manejo agrícola a ser realizadas en los CRCs/CAs se espera un mejoramiento efectivo del manejo agrícola. Basados en estos mejoramientos efectivos se promoverá una administración autónoma del organismo de AUPA.

- El establecimiento de la red vial principal de caminos y el mejoramiento de los caminos conectivos serán de gran conveniencia. Además, con la construcción de los nuevos puentes, se extinguirán los accidentes humanos y las interrupciones del tráfico ambos ocurridos en la época de lluvias, produciéndose un mejoramiento a gran escala de la seguridad vial. Se obtendrán beneficios directos en el mejoramiento del nivel de vida de 21,790 habitantes de la población del área. Y también debido al establecimiento de esta red vial principal se reducirán los gastos

de transporte, promoviéndose la activación de la economía del área.

- Con la introducción de los equipos y materiales de apoyo a las actividades de los CRCs/CAs a ser construidos por La Prefectura La Paz se promueven las actividades de apoyo para el mejoramiento respecto a la producción y las condiciones de vida de 21,790 habitantes de la población del área.

- Con la introducción de los equipos y materiales para el mejoramiento de la ganadería, será posible introducir las variedades mejoradas, produciéndose así un mejoramiento de la explotación ganadera que es el núcleo de la agricultura de la zona del proyecto, produciéndose así beneficios directos en la efectividad del mejoramiento para 4,719 familias agrícolas.

- Por medio de las actividades de los CRCs/CAs, se formarán las bases de la AUPA que es el organismo de unificación en la zona del proyecto, estableciéndose un sistema administrativo autónomo para dicho organismo. Y además este Proyecto servirá de base para promover acciones dirigidas a la realización de proyectos a medio y largo plazo.

(3) Otros Impactos del Desarrollo

- Junto con la promoción de un auto abastecimiento estable de los productos principales y con las actividades de apoyo al manejo agrícola impartidas por los CRCs/CAs se mejorarán las técnicas de producción agrícola como productos vegetales y producción ganadera, por lo cual se espera un aumento de los ingresos derivados de la promoción del auto abastecimiento y el incremento de la producción.

- Las actividades a realizarse en los Centros de Rehabilitación Comunitarios como educación social y prácticas de técnicas agrícolas, técnicas de operación y mantenimiento de diversas maquinarias, medio ambiente, mejoramiento del nivel de vida, etc., se espera que sean una base de desarrollo del potencial humano y contribuya al futuro desarrollo de las áreas rurales. Además por medio de estas actividades de los centros, se promueve la participación de la mujer en el proyecto, esperándose un mejoramiento en el estatus económico social de la mujer.

- Se crearán oportunidades de empleo para obreros calificados y obreros no calificados que serán reclutados entre los campesinos del área del Proyecto y sus alrededores durante la construcción de las obras de este proyecto.

- Los campesinos empleados que aprenderán técnicas a través de la construcción de las obras, contribuirán con el manejo y el mantenimiento del sistema de riego y de los caminos construidos.

4.2 Cooperación técnica y coordinación con otros donantes

4.2.1 Cooperación técnica

Mediante la ejecución del presente Proyecto y la construcción de los CRCs y CAs, cuya realización corresponde a la Prefectura del Departamento de La Paz, se prepararán las condiciones básicas para el desarrollo regional basado en el sector agropecuario. Sin embargo, será indispensable una cooperación técnica para el apoyo agropecuario y mejora del nivel de vida en la zona del Proyecto, con el fin de hacer funcionar de la manera más eficiente y eficaz las instalaciones que serán mejoradas, equipos y materiales que serán introducidos. Por lo tanto, la UCPA está procurando confeccionar programas de apoyo para mejorar las actividades agropecuarias y también el nivel de vida de la zona y ejecutarlos a través de la AUPA, ente encargado de la operación y mantenimiento.

La UCPA está promoviendo la coordinación y comunicación con las instituciones relacionadas con la cooperación técnica como la UMSA, y también solicitando la cooperación técnica al Gobierno del Japón. En 1999 un voluntario mayor (desarrollo rural y extensión) del Servicio de Voluntarios Japoneses para la Cooperación con el Extranjero empezó a trabajar en la UCPA como oficial de programas con el objeto de estudiar la posibilidad de enviar un equipo de voluntarios. Posteriormente analizando las áreas y actividades necesarias para la ejecución del presente Proyecto, se elaboró un plan de envío de jóvenes voluntarios en el año fiscal de 2000 para las tres áreas siguientes: inseminación artificial, cultivo de forraje y productos alimenticios.

4.2.2 Coordinación con otros donantes

En Bolivia no solamente las instituciones internacionales tales como FAO, PNUD y BID, sino también los países desarrollados como los Estados Unidos, Alemania, Holanda, entre otros, están desarrollando programas de cooperación para la modernización de las diferentes áreas del sector agrícola. A pesar de que están preparando varios proyectos nuevos en base a las experiencias y conocimientos acumulados mediante los programas de cooperación realizados, no siempre existe una coordinación adecuada entre dichos donantes debido a que la variación topográfica de Bolivia que no permite tener las mismas condiciones naturales ni socioeconómicas en cada región. Especialmente en el altiplano de la región montañosa se nota esta tendencia.

Sin embargo, el Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano Boliviano (PDLA) que está llevando a cabo el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural bajo la cooperación de Holanda tiene por objeto mejorar la productividad lechera mediante la introducción de las variedades mejoradas. Para la zona del presente Proyecto, donde se intenta el desarrollo agrícola basado en la crianza de vacas y ovejas, será necesario establecer una coordinación eficiente con el PDLA con el fin de obtener aprendizaje de las experiencias y técnicas desarrolladas en el Programa.

Por otro lado, los CRCs y CAs deberán promover varias actividades para el apoyo agropecuario, desarrollo de los recursos humanos, salud e higiene, entre otros. Sin embargo, para facilitar el desarrollo de las actividades mencionadas, será indispensable tener una cooperación y coordinación con otros donantes, lo cual deberá considerarse al elaborar el programa de ejecución.

4.3 Recomendaciones

Los efectos directos producidos con la realización de este Proyecto, son la elevación de la producción agrícola y de ingresos en las familias agrícolas, lo cual también se vincula al mejoramiento de las condiciones ambientales de vida. También se activará la economía regional, esperando contribuir conjuntamente con el Plan Nacional de Desarrollo Rural Agropecuario y con un amplio mejoramiento a las Necesidades Básicas Humanas. Por consiguiente se verifica la justificación de la ejecución del Proyecto bajo la Cooperación Financiera No Reembolsable.

Sin embargo, para obtener mayores efectos positivos tanto en el mejoramiento de las varias instalaciones como en los equipos y materiales a ser instalados e introducidos por medio de este Proyecto, se recomienda considerar y analizar los siguientes puntos:

- En base a las organizaciones de comunidades locales y asociación de usuarios de agua que han venido formándose y consolidándose durante muchos años, se ha creado la AUPA como un ente que integra las actividades de la región. Sin embargo, siendo una organización relativamente nueva, la AUPA todavía no tiene una funcionalidad bien establecida para una operación organizada y el mantenimiento de las instalaciones que serán mejoradas. Por lo tanto, será necesario fortalecer el

sistema organizativo en forma inmediata, manteniendo una buena coordinación con la UCPA de la Prefectura del Departamento de La Paz.

- Con respecto a la operación y mantenimiento de las instalaciones a ser mejoradas, es indispensable la coordinación entre las Municipalidades de Achacachi y Batallas y la AUPA, y se recomienda que los lineamientos y programas de operación y mantenimiento sean elaborados inmediatamente por ambos municipios y la AUPA.

- Con el fin de que la AUPA y los pobladores locales tengan buena comprensión sobre la idea por la cual se ha elaborado el plan de riego del presente Proyecto, y además de obtener conocimientos sobre el uso adecuado y justo del agua, se recomienda realizar una difusión y un asesoramiento a través de las actividades de los CRCs y CAs.

- Para facilitar la ejecución del presente Proyecto en forma consolidada, la Prefectura del Departamento de La Paz como organismo ejecutor del Proyecto deberá cumplir los puntos confirmados en la Minuta de Discusiones sin retraso y promover la cooperación sumamente estrecha con otras instituciones relacionadas. Además deberá desarrollar actividades de apoyo y asesoramiento en la forma más profunda a los pobladores locales incluyendo la AUPA. Después de terminarse la ejecución de este Proyecto, se espera que este sirva de base para guiar la ejecución de posteriores proyectos de mediano y largo plazo.

Cuadro 5-1 Número de beneficiarios distribuidos por contenido del Proyecto y en comunidades

Comunidades	Población	Familias	Número familias Beneficiadas			Area Beneficiada (ha)		
			CRC	Riego	Camino	Area Total	Cultivo	Riego
1) Chachacomani	2,314	630	630	-	630	1,577	911	654
2) Corpaputu	1,500	250	250	-	250	1,429	642	494
3) Berenguela	230	40	40	-	40	396	213	144
4) Kerani	2,500	420	420	-	420	668	275	105
5) Coromata Alta	400	70	70	58	70	296	165	135
6) Coromata Media	500	138	138	98	138	888	502	457
7) Coromata Baja	900	200	200	65	200	330	183	66
8) Pairumani	500	160	160	-	160	572	398	131
9) Icrana	150	34	34	-	34	112	102	95
10) Pajchani Molino	300	80	80	76	80	782	502	240
11) Pajchani Grande	670	90	90	73	-	412	383	116
12) Putuni	180	39	39	36	39	225	152	92
13) Cala Cala	550	240	240	-	240	713	634	358
14) Barco Cala Cala	35	14	14	-	14	422	260	139
15) Pongon Huyo	1,337	380	380	-	380	1,180	654	339
16) Avichaca	1,700	300	300	-	300	375	352	234
17) Tipampa	500	123	123	-	123	190	181	175
18) Suntia Común	149	22	22	-	22	45	24	23
19) Suntia Grande	300	65	65	-	65	210	148	99
20) Suntia Chico	180	30	30	-	30	179	145	131
21) Jahuirlaca	700	150	150	-	150	229	211	210
22) Marca Masaya	600	145	145	-	-	232	228	183
23) Kjasina	900	200	200	22	-	74	65	22
24) Arasaya Chico	250	80	80	78	-	155	132	58
25) Arasaya Kentuyo	160	40	40	40	-	170	140	67
26) Arasaya Patanivi	170	40	40	-	-	133	118	23
27) Cajón Pata	100	32	32	-	32	96	86	22
28) Belén	2,000	500	500	140	-	501	447	423
29) Barco Belén	515	125	125	-	-	359	337	215
30) Taramaya	1,500	350	350	220	-	392	319	212
Total	21,790	4,987	4,987	906	3,417	13,342	8,909	5,662